

УДК 616:314-089.28-085.465:(546.821+546.831)-078.33-092.5

С.-Р.Р. Готь, М.М. Угрин, О.М. Фаль, А.Я. Баріляк, М.А. Панас

ІНТЕНСИВНІСТЬ УТВОРЕННЯ БІОПЛІВКИ НА ТИТАНОВИХ І ОКСИД-ЦИРКОНІЄВИХ ПОВЕРХНЯХ У ДОСЛІДІ *IN VIVO* НА ПРИКЛАДІ *STREPTOCOCCUS MITIS* ТА *STREPTOCOCCUS SALIVARIUS*

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Стоматологічна імплантація як метод реабілітації пацієнтів із частковою чи повною відсутністю зубів стала одним із найефективніших та найперспективніших варіантів лікування. Цей напрям медичної науки як жоден інший поєднав прагнення пацієнта до найшвидшого відновлення зубів із найменшими втратами та намагання лікаря ефективно і швидко відтворити втрачені структури й функцію. Основою для таких можливостей стало розуміння принципів остеоінтеграції, вдосконалення технічних і конструкційних рішень, оволодіння методиками направленої регенерації кісткової тканини та ін. А це сприяло позиціонуванню стоматологічної імплантації як одного з найпрогнозованіших способів лікування [5].

Успішне імплантологічне лікування — це не лише добра остеоінтеграція імплантата з усіма позитивними ефектами для кістки і м'яких тканин. Значною мірою, особливо з огляду на естетику, якість життя і задоволення пацієнта, успіх залежать від ортопедичних елементів [6]. Ідеться, зокрема, і про з'єднання «імплантат-абатмент», від якого можуть залежати тривала стабільність та успішність остаточного результату [7].

Матеріали, що використовуються для ортопедичних компонентів, відіграють важливу роль. Використання найкращих матеріалів для виготовлення абатментів, гвинтів та імплантатів дозволяє досягнути адекватної граничної міцності та втому матеріалу ортопедичних компонентів. Тому вибір матеріалів складових частин є критично важливим для оптимальних властивостей.

Досі питання взаємодії бактерій у ротовій порожнині з матеріалами імплантатів неповністю вивчене [8,9]. Мікрофлора навколо дентальних імплантатів і мікрофлора зубів схожі, тому ці мікробні патогени, які викликають періодонтити, також можуть сприяти відторгненню імплантата [10-12]. Скупчення зубного нальоту на поверхні імплантата або абатмента провокує таку саму запальну реакцію тканин ясен, як і навколо зуба [9;13;14]. Фактично доведено, що бактеріальна інфекція є однією з причин втрати імплантата. Добре відомо, що зуби, які недавно прорізалися, швидко піддаються колонізації бактерій порожнини рота. Слушно припустити, що розміщення інших видів "твердих тканин" у порожнині рота забезпечуватиме додаткові поверхні для бактеріальної адгезії та колонізації [9].

Бактеріальна адгезія безпосередньо пов'язана з характером поверхні [8;9;11]. Однак жорсткість поверхні - це не єдиний фактор, який сприяє утворенню зубної бляшки. Більше того, доведено, що ретенційним пунктом для бактерій служать дефекти поверхні (тріщини, ямки, потертості), з яких саме і починається їх поширення [9;11].

Попри результати досліджень, досі недостатньо пояснений вплив властивостей різних поверхонь біоматеріалів на здатність бактерій утворювати колонії [8;11]. Тому **метою** нашого дослідження стало вивчення в експерименті інтенсивності утворення біоплівки на титанових та оксид-цирконієвих поверхнях.

Матеріали і методи

У клінічному досліді взяли участь 9 пацієнтів у добрій фізичній формі віком 21-25 років, чоловіки і жінки [8]. Усі пацієнти дали свою письмову згоду на проведення експерименту. Критеріями вибору пацієнтів були відсутність захворювань пародонта; відсутність ротового дихання; жоден із суб'єктів не вживав антибіотики протягом останніх 6 місяців.

За тиждень до початку дослідження кожному учаснику було проведено професійну гігієну ротової порожнини зі зняттям над'ясенного зубного каменю. Стан гігієни ротової порожнини в пацієнтів визначали за допомогою гігієнічного індексу Silness-Loe [8].

Для досліді взяли три види титанових дисків (ПОКП поверхня, покриття нітритом титану і механічно полірована поверхня) й оксид-цирконієві диски. Загалом було 18 титанових (по шість на кожен вид обробки поверхні) та 18 оксид-цирконієвих дисків, які були спеціально витесані в зуботехнічній лабораторії та попередньо перед початком експерименту простерилізовані шляхом автоклавування (оксид цирконію) і гамма-стерилізації (титан).

Кожному з 9 пацієнтів було знято відбитки А-силіконом «Panasil» («Kettenbach») та виготовлено капу для фіксації дисків у ротовій порожнині.

