

В.Р. Шашмурина

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ «ДЕНТАЛЬНЫЙ ИМПЛАНТАТ – ПРОТЕЗ»

ФГБОУ ВО Смоленский государственный медицинский университет Минздрава России

Резюме. Развитие имплантологии требует изучения актуальной проблемы электрохимической совместимости конструкционных материалов и имплантатов с целью профилактики патологических процессов, обусловленных гальваническими процессами в полости рта.

Исследована электрохимическая совместимость титанового имплантата и материалов зубных протезов *in vitro* путём измерения электродных потенциалов сплавов в стационарном состоянии, взаимодействующих посредством слоя модельного раствора разной толщины.

Экспериментально установлено, что в системе «протез из сплава металла – модельный раствор (искусственная ротовая жидкость) – титановый имплантат» возникают гальванические токи, величина и направление которых зависят от вида сплава металла. Для изготовления зубных протезов на титановых имплантатах рекомендуется: преимущественный выбор кобальтохромовых и хромоникелевых сплавов; ограничение применения нержавеющей стали и золотоплатиновых сплавов.

Ключевые слова: гальваноз, коррозия, зубные имплантаты, зубные протезы.

Актуальность. Ортопедическое лечение больных с дефектами зубных рядов может осложняться негативным действием конструкционных материалов. У 1,5 – 18,0% человек, пользующихся зубными протезами, возникают «синдром жжения рта», «непереносимость зубных протезов», «синдром ротового гальванизма», «гальваносиндром», «стоматиты, вызванные сочетанием разнородных сплавов, аллергическим и токсическим действием материалов» [4,5,6].

Сплавы металлов остаются основными конструкционными материалами в ортопедической стоматологии. Важнейшие требования к сплавам - это устойчивость к коррозии в ротовой жидкости и биологическая совместимость.

При лечении больных с применением протезов, фиксируемых на имплантатах, высока вероятность того, что в электролитически проводящей среде, какой является ротовая жидкость, разнородные сплавы приобретают разные электрохимические потенциалы и становятся электродами гальванической пары. Кроме того, в таких условиях возможно развитие контактной и щелевидной коррозии, и как следствие, - токсико-аллергического стоматита и уменьшения срока службы конструкций. Значительное повышение концентрации ионов металлов в ротовой жидкости и слизистой оболочке рта может привести к местному токсическому эффекту и системному влиянию на организм [2].

Развитие имплантологии требует углубленного изучения проблемы электрохимической совместимости конструкционных материалов и имплантатов с целью профилактики патологических процессов, обусловленных гальваническими процессами в полости рта.

Цель исследования: обосновать выбор конструкционных материалов для зубных протезов, фиксируемых на имплантатах, путём изучения характера электрохимических

процессов в системе «титановый имплантат – ротовая жидкость - протез» в условиях эксперимента.

Материал и методы исследования. Первым этапом работы было создание экспериментальной модели для изучения электрохимических характеристик сплавов. Образцы стоматологических сплавов были получены методом центробежного литья. Восемь образцов сплавов представляли собой круглые пластины диаметром 20 мм, толщиной 2 мм. Четыре пластины полировали. На четырех других — после пескоструйной обработки создавали оксидную плёнку: нагревали в печи для обжига керамики до 650°C, затем проводили обжиг в условиях вакуума в течение одной минуты при температуре, установленной производителем в инструкции для каждого сплава (Целлит-Н — 980°C, сталь — 800°C, Heraenium P — 950°C, ВитИрий — 950°C), охлаждали образцы на воздухе.

В качестве модели, имитирующей дентальный имплантат, была изготовлена методом фрезерования заготовка из сплава титана, внутри которой предусмотрена ёмкость глубиной 1 мм для модельного раствора. С целью исключения непосредственного контакта металлов поверхность титана изолировали пластиной в форме кольца, изготовленной методом фрезерования из диэлектрического материала фторопласта. Экспериментальную модель проектировали таким образом, чтобы площадь рабочей поверхности составляла 1 см². В титановую заготовку помещали изолирующую пластину в форме кольца, в отверстие которого заливали модельный раствор до верхнего уровня, сверху помещали образцы изучаемых материалов.

