

## ЭНДОДОНТО-ЭНДОССАЛЬНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫМИ ИМПЛАНТАТАМИ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ ДЕСТРУКТИВНЫМИ ПЕРИОДОНТИТАМИ

*Рамиль Михайлович Гизатуллин, Павел Александрович Арсеньев,  
Николай Иванович Борисенко, Дмитрий Валерьевич Гундеров,  
Леонид Натанович Гуфinkel, Леонид Петрович Соков, Сергей Леонидович Соков,  
Анатолий Николаевич Чеховой*

*Инновационный стоматологический центр «Нано-Дент» (директор — Р.М. Гизатуллин), г. Москва,  
e-mail: info@nano-dent.ru*

### Реферат

С целью восстановления биомеханических и физиологических параметров сохранившихся тканей пародонта в последние три года в клинике было проведено 179 эндодонто-эндоссальных имплантаций с применением медицинских нано-материалов нового поколения. Восстановление всех биомеханических параметров тканей пародонта происходит в таких случаях путем увеличения корневой части зуба с помощью имплантата, введенного через зуб в костную ткань. Методы наноструктурирования улучшают физико-механические свойства TiNi и геля гидроксиапатита кальция, их биофункциональные свойства, оптимизируют интеграцию имплантатов с тканями пародонта.

Ключевые слова: эндодонто-эндооссальная имплантация, наноструктурирование, деструктивный периодонтит.

Проблема лечения деструктивных форм хронического периодонтита чрезвычайно актуальна, что обусловлено как широкой распространенностью периодонтитов, так и превалированием деструктивных форм (гранулированные, гранулематозные, кистогранулемы) среди других форм этого заболевания. При лечении деструктивных форм периодонтитов обязательные приемы эндодонтического лечения (хирургическая и антисептическая обработка макро- и микроканалов) должны быть дополнены методами активной завершительной терапии [5].

На современном уровне развития стоматологии актуально не удаление зубов, а восстановление биомеханических и физиологических параметров сохранившихся тканей пародонта. Нормализация функциональной нагрузки на ткани пародонта значительно уменьшает резорбтивные процессы кости в челюсти [2]. Добиться этого можно методом эндодонто-эндоссальной имплантации (ЭЭИ) с применением медицинских материалов нового поколения и нанотехнологий их

использования [3]. ЭЭИ как способ шинирования традиционно применяется с целью сохранения функциональной способности зубов с патологической подвижностью, возникшей в результате разрушения опорного аппарата зуба. Первые сообщения об ЭЭИ датированы 1943 г. [9]. Тогда методом ЭЭИ были укреплены передние депульпированные зубы с неполностью сформированными корнями. В последующие годы метод ЭЭИ широко использовался за рубежом для стабилизации зубов при заболеваниях пародонта. В нашей стране метод ЭЭИ стал применяться с 1980 г., но широкого распространения не получил [4]. Метод ЭЭИ называется также трансрадикальной имплантацией, трансдентальной имплантацией, костным штифтованием, эндодонтическим штифтованием, интрооссальной стабилизацией, трансрадикальной фиксацией и др.

Целью проведения ЭЭИ является восстановление всех биомеханических параметров тканей пародонта за счет увеличения корневой части зуба с помощью имплантата, введенного через зуб в костную ткань. Таким образом зоны максимального давления с узкого участка пораженного пародонта переносятся на имплантат и окружающую его костную ткань.

Материалы, изменяющие свои формы и размеры под воздействием внешних физических полей (тепловых, электрических, магнитных), называются функциональными. Изменения формы и размеров функциональных материалов могут быть однократными (необратимыми) или многократными (обратимыми); тогда функциональные материалы называются также интеллектуальными или смарт-материалами. Группа сплавов с термоупругими мартенситными превращениями и термомеханической памятью формы относится к функциональным (интеллектуальным)

материалам с уникальными физико-химическими характеристиками.

Интерметаллид никелид титана (нитинол, TiNi) в этой группе материалов обладает комплексом следующих чрезвычайно важных для медицинского применения характеристик.