Диски кріпилися в капі за допомогою фотополімерного композиту в ділянці премолярів та молярів верхньої щелепи з обох боків капи зі щічного боку (рис.1) [9]. З кожного боку було по два диски (один титановий та один з оксиду цирконію).

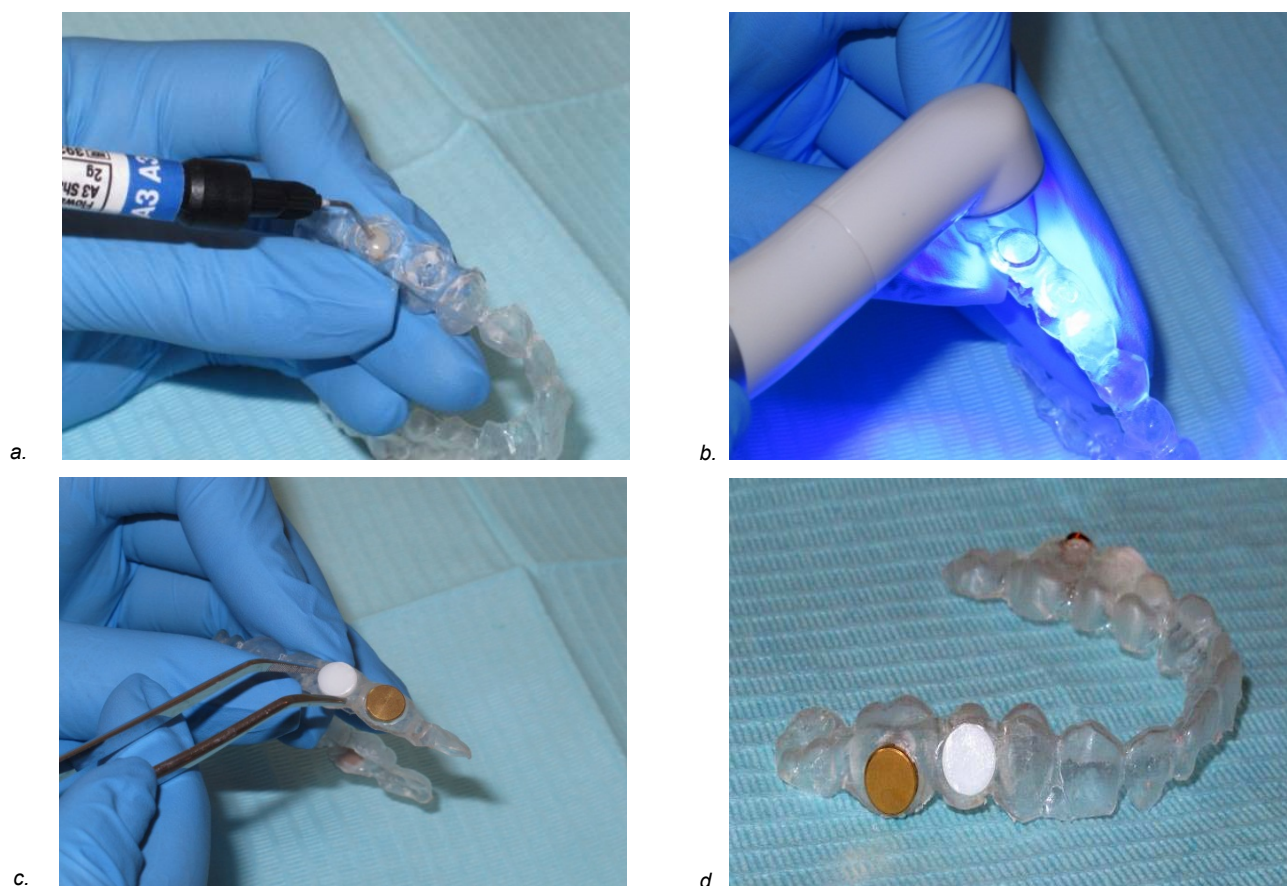


Рис. 1. Фіксація дисків у капі

Згідно з метою експерименту диски з правого боку капи підлягали очищенню щіткою, а з лівого не піддавалися жодному очищенню.

Усіх пацієнтів було поділено на чотири групи: три основні (в кожній по 3 пацієнти) і четверта – контрольна:

група 1 - диски з оксиду цирконію (ZrO_2) і титанові диски з ПОКП-поверхнею;

група 2 - ZrO_2 + диски, покриті нітридом титану;

група 3 - ZrO_2 + механічно поліровані титанові диски;

група 4 (контрольна) – ділиться на три підгрупи (залежно від основної групи); сюди ввійшли диски, які піддавалися механічному очищенню щіткою: а) ZrO_2 + ПОКП-поверхня титану; б) ZrO_2 + TiN; с. ZrO_2 + механічно поліровані титанові диски.

