

УДК

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОСОВМЕСТИМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИМПЛАНТАЦИИ****В. В. Ярковий,  
Д. Д. Киндий,  
Н. Н. Малюченко,  
О. Д. Оджубейская**Высшее государственное учебное заведение Украины  
«Украинская медицинская стоматологическая академия»,  
г. Полтава, Украина**PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND BIOCOMPATIBILITY OF THE MATERIALS FOR THE IMPLANT DENTISTRY****V. Yarkovyy, D. Kindij,  
N. Malyuchenko, O. Odzhubejskaya**Higher state educational institution of Ukraine  
«Ukrainian Medical Stomatological Academy»,  
Poltava, Ukraine

Успех имплантации в стоматологии определяется главным образом биологическими свойствами материала, из которого изготовлены имплантаты, учетом законов биомеханики при их конструировании, а также целым комплексом биологических факторов [7, 13, 24, 34].

Особенности состояния тканей в смежных зонах (имплантат-кость, десна-имплантат, имплантат-полость рта) – актуальная проблема имплантологии, требующая дальнейшего исследования [26, 27].

В настоящее время известны два взгляда на динамику соединения «кость-имплантат». Одни авторы считают, что соединительная ткань благодаря эластичности поглощает нагрузку, которая передается от конструкции протеза, а другие придерживаются мнений об остеоинтеграции, согласно которой для оптимального выполнения функции расстояние между костью и имплантатом должно быть минимальным [31].

Авторы наблюдали определенные закономерности в морфологической картине из ряда токсикологических исследований [14, 37], а также недостаточное освещение природы и характера изменений иммунореактивности в эксперименте и клинике при контакте с разными сплавами. Lentrodt J. [36] указывал, что все имплантаты воспринимаются организмом как посторонние тела.

Сравнивая реакцию тканей на имплантаты из сапфира, титана, Co-Cr – Mo – сплава и полиметилметакрилата (PMMA), некоторые авторы наблюдали гистологические изменения и воспалительные реакции около PMMA-имплантатов и в меньшей мере – около Co-Cr – Mo и Ti-имплантатов. Реакция в соединительных тканях начиналась с некротических изменений и заканчивалась инкапсулированием фиброзной соединительной ткани. Воспалительные реакции в тканях десен около имплантатов из сапфира не выявлены.

G. H. Atmaram et al. [32] сравнивали характер распределения напряжения вокруг разных типов имплантатов: конусообразный, цилиндрический, как натуральный моляр. Вокруг конусообразной конструкции и в конструкции имплантанта в виде моляра картина была неблагоприятная.

Бахерли Насер [2] изучал в эксперименте на животных характер адаптации костной ткани на введение имитатора имплантата, отлитого из кобальтохромового сплава. Данные гистологического исследования, которые получил автор, показали, что репаративные процессы в костном ложе непосредственно вокруг имплантата из KXC, который изучался, происходят за счет новообразования костной ткани путем апоозиционного ее роста, наслаения из эндооста и периоста, а также за счет сохраненных костных фрагментов, которые интегрируются между собой.

Ю. В. Вовк с соавторами [22, 23, 39-42] провели экспериментальные исследования введения циркониевых имплантатов на нижнюю челюсть беспородной собаки. Результаты макроскопического, рентгенологического и гистологического исследований засвидетельствовали, что через год функциональной нагрузки выявлены остеоинтеграция циркониевых имплантатов и адгезия соединительной и эпителиальной тканей к их поверхности, похожие с титановыми (контрольными) имплантатами. Гистоморфологические исследования препаратов с циркониевыми имплантатами указывают на особенности соотношений минерализованной и неминерализованной порций костной ткани в окружении разных топографических зон эндооссальной части указанных денальных имплантатов.

Имплантаты из титана, кобальтохромового сплава (КХС) и КХС с покрытием нитрид-титаном биосовместимы [5]. Использование имплантатов из этих материалов имеет ряд проблем, в частности то, что коррозия металлов ухудшает биологическую совместимость [8, 9].

В. Н. Копейкин и соавторы [30] провели экспериментальную оценку остеоиндуктивных свойств синтетических материалов «Биоситалл» и «Биоситакол» при внутрикостной имплантации. По техническим показателям эти материалы отвечают требованиям стандарта ISO для зубных керамических имплантатов.