1. Биосовместимость и коррозионная стойкость, обусловленные тем, что интерметаллид никелид титана является устойчивым химическим соединением постоянного состава (дальтони́дом предельного типа), обладающим явно выраженной стехиометрией и чрезвычайно прочной металлической связью титана и никеля в своем составе. Этим также обусловлены высокая надежность, механотермическая, механоциклическая и термоциклическая долговечность никелида титана, а также его биологически важные свойства (биосовместимость, биоинертность, нетоксичность, отсутствие канцерогенности, тромбогенности и антигенности).

2. Эффект памяти формы (ЭПФ) — способность никелида титана при температуре тела возвращать приобретенную в мартенситном (охлажденном) состоянии деформацию и восстанавливать первоначальную форму. Предварительная подготовка (тренинг) никелида титана позволяет этому материалу при термо- или бароциклировании многократно деформироваться при охлаждении и восстанавливаться при нагреве.

3. Эффект сверхэластичности (сверхупругости или псевдоупругости): способность испытывать при нагружении значительную неупругую деформацию с возвратом полностью или частично при снятии нагрузки.

В стоматологии применяется как литой, так и пористый никелид титан, разработанный и производимый Томским НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (НИИ ММ ИПФ), представляющий собой имплантат для замещения дефектов костной ткани.

Интенсивная пластическая деформация (ИПД) сплава никелида титана, осуществляемая методом равноканального углового прессования (РКУП), а также ИПД пористого, полученного методами порошковой металлургии никелида титана размолотом на закритической скорости до получения гранул размером 40–80 нм способствуют тому, что вышеперечисленные эффекты, присущие никелиду титана, значительно усиливаются путем ИПД — наноструктурирования материала [5].

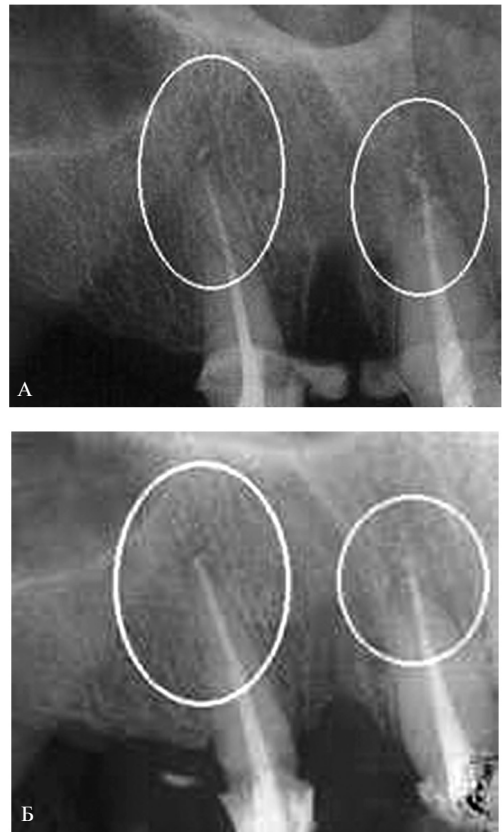


Рис. 1. Рентгенограмма больной Б. 47 лет.: А — Выведенный заапикально в сформированные путём микротоннелизации костные каналы над 13 и 15 композитами «ГАНГ+ПНТ» не имеет четкой ориентации; Б — через 14 месяцев: гранулы ПНТ ориентированы по линиям силового напряжения режцово-жыкыкового и премольярного зубочелюстных сегментов верхней челюсти.

Наноструктурированный никелид титана применяется в стоматологии с целью сохранения подвижных зубов или их корней (с последующим протезированием) путем проведения ЭЭИ никелид-титановыми имплантатами с памятью формы в комбинации с гранулятом ПНТ (с размером частиц 40 нм–100 мкм), взвешенным в гидроксипатита наноструктурированном геле (ГАНГ), имеющем аморфно-скрытокристаллическую структуру гидроксипатита кальция с размером частиц в гидратной оболочке 30–50 нм [6], с образованием геля-композиата «ГАНГ+ПНТ».