Після 24 годин [9] носіння капи в ротовій порожнині контрольні диски, які містилися на правому боці капи, піддавали механічному очищенню за допомогою щітки. Для очищення кожного диска брали іншу щіточку.

Після цього диски видаляли з капи за допомогою стерильного зонда і кидали в пробірки з 1 мл стерильного фізіологічного розчину. Потім проводили метод послідовних розведень для механічного роз'єднання мікроорганізмів. Він полягає в проведенні послідовних серійних розведень матеріалу, який містить мікроби, в стерильному рідкому живильному середовищі в пробірках. У кожній групі було по 12 дисків (6 основних і 6 контрольних), тому, відповідно, на кожну

групу було необхідно по 24 пробірки і всього –72 пробірки для досліду. Власне дослід проводили в три етапи: на кожному етапі брали по три волонтери з одної групи для кращої інтерпретації результатів.

Приготування десятикратних розведень: у першу пробірку ряду, в якій знаходився експериментальний диск, вносили 10,0 мл нативного препарату. У наступній стерильній пробірці ряду було 9,0 мл стерильного фіз. р-ну. У другу пробірку ряду вносили 1,0 мл нативного препарату з першої пробірки і суміш старанно перемішували.

Культивування бактерій проводили шляхом висівання матеріалу з пробірок із розведенням 1:10 на чашки Петрі на стрептококовий агар (MSA – Mitis Salivarius Agar) методом штрихових посівів. Після цього чашки Петрі ставили в термостат на 24 години при температурі $37^{\circ}C$.

Кожну чашку схематично ділили на чотири квадранти. Кожен квадрант відповідав одному з чотирьох дисків капи.

Посів матеріалу на стрептококовий агар проводили з метою виділення штаму мікроорганізмів групи "viridans" - Streptococcus mitis та Streptococcus salivarius. Mitis Salivarius Agar готували відповідно до рекомендацій Шарман [15]. Це середовище (1% телуриту калію) є досить селективним середовищем, яке дозволяє ізолювати стрептококи із сильно забруднених зразків.

Сканувальна електронна мікроскопія. Дослідження поверхонь чистих дисків за допомогою

SEM проводили в ЦККНП «Центр електронної мікроскопії та рентгенівського мікроаналізу» НАН України на базі відділу фізико-хімічних методів зміцнення матеріалів Фізико-механічного інституту НАН України. Поверхню титанових дисків досліджували сканувальним електронним мікроскопом ZEISS EVO 40XVP. Зображення поверхні отримували за допомогою реєстрації вторинних електронів (SE) (для спостереження рельєфу поверхні) шляхом сканування електронного пучка по поверхні. Збудження вторинних і відбитих електронів випромінювання здійснювали опроміненням зразків пучком електронів з енергією 15 keV. Для обробки зображень застосо-

ували програмне середовище SMARTSEM. Елементний аналіз поверхні зразків проводили за допомогою рентгеноспектрального мікроаналізатора (EPMA) з енергетичною дисперсією (EDX) Oxford INCA Energy 350, інтегрованого в систему сканувального електронного мікроскопа.

Електронно-мікроскопічні знімки сканограм поверхонь дисків із бактеріями проводили на сканувальному електронному мікроскопі JEOL T220A на базі лабораторії фізичних методів дослідження кафедри фізики Землі ЛНУ імені Івана Франка. Поверхню зразків напилували тонким шаром міді у вакуумному напилувачі ВУП-5.

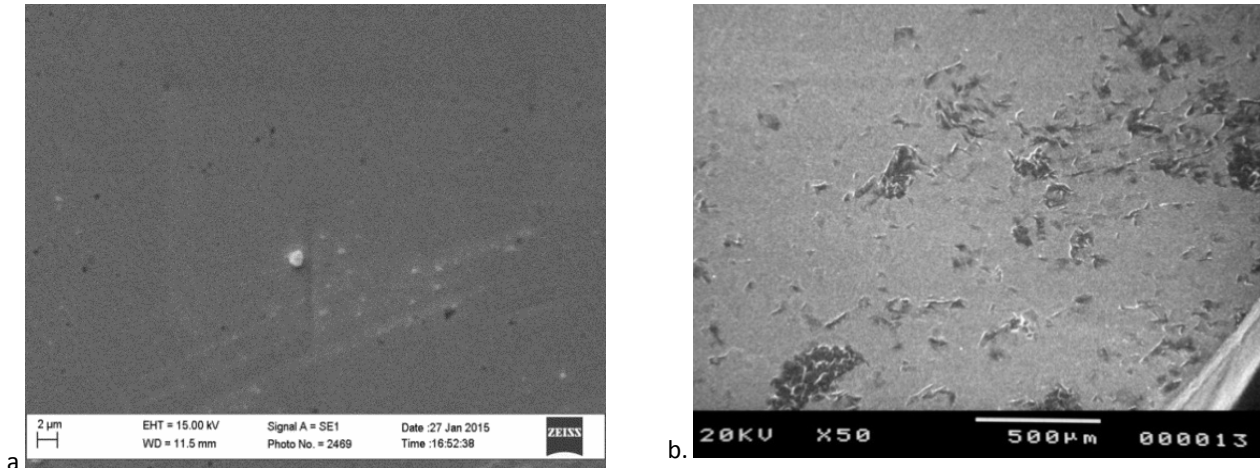


Рис. 2. SEM поверхні оксиду цирконію: а. чиста поверхня (x2000); б. поверхня, покрита бактеріями, – 12% (x50)