А. С. Дудко, И. А. Швед, Ю. Н. Зубов [3] изучали реакцию костной ткани на введение полностью пористых имплантатов из сферических порошков титанового сплава BT-100 с разными размерами пор в сравнительном аспекте с реакцией на имплантаты из компактного титана с разной формой поверхности. Пришли к заключению, что реакция костной ткани принципиально не отличается как в первом, так и во втором случаях.

В. А. Сторожев [25] предложил титановое покрытие имплантатов в установке типа «Булат». Были исследованы физико-химические свойства защитного титанового покрытия, проверена биологическая индифферентность, изучена токсичность на тканевых культурах фибробластов эмбриона человека (ФЭЧ) и перепривитых клеток типа Нер-2.

Ю. В. Йонайтисом и соавторами [21] проведены экспериментальные исследования применения корундовой керамики для изготовления имплантатов. Введены 23 керамические имплантаты шестнадцати пациентам в возрасте от 19 до 48 лет. Клинические наблюдения показали функциональную полноценность имплантационной системы с незначительными резорбтивными изменениями.

А. Ф. Коваленко и другие [20] предлагают простую и эффективную методику нанесения гидроксилатапата на имплантат из кобальтохромового сплава с предыдущим покрытием его фторопластом. Авторы [186] пришли к заключению, что покрытие, кроме защитной функции, создает и остеостимулирующий эффект и способствует максимально быстрому формированию комплекса надкостница-имплантат-кость.

А. Ю. Кордияк и соавторы [17] провели патоморфологическое исследование регионарных (паховых) микроузлов белых крыс в процессе приживления внутримышечных имплантатов при испытании на биосовместимость двух сплавов для цельнолитых зубных конструкций и внутрикостных имплантатов. Результаты исследований позволили авторам сделать вывод о биосовместимости сплавов Х25Н19 и ИНПАЛ: не выявлено специфических признаков токсического действия, а реакция собственно на имплантаты не являлась определяющей в общем процессе после операционных воспалительных и пролиферативных изменений у оперируемых (в том числе контрольных) животных.

В последнее десятилетие появились новые материалы, использование которых возможно в стоматологической имплантологии. Одним из них является цирконий.

По данным отечественной литературы, применять цирконий и его сплав в медицине начали с 1955 г. [4]. Из циркония изготавливали эндопротезы тазобедренного сустава, пластины и винты для остеосинтеза. Проведенные исследования и данные клинических наблюдений на базе ЦИТО и ВОИЦ АМН России показали инертное поведение металла при его длительном пребывании в тканях организма.

Опыт применения циркония в медицине дал возможность Кулакову О. Б. и соавторам [4, 11, 12] использовать металл в стоматологической имплантологии. Авторами разработана винтовая конструкция имплантатов, а анализ полученных результатов показал, что их использование позволяет успешно решать как функциональные, так и эстетические проблемы в стоматологии.

J. E. Lemons [35] и D. C. Smith [38] установили возможность биодegradации компонентов имплантата в результате наличия гальванической пары или несовместимости металлов.

В. Г. Шутурминский [29] изучал технологические свойства однослойного покрытия на металлических имплантатах, где первый слой – сополимер тефлона, а второй – слой гидроксилпатита. Определены основные структурно-механические характеристики плавкой комбинированного покрытия: коэффициент относительного удлинения, границы прочности и стойкости при растягивании, а также модуль прочности.

О. І. Тесленко [26, 27] применяла метод математического анализа и компьютерной обработки при помощи IBM PC-AO с целью планирования расположения имплантатов и обеспечения равномерного распределения нагрузки.

С. В. Новиков [16] разработал технологию нанесения на дентальные имплантаты гидроксилпатита и окиси алюминия, который даст возможность получить биосовместимое покрытие с высокими физико-механически-

ми качествами: 25-30 МПа – на отрыв, 35-40 МПа – на сдвиг.

В. П. Неспрядько и соавторы [6] провели сравнение титана марки 1 и марки 2 по ISO № 5832/II и «Стоматологического набора для имплантации», разработанного совместно с сотрудниками кафедры ортопедической стоматологии Национального медицинского университета заводом «Арсенал» и Институтом проблем материаловедения НАН Украины. Анализ результатов исследования [6] показал, что по химическому составу и механическим свойствам использованный для имплантатов материал BT-1-00 не отличается от стандарта ISO № 5832/II.

А. Шурна, С. Буожис [28] исследовали электродный потенциал наиболее используемых для протезирования зубов сплавов металлов, динамику их изменений со временем, поляризационное сопротивление, скорость и характер его изменений и сделали выводы, что биотолерантность конструктивных сплавов обуславливается составом и качеством защитного оксидного слоя.