Традиционно используемый для производства ЭЭ-имплантатов титан имеет ряд недостатков, из которых наиболее существенны недостаточные пластичность и циклоустойчивость. Никелид титана лишен этих недо-

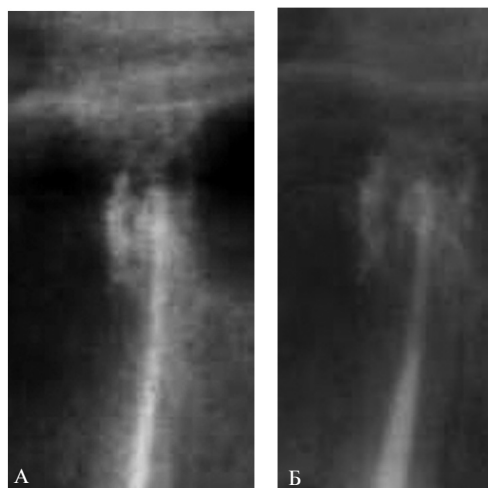


Рис. 2. Результат лечения 23-го зуба пациентки К. 62 лет после введения в очаг деструкции композита «ГАНГ+ПНТ»: А — через 3 месяца; Б — через 2,5 года. Гранулы ПНТ интегрировались с периодонтом зуба с ориентацией частиц по направлению волокон периодонта с образованием композита «ПНТ-Периодонт». Распределение частиц сферическое, наиболее благоприятное для демпфирующей функции периодонта. Костная ткань вокруг композита «ПНТ-Периодонт» имеет повышенную плотность.

статков, а ЭПФ никелида титана позволяет проводить ЭЭИ в участках дефицита костной ткани или ее атрофии.

Получение композита «ГАНГ+ПНТ» с одновременным введением в поры ПНТ геля ГАНГ производилось под воздействием ультразвука.

Эффективность применения композиционных гелей была установлена при лечении больных деструктивными периодонтитами с заапикальным выведением композита «ГАНГ + ПНТ» в очаги деструкции костной ткани.

Гранулы пористого никелида титана выполняют каркасообразующую функцию для растущих трабекул костной ткани с образованием композита «Кость-ПНТ», причем гранулы никелида титана четко ориентируются в костной ткани по линиям силового напряжения как на нижней, так и на верхней челюсти, что опровергает чисто гравитационный характер интеграции ПНТ с костной тканью (рис. 1).

Было также установлено, что гранулы никелида титана интегрируют с периодонтом причинных зубов с радиальной ориентацией гранул ПНТ в качестве каркаса периодонтальных связок, благодаря чему излеченные таким методом зубы способны нести значительную функциональную нагрузку (рис. 2).

Теоретическим обоснованием ЭЭИ на основе никелида титана и инъекционной остео-

пластики нанокomпозиционными гелями является правило J. Wolff (1872), согласно которому в основе каждой регенерации лежит стремление восстановить не форму, а функцию.

Методика ЭЭИ заключается в следующем. ЭЭ-имплантат состоит из внутрикостной части-отрезка спирали с направлением (в зависимости от топографии подлежащего имплантации зуба) по часовой стрелке или против нее с ретенционными выемками на конечном участке, прямой внутрикорневой части, а также из наддесневой головки, имеющей резьбу для сопряжения с абатментом, которой придают нужную конфигурацию и задают нужный угол наклона. Затем размещают ЭЭ-имплантат во рту пациента или на заранее изготовленной модели его зубного ряда. После этого заготовку погружают в жидкий азот и инструментами придают ей цилиндрическую форму. Для верификации всех этапов операции используется цилиндрический аналог с теми же параметрами, что и ЭЭ-имплантат в мартенситном состоянии.

На завершающем этапе операции аналог вводят в инструментально подготовленное отверстие в имплантируемом корне зуба, еще раз верифицируют, удаляют его и вместо аналога в корень зуба вводят композит «ГАНГ+ПНТ», а затем быстро охлажденный ЭЭ-имплантат. Направление имплантата при его введении контролируют визуально с учетом выемок на вогнутой части ЭЭ-имплантата, а также тактильно до упора щёчек фиксирующих имплантат щипцов в корень зуба. После проведения операции, при нагреве имплантата до температуры тела, ЭЭ-имплантат в силу ЭПФ восстанавливает заданную при нагреве форму. В дальнейшем на наддесневую головку имплантата навинчивают абатмент и проводят ортопедическое лечение по обычной методике.

После введения в кость имплантат воссоздает как внутрикостную структуру, т. е. замещаемый корень зуба, так и наддесневую часть зуба, т. е. его коронку.