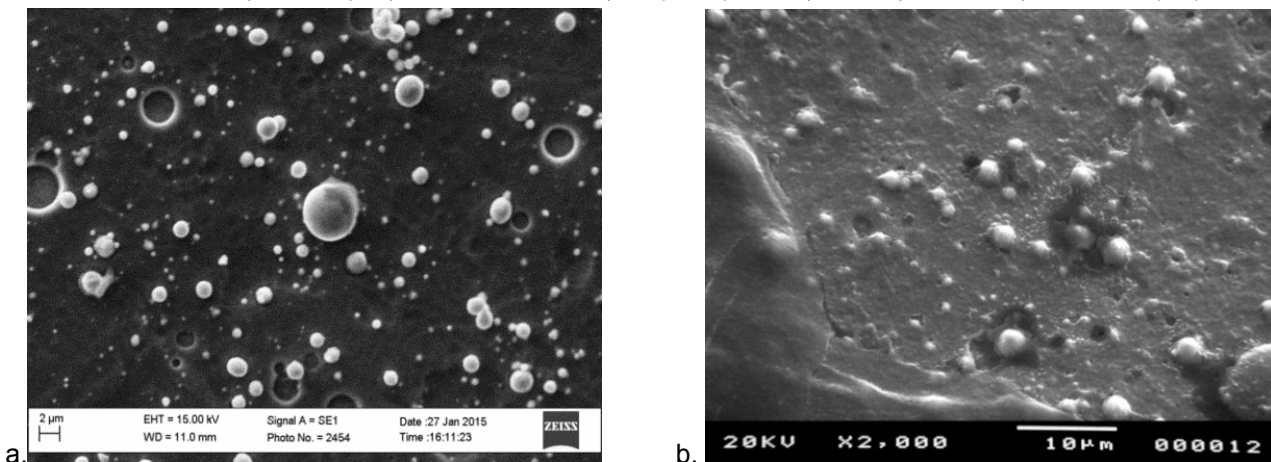


Рис. 3. SEM нітрид титанової поверхні: а. чиста поверхня (x2000); б. поверхня, покрита бактеріями, – 19% (x2000)

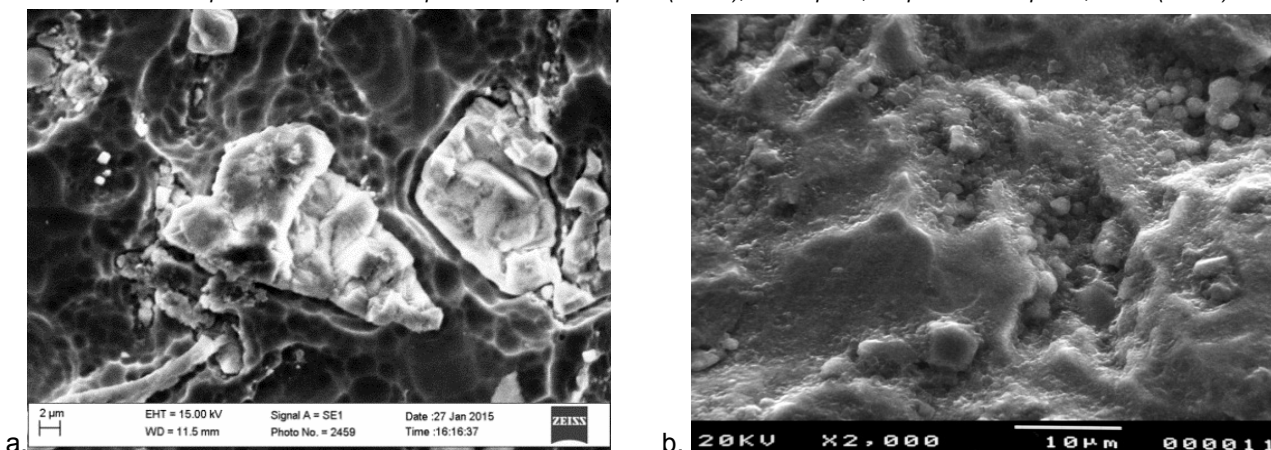


Рис. 4. SEM ПОКП-поверхні: а. чиста поверхня (x2000); б. поверхня, покрита бактеріями, – 54% (x2000)