Таким образом, по данным источников литературы, для стоматологической имплантации применяется большое количество материалов. Основное место занимают металлы и их сплавы. Но приведенные данные о физико-механических свойствах, коррозионной стойкости, биосовместимости и других показателях противоречивы. В связи с этим проблему использования конкретного металла или сплава для изготовления имплантатов нельзя считать решенной.

### Список литературы

1. Багмутов В. П. Основы сопротивления материалов в стоматологии: учеб. пособие / В. П. Багмутов, Т. Ф. Данилина. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 206 с.
2. Бахерлі Насер. Передпротезна підготовка та особливості ортопедичного лікування хворих з дефектами зубних рядів незнімними протезами при опорі на внутрішньокісткові імплантати: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматологія» / Насер Бахерлі. – Львів, 1996. – 17 с.
3. Дудко А. С. Морфология тканевого ответа на зубные имплантаты с различной структурой поверхности / А. С. Дудко, И. А. Швед, Ю. Н. Зубов // Новое в стоматологии. – 1994. – №1. – С. 31-33.
4. Замещение единичных дефектов зубного ряда с помощью имплантатов из циркония / [О. Б. Кулаков, В. В. Матюнин, Л. В. Цепхов, Ю. В. Иванов] // Стоматолог. – 1999. – № 6. – С. 14-15.

5. Ибрагимов Т. И. Комплексное лечение пародонтита с применением имплантационных материалов: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматология» / Т. И. Ибрагимов. – М., 1993. – 18 с.
6. Імплантаційні матеріали для стоматології / В. П. Неспрядько, В. В. Лось, К. А. Гогасов [та ін.] // Актуальні проблеми ортопедичної стоматології. – Львів, 1996. – С. 37-38.
7. Кауфман С. Оклюзионные принципы при имплантационной реабилитации полости рта / С. Кауфман // Новое в стоматологии. – 1997. – №4. – С. 31-32.
8. Коваленко А. Ф. Виды подвижности имплантата / А. Ф. Коваленко, Л. А. Левандовский // Вісник стоматології. – 1996. – №3. – С. 219-220.
9. Коваленко А. Ф. Вік хворих та можливість стоматологічної імплантації / А. Ф. Коваленко, Р. А. Левандовський, В. Г. Шутурмінський // Вісник стоматології. – 1996. – № 1. – С. 49-50.
10. Крет Р. Стоматологические материалы: свойства и применение / Р. Крет, Дж. Пауэрс, Дж. Ватага; пер. с англ. к. м. н. О. А. Шульги; под ред. проф. Г. Г. Ивановой, доц. А. Л. Иванова. – СПб.: ООО «МЕДИ издательство», 2005. – 304 с.
11. Кулаков А. А. Зубная имплантация: основные принципы, современные достижения / А. А. Кулаков, Ф. Ф. Лосев, Р. Ш. Гветадзе. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 152 с.
12. Кулаков А. А. Функционально-диагностическая оценка результатов зубной имплантации / А. А. Кулаков, И. Е. Гусева // Новое в стоматологии. – 1997. -№8. – С. 39-42.
13. Марков Б. П. Использование имплантатов для улучшения фиксации протезов на беззубых челюстях /Б. П. Марков // Организация стоматологической помощи и вопросы ортопедической стоматологии: тезисы. – Т. 1. – М., 1987. – С. 200-201.
14. Мустафаев М. М. Морфофункциональные параллели в динамике приживления свободного кожного аутоотрансплантата в эксперименте / М. М. Мустафаев, А. Б. Шехтер // Стоматология. – 1991. – № 2. – С. 14-17.
15. Неспрядько В. П. Дентальна імплантологія. Основи теорії і практики / В. П. Неспрядько, П. В. Куц. – Харків: ВПП «Контраст», 2009. – 292 с.
16. Новиков С. В. Экспериментальное изучение биосовместимого покрытия для дентальных имплантатов, полученного методом воздушно-плазменного напыления: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. мед. наук: спец. 14. -1.22. / С. В. Новиков. – СПб., 1997. – 21 с.
17. Оцінка біосумісності сплавів Х25Н19 та інпал при внутрішньом'язовій імплантації в експерименті / А. Ю. Ткаченко, В. Ф. Кордіяк, В. Ф. Макеев [та ін.]. // Новини стоматології. – 1995. – №4. – С. 7.
18. Параскевич В. Л. Дентальная имплантология: основы теории и практики: науч. -практ. пособие / В. Л. Параскевич. – Мн.: ООО «Юнипресс», 2002. – 368 с.
19. Стоматологическое материаловедение: учебное пособие / [В. А. Попков, О. В. Нестерова, В. Ю. Решентняк, И. Н. Аверцева]. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 384 с.
20. Порівняльна характеристика захисних толерантних та біоактивних покриттів імплантатів у стоматології / [А. Ф. Коваленко, В. Г. Шутурмінський, М. В. Кушнір, А. І. Даніленко] // Вісник стоматології. – 1996. – №4. – С. 267-270.
21. Применение керамических имплантатов для восстановления дефектов зубных рядов / [Ю. В. Йонайтис, Х. А. Каламкаров, А. С. Черникис, В. И. Бессонов] // Заболевания челюстно-лицевой системы и их профилактика: Тезисы I съезда науч. об-ва стоматологов Эстонии. – Тарту, 1988. – С. 259-260.