В эксперименте использовали модельный раствор (рН=6,7), имитирующий ротовую жидкость [1].

Проведены измерения *in vitro* силы тока и электродных потенциалов сплавов в стационарном состоянии, взаимодействующих посредством слоя модельного раствора.

Измерение электродных потенциалов проводили с помощью прибора «рН-метра-милливольтметра РН-150МА» и набора электродов (соответствующих требованиям группы 3 ГОСТ 22261). В качестве индикаторного применяли электрод платиновый ЭПЛ-02. Для создания опорного потенциала служил вспомогательный электрод – хлорсеребряный ЭВЛ-1М3.1. Для изучения электрических потенциалов образцы конструкционных сплавов и титановую модель экспонировали в стеклянной емкости с модельным раствором в течение суток (проводили пассивацию металлических поверхностей). После чего высушивали их фильтровальной бумагой, обезжировали 70 % спиртом, объединяли их в систему, и проводили измерения. Показания прибора «рН-метр-милливольтметр РН-150МА» регистрировали на протяжении пяти часов по схеме: спустя 30 сек; 1, 2, 3, 50, 100, 150, 200, 250, 300 минут. Выбранное время экспозиции соответствует условному перерыву в приеме пищи, в течение которого поверхности сплавов механически не обновляются. Измерения заканчивали при достижении стационарного состояния, отвечающего потенциалу коррозии сплава.

Проведены измерения электрогальванических (коррозионных) токов в системе «титан — модельный раствор — конструкционный сплав» между элементами контактной пары. Значения тока определяли помощью высокочувствительного амперметра «Вольтметр-амперметр В 7 – 27А/1». Измеряли мгновенное значение силы тока в системе и кинетику установления стационарного тока коррозии. Кинетику коррозионного тока изучали через 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 сек. Максимальное время измерения обусловлено тем, что абсолютные величины тока на сто двадцатой секунде снижались до минимальных значений.

В целях получения статистически достоверных данных измерения электрохимических потенциалов и гальванических токов проводили трехкратно.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета Statgraphics Plus for Windows.

Полученные результаты и их обсуждение. В эксперименте установлено, что при стационарных электрохимических потенциалах сплавов Heraenium P с оксидной пленкой, Целлит-Н без оксидной пленки, обоих образцов сплава ВитИрий (как с оксидной пленкой, так и без нее) происходило смещение значений в положительную область (анодная поляризация), что свидетельствовало о формировании на их поверхности защитных слоёв, способствующих торможению электрохимического растворения (рис. 1) Для нержавеющей стали 1Х18Н9Т, Heraenium P без оксидной пленки, Целлит-Н с оксидной пленкой данная закономерность не выявлена (величина электродного потенциала в среднем снизилась соответственно с $(-63,3) \pm 0,3$ до $(-121,6) \pm 0,3$ мВ; с $66,3 \pm 0,4$ до $(-49,8) \pm 0,4$ мВ; с $(-60,0) \pm 0,1$ до $(-81,3) \pm 0,3$ мВ; с $59,5 \pm 0,4$ до $(-23,1) \pm 0,4$ мВ).

В модельном растворе наибольшая разница электродных потенциалов наблюдалась в парах «титан — ВитИрий без оксидной плёнки», «титан — ВитИрий с оксидной пленкой»: $262,3 \pm 0,4$ мВ, $240,3 \pm 0,5$ мВ соответственно.

Наиболее высокая скорость формирования защитных слоёв зафиксирована при исследовании образцов сплава Целлит-Н и Heraenium P с оксидной пленкой – на сто пятидесятой минуте. Установление стационарного состояния остальных сплавов наблюдали на трехсотой минуте исследований (рис. 1).