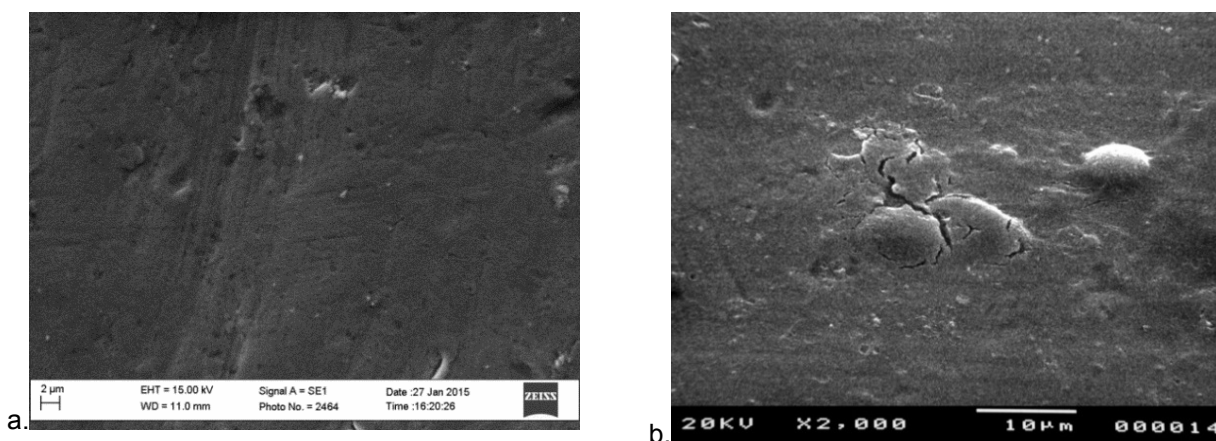


Рис. 5. СЕМ механічно полірованої поверхні титану:
а. чиста поверхня (x2000); б. поверхня, покрита бактеріями, –8% (x2000)

Статистичний аналіз. Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою програми «GraphPad InStat 3». Число колоній бактерій після посівів на поживні середовища переводили в значинами вважали вірогідною при $p < 0,05$.

Результати. Дані показані як середні значення плюс одне стандартне відхилення. Усі поверхні були заселені цими бактеріями; однак чіткі відмінності спостерігалися в різних експериментальних групах. Найбільше колоній *Streptococcus mitis* спостерігали на ПОКП-поверхні титану (рис.6-7), як

чення КУО/мл. Дані далі аналізували відносно характеру поверхні та кількості утворених колоній за допомогою варіаційного аналізу (ANOVA) і тесту Тьюкі-Крамера. Різницю між порівнюваними ве до механічного очищення, так і після. Найбільша різниця в рівні колонізації *Str. mitis* була на поверхні оксиду цирконію, де констатували найменше колоній до очищення (рис.6), а після очищення – найменше на механічно полірованій поверхні титану (рис.7).

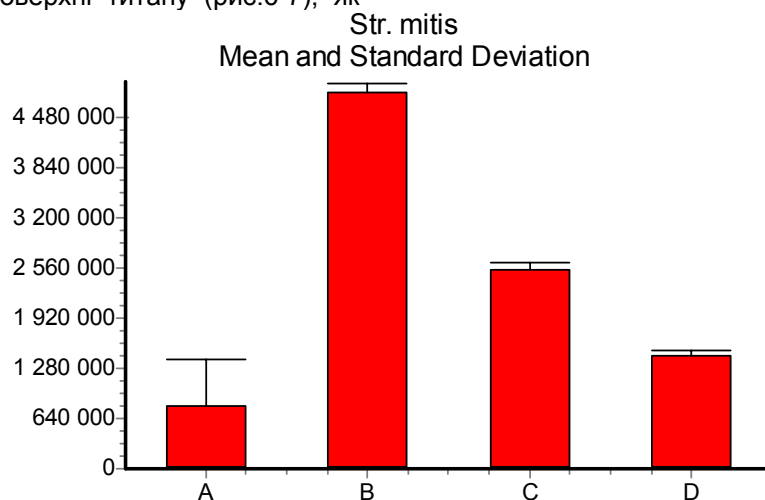


Рис. 6. Рівень колонізації *Str. mitis* на різних поверхнях: А – ZrO₂; В – ПОКП; С – TiN; D – Ti