За три года было выполнено 179 ЭЭИ: 58 — в первый год, 76 — во второй, 35 — в третий. В первый год произошло 7 случаев отторжения, во второй — 2 и один случай реимплантации. Из 58 ЭЭИ в первый год 22 случая ЭЭИ не сопровождалось введением ПНТ (вводили только ГАНГ). В остальных 36 случаях ЭЭИ вместе с имплантатами вводили композит «ГАНГ+ПНТ». 76 ЭЭИ во второй год и 35 ЭЭИ в третий комбинировали с введением «ГАНГ+ПНТ».

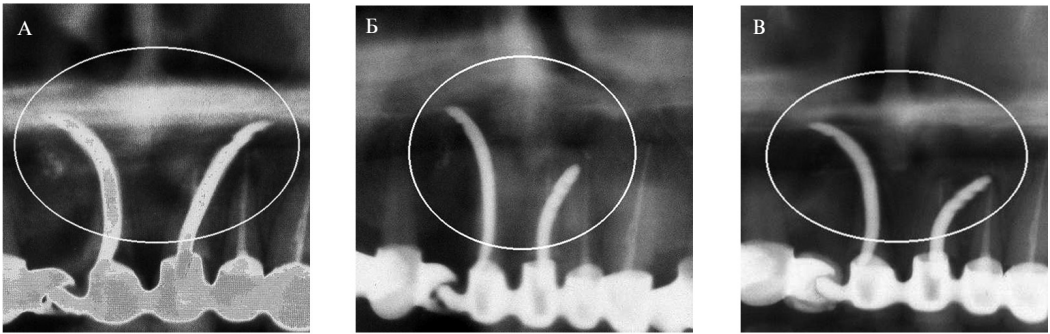


Рис. 3. Пациентка Н. 66 лет: А — проведение ЭЭИ через корни 11 и 21-го зубов, временная фиксация ортопедической конструкции; Б — через 10 месяцев после проведения ЭЭИ 11 и 21-го зубов. Произведена реимплантация ЭЭИ 21-го зуба; В — через 25 месяцев после проведения ЭЭИ 11 и 21-го зубов. Корень 11-го зуба резорбируется с замещением вакансий костной тканью.

Во всех случаях ЭЭИ одновременное введение композита «ГАНГ+ПНТ» ведет к скорейшей остеоинтеграции внутрикостной части имплантата. Следует подчеркнуть, что введение в корневой канал геля-композита «ГАНГ+ПНТ» перед введением ЭЭ-имплантата также способствует так называемой проблеме последней мили, выражающейся в возрастании пристеночного сопротивления по мере продвижения имплантата в корневом и костном каналах.

Охлаждение ЭЭ-имплантата в жидком азоте перед его введением в корень зуба не только обеспечивает сохранение имплантатом мартенсита, т.е. его цилиндрической формы, во время проведения ЭЭИ, но и способствует созданию в костной операционной ране зоны гипореактивности, так как морбидный адаптационный синдром в охлажденной в течение 40–50 секунд в прилегающей к имплантату костной ткани, значительно менее выражен, нежели в обычной костной ране за счёт уменьшения проявлений первичного реактивного воспаления [8]. Времени криовоздействия (40–50 с) охлажденного имплантата на кость недостаточно для криодеструкции прилегающей к имплантату костной ткани [8].

Через 10 месяцев после проведения ЭЭИ возникла необходимость в реимплантации вследствие незначительного воспаления надкостницы, обусловленного травмой заостренным концевым участком ЭЭ-имплантата периоста над 21-м зубом (рис. 3).

В 22 случаях из 179 проведенных ЭЭИ вокруг имплантатов, установленных без применения ПНТ (использовался только ГАНГ), через 4–6 месяцев после ЭЭИ, на рентгенограммах отмечались зоны просветления в прилегающих к имплантатам участках костной ткани. В таких случаях в очаги деструкции инъек-

ционно вводили гель-композит «ГАНГ+ПНТ» с одновременной аспирацией содержимого очага деструкции (после соответствующей обработки) по разработанной методике [6].