22. Результати експериментального дослідження стану періімплантної кісткової тканини у функціонуючих зубних імплантатах власної конструкції / [Ю. В. Вовк, У. К. Константін, П. Й. Галькевич, І. О. Кобильник] // Актуальні проблеми стоматології. Нові методики та технології: матеріали наук. -практ. конф. – Львів, 1998. – С. 27.
23. Результати лікування адентій зубощелепної системи пацієнтів за допомогою стоматологічних імплантів конструкції В. Ю. Вовка / Ю. В. Вовк, І. Я. Волошин, У. К. Константін [та ін. ] // Актуальні проблеми стоматології. Нові методики та технології : матеріали наук. -практ. конф. -Львів, 1998. – С. 26-27.
24. Рябоконт Е. Н. Имплантаты из окиси алюминия. Монокристаллическая форма / Е. Н. Рябоконт, В. И. Куцевляк, Л. А. Литвинов // Вестник стоматологии. – 1994. – №1. – С. 69-71.
25. Сторожев В. А. Підвищення біологічної індиферентності металевих стоматологічних імплантів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматологія» / В. А. Сторожев. – Полтава, 1992. – 18 с.
26. Тесленко О. І. Функціональна реабілітація при ортопедичному лікуванні з використанням імплантів / О. І. Тесленко // Актуал. пробл. ортопед. стоматології. – Львів, 1996. – С. 56-57.
27. Тесленко О. І. До проблеми епітеліального прикріплення внутрішньокісткових імплантів / О. І. Тесленко, І. П. Ківшик // Питання ортопедичної стоматології: зб. наук. праць. – Полтава, 1997. – С. 111-113.
28. Шурна А. Комплексная оценка биотолерантности металлов, используемых для зубных протезов / А. Шурна, С. Буожис // Новое в стоматологии. – 1998. – № 3 (63) (Спец. вып.). – С. 19-25.
29. Шутурминський В. Г. Оптимізація покриття стоматологічних імплантів / В. Г. Шутурминський // Вісник стоматології. – 1997. – №4. – С. 637-638.
30. Экспериментальная оценка остеоиндуктивных свойств синтетических материалов «Биоситалл» и «Биоситакол» при внутрикостной имплантации / В. Н. Копейкин, И. Ю. Лебедеко, М. В. Ретинская [и др. ] // Новое в стоматологии. -1995. – № 1 (Спец. вып.). – С. 25-27.
31. Экспериментальное изучение тканевой совместимости титановых имплантатов, покрытых гидроксипатитом и окисью алюминия путем плазменного напыления / А. Г. Фролов, С. Триандафиллидис, С. В. Новиков [и др. ] // Стоматология. – 1995. – №3. – С. 9-11.
32. Atmaram G. H. Stess analystis of single-tboth implants. 2. Effect of implant root length variation and preudoperiodlength ligameut incorporation / Atmaram G. H., Mohammed H. // Bioomates. Med. Devices Artif. Orgaus. – 1979. – Vol. 7, № 1. – P. 105-110.
33. Des Einfluss des Form von Aluminiumoxid-Keramik-Implantateu aut die verweildanes im Untekiefes des Hundes / K. Kristen, B. Krempien, P. Schulz [et al. ] // Dtsch. Zahnaeerzte Z. – 1978. – Bd. 33, № 5 – P. 311-318.
34. Kelles I. C. An in vivo method for the biological evolution et metal implants / Kelles I. C., Marschall G. Kaminski E. J. – Orlando, USA, 1988. – P. 407-411.
35. Lemons J. E. Dental implant retrieval analyses / Lemons J. E. // J. Dent Edu. – 1988. – № 52. – P. 748-756.
36. Lentrodt J. Die Entwicklung des Implantologic bis neute / J. Lentrodt // Dtsch. Zaharzte. Z. – 1983. – № 38. – P. 77-82.
37. Meffert R. M. The so tissue intesface in dental inplantologu / R. M. Meffert // J. Oral Impbantol. – 1988 – №8. – P. 223-226.
38. Smith D. C. Future directions for research on materials and design of dental implants / D. C. Smith // J. Deut Edu. – 1988. -№ 52. – P. 815-820.