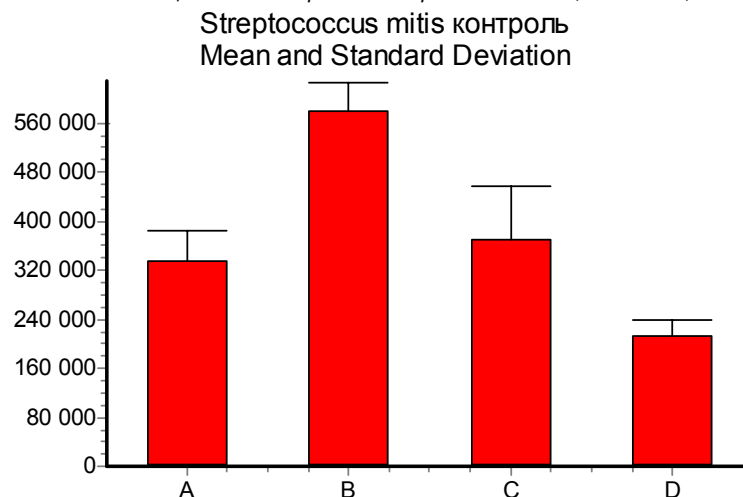


Рис.7. Рівень колонізації *Str. mitis* на різних поверхнях після механічного очищення щіточкою: А – ZrO₂; В – ПОКП; С – TiN; D – Ti

Найбільше колоній *Streptococcus salivarius* спостерігали на ПОКП-поверхні титану (рис.8, рис.9), як до механічного очищення, так і після. Найбільша різниця в рівні колонізації *Str. salivarius* була на поверхні оксиду цирконію, де констатували найменше колоній до очищення (рис.8) і після очищення (рис.9). Відносно невеликою була різниця в бактеріальній адгезії на ПОКП-поверхні та нітрид-титановій поверхні.

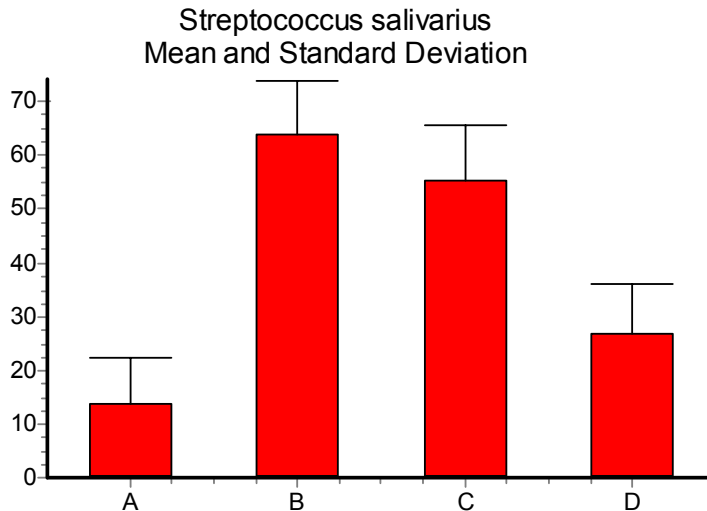


Рис.8. Рівень колонізації *Str.salivarius* на різних поверхнях: А – ZrO₂; В – ПОКП; С – TiN; D – Ti

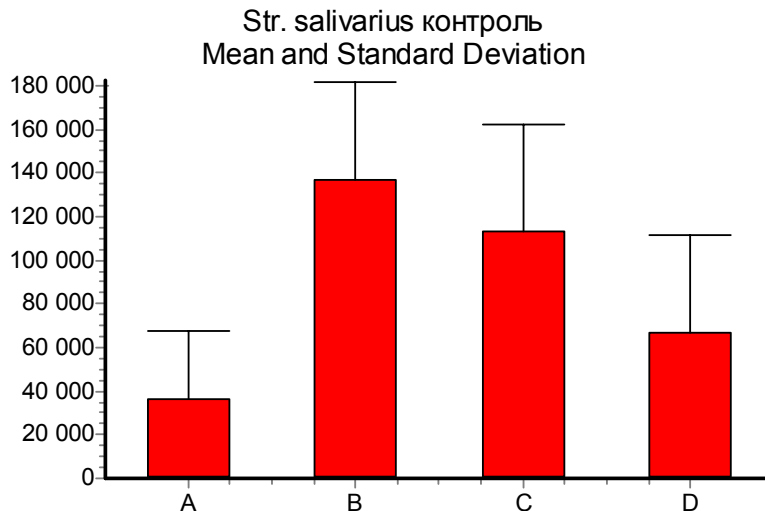


Рис.9. Рівень колонізації *Str.salivarius* на різних поверхнях після механічного очищення щіточкою: А – ZrO₂; В – ПОКП; С – TiN; D – Ti

Сканувальна електронна мікроскопія показала такі результати: поверхня дисків з оксиду цирконію була покрита бактеріями на 12%, механічно полірованого титану - на 8%, у нітриту титану покриття поверхні біоплівкою становило 19%. Найвищий відсоток був у ПОКП-поверхні, де бактерії покривали більше половини поверхні диска (54%).