При определении электрохимической совместимости титанового имплантата и материалов зубных протезов по критерию коррозионного тока исходили из следующих критериев: при $I < 0,1$ мкА/см² контактная пара признавалась электрохимически совместимой; при $0,1 < I \leq 0,2$ мкА/см² — относительно электрохимически совместимой; при $I > 0,2$ — несовместимой [3]. В системе «сплав металла – модельный раствор – титан» возникали гальванические токи различной плотности и различного направления. Абсолютные величины тока во всех парах на сто двадцатой секунде исследования не превышали $0,2$ мкА/см² и соответствовали требованиям электрохимической совместимости.

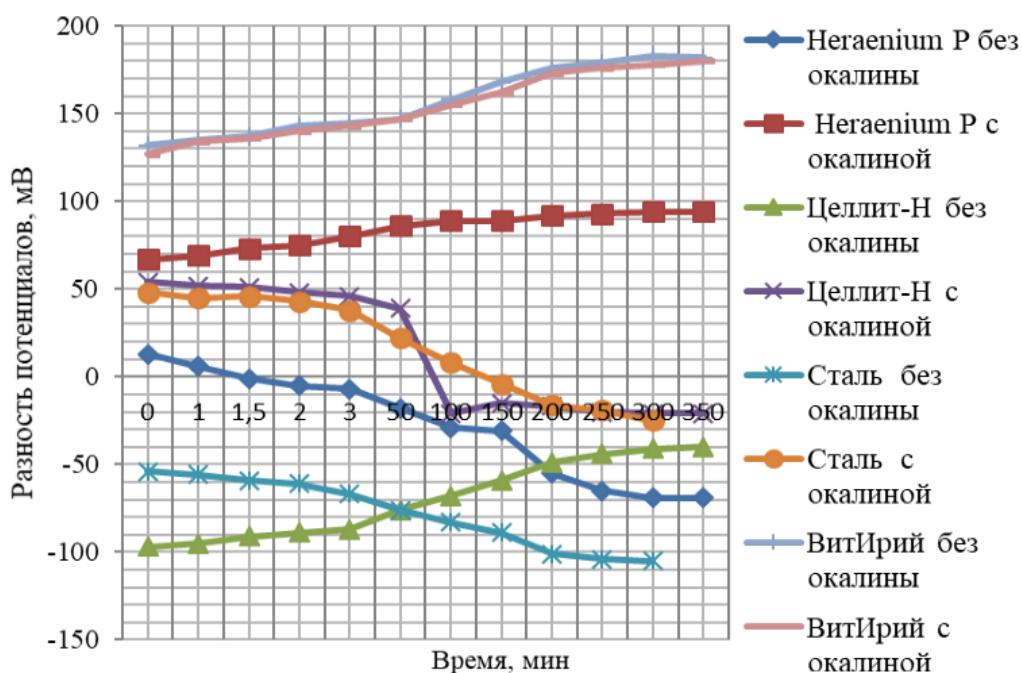


Рис. 1. Динамика изменения разности потенциалов различных металлов по отношению к сплаву титана в модельном растворе

Исследования показали, что величина и направление токов зависят от вида сплава. Следует отметить, что динамика силы тока в рамках определённых контактных пар в целом идентична.

Выводы. В системе «протез из сплава металла – модельный раствор (искусственная ротовая жидкость) – титановый имплантат» возникают гальванические токи, величина и направление которых зависят от вида сплава металла. С учетом совокупных параметров по степени электрохимической совместимости следует выделить наиболее рекомендуемые контактные системы: «титан – Heraenium P» и «титан – Целлит-Н». Обоснованы ограничения к применению нержавеющей стали и золотоплатинового сплава ВитИрий.

Для прогнозирования возникновения электрохимической коррозии сплавов металлов уже имеющихся и вновь изготавливаемых протезов на имплантатах рекомендуются соответствующие измерения потенциалов и токов непосредственно во рту пациента.

Литература.