На второй и третий годы после установки ЭЭИ отмечалось несколько случаев деструктивных изменений кости вокруг имплантатов. Не было ни одного случая переимплантата с активной манифестацией. При вялотекущих переимплантатах лечение было аналогичным



Рис.4. Пациентка Д. 48 лет: А — признаки резорбции корня 11-го зуба; Б — через 2,5 года после повторной инъекции. Корень 11-го резорбирован, ПНТ сферически ориентирован вокруг имплантата с метаплазией периодонта в гетерофазный буферный композит — периимплант, ориентированный по силовым линиям и выполняющий функцию демфера во вновь образованной системе «имплантат — периимплант — кость».

вышеописанному. В последующем имели место интеграция ПНТ с костной тканью и замещение костных вакансий органотипом с нормальной плотностью (рис. 4). Непосредственно вокруг имплантата образовался композит-периимплант с правильной радиально-сферической ориентацией гранул ПНТ вокруг ЭЭ-имплантата с градиентной плотностью.

## ВЫВОДЫ

1. ЭЭИ никелид-титановыми имплантатами с памятью формы позволяет укреплять корни зубов с последующим протезированием даже в случаях недостаточного объема кости для традиционных цилиндрических имплантатов.

2. Комбинация ЭЭИ с нанофазными биокомпозитами позволяет добиться положительного результата в лечении подавляющего большинства случаев деструктивных периодонтитов на выраженных стадиях деструкции периодонта и прилегающей костной ткани пародонта причинных зубов независимо от возраста больного.

3. Использование функциональных биоматериалов в качестве конструкционных активирует процессы органотипической регенерации и посттравматической репарации с образованием гетерофазных композитов типа «ПНТ-периодонт», «ПНТ-кость» и буферного композита типа «Периимплант».

4. Методы наноструктурирования оптимизируют интеграцию имплантатов с тканями пародонта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Борисенко Н.И., Морозова С.П., Пушкин В.В. Размол твердосплавной шихты в шаровой мельнице на закритической скорости // Ж. технич. прогр. в атомн.

промышл.- 2001. — №1. — С. 62-66.

2. Копейкин В.Н. Ортопедическое лечение заболеваний пародонта. — М.: Триада-Х, 2004. — 174 с.

3. Материалы с памятью формы и новые технологии в медицине [Под ред. проф. Гюнтера]. — Томск: Изд-во НПП МИЦ, 2007. — С.177-179.

4. Митрохин А.В. Эндодонто-эндосальная имплантация // Клини. стоматол. — 1998. — № 2. — С.20-24.

5. Овруцкий Г.Д., Лившин Ю.Н., Лукиных Л.М. Неоперативное лечение около корневых кист челюстей. — М., 2001. — С.75.

6. Патент на изобретение «Способ замещения изолированных дефектов костной ткани челюсти» №2306882 выдан 29.03.2006.

7. Соков Л.П., Соков Е.Л., Соков С.Л. Руководство по нейроортопедии. — М.: Изд-во РУДН 2002. — С. 259-270.

8. Соков Л.П., Загородний Н.В., Терешенков В.П. и др. Кривохирургия в ортопедии. — М.: Изд-во РУДН. — 2001. — С.25.

9. Strock A.E., Strock M.S Method of reinforcing pulpless anterior teeth // J. oral Surg. — 1943. — Vol.1 — P.252-255.

Поступила 03.03.08.

## ENDODONTO-ENDOSAL IMPLANTATION OF NANOCOMPOSED IMPLANTS WITH A MEMORY OF FORM IN TREATMENT OF DESTRUCTIVE PERIODONTITIS

*R.M. Gizatullin, P.A. Arsen'ev, N.I. Borisenko, D.V. Gunderov, L.N. Gurfinkel, L.P. Sokov, S.L. Sokov, A. N. Chehovi*

### Summary

With the aim of restoration of biomechanical and physiological parameters of the remaining parodontium tissue, the carried out were 179 endodonto-endosal implantations with the use of medical nano-materials of the new generation. Restoration of all biomechanical parameters of parodontium tissue happened in cases where the root of the tooth was enlarged by using an implant imposed through a tooth into the bone tissue. The method of nano-structuring improves the physical and mechanical properties of TiNi and of calcium hydroxyapatite gel, their biofunctional properties, optimize the integration of implants with the parodontium tissue.