39. Vovk Y. Experimental results research of osteointegration of the zirconium biomaterial / Vovk Y. // Congress Europerio 3, Geneva, Switzerland, June 8-11 2000. – P. 213.
40. Vovk Y. Morphological conformation of opportunities of using the biomaterial Zirconium for distraction of osteal tissue / Vovk Y., Sydoruk S. // Abstract book International congress Cranio-Maxillo-facial distraction. – Austria, Graz, 2000. – P. 18.
41. Vovk Y. V. Histological, histomorphometric, radiological and macroscopic results studying of the Zirconium / Vovk Y. V. // Abstract book of the Europerio 3. – Geneva (Switzerland), 2000, June 8-11. – P. 206.
42. Vovk Y. V. Results of experimental researching of the Zirconium biomaterial osteointegration / Vovk Y. V. // Abstract book of the jubilee ERGOB meeting. – Interlake (Switzerland), 1998. – S. 16-17.

## Резюме

### **ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОСОВМЕСТИМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИМПЛАНТАЦИИ**

**В. В. Ярко́вый, Д. Д. Киндий, Н. Н. Малюченко, О. Д. Одзубейская**

В статье представлен обзор литературных источников, в которых рассмотрены вопросы физико-механических свойств и биосовместимости стоматологических материалов для проведения имплантации.

Для стоматологической имплантации применяется большое количество материалов. Основное место занимают металлы и их сплавы, но приведенные данные о физико-механических свойствах, коррозионной стойкости, биосовместимости и других показателях противоречивы. В связи с этим проблема использования конкретного металла или сплава для изготовления имплантатов нельзя считать решенной.

Ключевые слова: стоматологическая имплантация, металлы, сплавы, биосовместимость, физико-механические свойства.

## Abstract

### **PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND BIOCOMPATIBILITY OF THE MATERIALS FOR THE IMPLANT DENTISTRY**

**V. Yarkovyy, D. Kindij, N. Malyuchenko, O. Odzhubejskaya**

The article presents an overview of the literature on the issue of the physical and mechanical properties and biocompatibility of dental materials for the implantation.

There are two views on the dynamics of the connection between the bone and the implant. Some authors believe that due to the elasticity the connective tissue absorbs the load, which is transmitted from the prosthetic device, while others are standing for the osseointegration, according to which the distance between the bone and the implant should be minimal for the best performance.

Some authors observed the certain patterns in the morphological picture, as well as the lack of exposure to the nature and character of immunoreactivity changes in the experiment and the clinical picture during the contact with different alloys. Some researches evidence that all implants are perceived by the body as foreign bodies.

Some literature sources state that comparing the tissue reaction to the implants of sapphire, titanium, Co-Cr-Mo alloy and polymethylmethacrylate (PMMA) the histological changes and inflammatory reactions around the PMMA implants and a little bit less around the Co-Cr-Mo and Ti implants are observed. The reaction in the connective tissue started with the necrosis and ended with the encapsulation of the fibrotic connective tissue. An inflammatory response in the gum tissue around the sapphire implants was not identified.

Electrode potential studies of the most used prosthetic metal alloys, the dynamics of their changes over time, polarization resistance, speed and nature of their changes showed that bio-tolerance of the structural alloys is determined by the composition and quality of the protective oxide layer.

A lot of materials are used for the implant dentistry, mainly the metals and their alloys, but according to the presented data on the physical and mechanical properties, corrosion resistance, biocompatibility and other characteristics, they have contradictions. In connection with this, the problem of use of a particular metal or alloy for the implants we can not consider as solved.

**Keywords:** implant dentistry, metals, alloys, biocompatibility, physical-mechanical properties.