Висновки

1. Ретроспективний аналіз фахових літературних джерел і власних експериментальних досліджень свідчить про те, що оксид цирконію є кращим матеріалом для імплантологічних абатментів, оскільки він має низький потенціал до бактеріальної адгезії.

2. Найменше заселення мікроорганізмами спостерігається на поверхні оксиду цирконію ($p < 0,05$), а також схожі позитивні властивості продемонструвала механічно полірована поверхня титану ($p < 0,05$). Тому саме з цих матеріалів рекомендовано виготовляти супраосальні елементи імплантатів.

3. Надмірна наявність умовно-патогенної мікрофлори у вигляді *Str. mitis* та *Str. salivarius* веде до коагрегації патогенних бактерій, і таким чином присутність цих бактерій на поверхні імплантатів може призвести до періімплантиту і подальшої втрати імплантата.

4. СЕМ показала найнижчий відсоток покриття поверхні бактеріями в механічно полірованого титану (8%) і оксиду цирконію (12%).

Література

1. Мазур И. П. Влияние гигиены полости рта на состояние тканей пародонта / И. П. Мазур // Современная стоматология. - 1999. - № 2. - С. 18–26.
2. Чумакова Ю.Г. Роль місцевих чинників порожнини рота у розвитку пародонтиту / Ю.Г. Чумакова // Імплантологія, пародонтологія, остеологія. – 2008. - №3. – С. 70-75.
3. Чумакова Ю. Г. Рациональная антибиотикотерапия в комплексном лечении больных с генерализованным пародонтитом / Чумакова Ю. Г., Басова

- С. П., Перекрест В. В. // Український медичний часопис. - 2000. - № 6 (20). - С. 69–74.
4. Шварц Ф. Периимплантит: Этиология, диагностика и лечение / Шварц Ф., Бекер Ю. // ГалДент, 2014. - 300 с.
 5. Block M. What is osteointegration? / Block M., Kent J. // Int. J. Periodont. Res. Dent. - 1987. - Vol.7. - P. 9.
 6. Carr A.B. Successful long-term treatment outcomes in the field of osseointegrated implants: prosthodontics determinants / Carr A.B. // Int. J. Prosthodont.- 1998;11(5):502-512.
 7. Steinebrunner L. Implant-abutment interface design affects fatigue and fracture strength of implants / Steinebrunner L. // Clin. Oral Implants Res. - 19: 12, 1276-1284.
 8. Bacterial adhesion on titanium nitride coated and uncoated implants: an in vivo human study / Scarano A., Piattelli M., Vrespa G. [et al.] // Journal of Oral Implantology.- Vol. XXIX/No. Two/2003.
 9. Bacterial adhesion on commercially pure Titanium and Zirconium Oxide discs: an in vivo human study / Scarano A., Piattelli M., Caputi S. [et al.] // J. Periodontology. - Volume 75, Number 2.
 10. Karabuda Z.C. Stability, marginal bone loss and survival of standard and modified sand-blasted, acid-etched implants in bilateral edentulous spaces: a prospective 15-month evaluation / Karabuda Z.C., Abdel-Haq J., Arisan V. // Clin. Oral Impl. - Res. 22, 2011; 840–849.
 11. Motta M., de Freitas, da Silva, Pereira C.; Groisman. Comparative Analysis of Microorganism Species Succession on Three Implant Surfaces With Different Roughness: An In Vivo Study. Implant dentistry. Vol. 20, 2 2011.
 12. Stability change of chemically modified sand-blasted/acid-etched titanium palatal implants. A randomized controlled clinical trial / Schätzle M., Männchen R., Balbach U. // Clin. Oral Impl. - Res. 20, 2009; 489–495.
 13. Szmukler-Moncler S. Etched Implants: A Comparative Surface Analysis of Four Implant Systems / Szmukler-Moncler S., Testori T., Bernard J.P. // J. Biomed. Mater. Res B Appl Biomater. - 2004 Apr 15;69(1):46-57.
 14. The Straumann SLA® Implant Surface: Clinically Proven Reduced Healing Time. Straumann.
 15. Chapman G. H. Am. J. Digestive Diseases. 1946;13: 105.

**Стаття надійшла
03.02.2017 р.**

Резюме

На сьогодні недостатньо вивчені в порівнянні інтенсивність утворення біоплівки, характер мікрофлори і вплив на м'які тканини різних матеріалів для імплантатів. Бактеріальна адгезія безпосередньо пов'язана з характером структури поверхні. Відомо, що інтенсивність бактеріальної адгезії різниться залежно від самого матеріалу. Для дослідження було взято три види титанових дисків (нітрид титану, механічно полірований титан і пікоструминно оброблена і кислотно протравлена поверхня титану) та оксид-цирконієві диски. Вивчали колонії бактерій, які утворилися на даних зразках.

Мета: вивчити в експерименті інтенсивність утворення біоплівки на титанових і оксид-цирконієвих поверхнях.