1. Nazarjan R.G. Клиническая эффективность ортопедического лечения керамо-керамическими мостовидными зубными протезами на основе диоксида циркония / Nazarjan R.G., Lebedenko I.Ju. // Стоматология. 2016. Т. 95. № 6-2. С. 61-62.
2. Оптимизация адаптации пациентов к съёмным зубным протезам // Иорданишвили А.К., Кувшинова А.К., Володин А.И., Гребнев Г.А., Веретенко Е.А. // Военно-медицинский журнал. 2018. Т. 339. № 10. С. 63-65.
3. Макеев Г.А. Особенности конструирования базисов имедиат-протезов при концевых дефектах зубных рядов, осложненных заболеваниями пародонта / Макеев Г.А., Озерова Т.Л., Скрышник Д.В. // Наука среди нас. 2018. № 7 (11). С. 18-24.
4. Полякова Т.В. Основы геометрического моделирования несъёмных временных зубных протезов-прототипов / Полякова Т.В., Харах Я.Н., Арутюнов А.С. // Российский журнал

биомеханики. 2018. Т. 22. № 1. С. 101-108.

5. Жолудев С.Е. Об оптимизации элементов конструкций зубных протезов / Жолудев С.Е., Кандоба И.Н. // Российский журнал биомеханики. 2017. Т. 21. № 4. С. 376-386.

6. Елизов Н.В. Зубные протезы и их изготовление / Елизов Н.В. // Первый шаг в науку. 2017. № 4 (28). С. 18-21.

7. Токмаков А.В. Ошибки при планировании замещения дефекта зубного ряда металлокерамическими протезами / Токмаков А.В., Воробьева М.В. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2018. Т. 8. № 7. С. 302.

Abstract.

Shashmurina V.R.

***ELECTROCHEMICAL CHARACTERISTICS
OF THE SYSTEM "DENTAL IMPLANT - PROSTHESIS"***

Smolensk State Medical University

The development of implantology requires studying the urgent problem of electrochemical compatibility of construction materials and implants in order to prevent pathological processes caused by galvanism in the oral cavity.

The electrochemical compatibility of a titanium implant and materials of dental prostheses in vitro was studied by measuring the electrode potentials of alloys in a stationary state, interacting through layer of a model solution of different thickness.

It was experimentally established that in the system "metal alloy prosthesis - model solution (artificial oral fluid) - titanium implant" galvanic currents arise, the magnitude and direction of which depend on the type of metal alloy. For the manufacture of dentures on titanium implants it is recommended to use chromium and chromium-nickel alloys and limit the use of stainless steel and gold-platinum alloys.

Keywords: galvanosis, corrosion, dental implants, dentures.

References.

1. Nazarjan R. G. Clinical effectiveness of orthopedic treatment with ceramic-ceramic bridge-shaped dentures based on zirconium dioxide / Nazarjan R. G., Lebedenko I. Ju. // Dentistry. 2016. Vol. 95. no. 6-2. p. 61-62.

2. Optimization of patients' adaptation to removable dentures // Iordanishvili A. K., Kuvshinova A. K., Volodin A. I., Grebnev G. A., Veretenko E. A. // Military Medical Journal. 2018. Т. 339. No. 10. P. 63-65.

3. Makeev A. G. Peculiarities of construction of bases immediate-dentures with terminal defects of teeth row, complicated by periodontal diseases / G. Makeev, A., Ozerova T. L., Skrypnik V. D. // Science among us. 2018. No. 7 (11). S. 18-24.

4. Polyakova T. V. foundations of geometric modeling of non-removable temporary dentures-prototypes / T. V. Polyakova, Harah J. N., Arutyunov A. S. // Russian journal of biomechanics. 2018. Т. 22. No. 1. P. 101-108.

5. Zholudev S. E. About optimization of structural elements of dental prostheses / Zholudev S. E., Kandoba I. N. // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Т. 21. No. 4. P. 376-386.

6. Elizov N. In. Dentures and their production / Elizov N. In. // The first step in science. 2017. No. 4 (28). pp. 18-21.

7. Tokmakov A.V. Mistakes in planning the replacement of a dental defect with metal-ceramic prostheses / Tokmakov A.V., Vorob'eva M. V. // Bulletin of medical Internet conferences. 2018. Vol. 8. No. 7. p. 302.

Сведения об авторах: Шашмурина Виктория Рудольфовна - доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой стоматологии факультета ДПО, Shashmurina@mail.ru