У клінічній частині мікробіологічного дослідження *in vivo* взяли участь 9 пацієнтів. Для кожного пацієнта виготовляли знімну штамповану капу, де в ділянці премолярів і молярів із вестибулярного боку прикріплювали експериментальні диски за допомогою фотополімерного композиту. Після 24 годин диски забирали з ротової порожнини та кидали в пробірки зі стерильним фізіологічним розчином. Після цього проводили посів на стрептококовий агар для ідентифікації кількості колоній *Streptococcus mitis* і *Streptococcus salivarius*. Також проводили сканувальну електронну мікроскопію чистих поверхонь та поверхонь із біоплівою, щоб оцінити площу дисків, покриті бактеріями.

Результати: всі поверхні були заселені бактеріями; однак чіткі відмінності спостерігалися в різних експериментальних групах. Найбільше колоній *Streptococcus mitis* спостерігали на ПОКП-поверхні титану, як до механічного очищення, так і після. Найбільша різниця в рівнях колонізації *Str. mitis* була на поверхні оксиду цирконію, де констатували найменше колоній до очищення, а після очищення – найменше на механічно полірованій поверхні титану. Найбільше колоній *Streptococcus salivarius* спостерігали на ПОКП-поверхні, як до механічного очищення, так і після. Найменше колоній було на цирконії, як до очищення, так і після. Відносно невеликою була різниця в інтенсивності утворення біоплівки на ПОКП-поверхні та нітрид-титановій поверхні.

Висновки

1. Найменше заселення мікроорганізмами спостерігається на поверхні оксиду цирконію ($p < 0,05$), а також схожі позитивні властивості продемонструвала механічно полірована поверхня титану ($p < 0,05$). Тому саме з цих матеріалів рекомендовано виготовляти супраосальні елементи імплантатів.

2. Надмірна наявність умовно-патогенної мікрофлори у вигляді *Str. mitis* та *Streptococcus salivarius* веде до коагрегації патогенних бактерій, і таким чином присутність цих бактерій на поверхні імплантатів може призвести до періимплантиту і подальшої втрати імплантата.

3. СЕМ показала найнижчий відсоток покриття поверхні бактеріями в механічно полірованого титану (8%) і оксиду цирконію (12%).

Ключові слова: біоплівка, бактеріальна адгезія, оксид цирконію, дентальні абатменти, титанові диски, стрептококи, стрептококовий агар.

Резюме

Сегодня недостаточно изучены в сравнении интенсивность образования биопленки, характер микрофлоры и воздействие на мягкие ткани различных материалов для имплантатов. Бактериальная адгезия

непосредственно связана с характером структуры поверхности. Известно, что интенсивность бактериальной адгезии отличается в зависимости от самого материала. Для исследования были взяты три вида титановых дисков (нитрид титана, механически полированный титан, пескоструйно обработанная и кислотнo протравленная поверхность титана) и оксид-циркониевые диски. Изучали колонии бактерий, которые образовались на данных образцах.

Цель: изучить в эксперименте интенсивность образования биопленки на титановых и оксид-циркониевых поверхностях.

Материалы и методы: в клинической части микробиологического исследования *in vivo* приняли участие 9 пациентов. Для каждого пациента изготавливали съемную штампованную капу, где в области премоляров и моляров с вестибулярной стороны приклеивали экспериментальные диски с помощью фотополлимерного композита. После 24 часов диски забирали из ротовой полости и бросали в пробирки со стерильным физиологическим раствором. После этого проводили посев на стрептококковый агар для идентификации количества колоний *Streptococcus mitis* и *Streptococcus salivarius*. Также проводили сканирующую электронную микроскопию чистых поверхностей и поверхностей с биопленкой, чтобы оценить площадь дисков, покрытую бактериями.

Результаты: все поверхности были заселены бактериями, однако четкие различия наблюдались в различных экспериментальных группах. Больше колоний *Streptococcus mitis* наблюдалось на ПОКП-поверхности титана, как до механической очистки, так и после. Наиболее яркая разница в уровне колонизации *Str. mitis* была на поверхности оксида циркония, где констатировали меньше колоний до очистки, а после очистки - меньше на механически полированной поверхности титана. Больше колоний *Streptococcus salivarius* наблюдалось на ПОКП-поверхности, как до механической очистки, так и после. Меньше колоний было на цирконии, как до очистки, так и после. Относительно небольшой была разница в интенсивности образования биопленки на ПОКП-поверхности и нитрид-титановой поверхности.

Выводы

1. Меньшее заселение микроорганизмами наблюдается на поверхности оксида циркония ($p < 0,05$), а также похожие положительные свойства продемонстрировала механически полированная поверхность титана ($p < 0,05$). Поэтому именно из этих материалов рекомендуется изготавливать супраоссальные элементы имплантатов.

2. Чрезмерное наличие условно-патогенной микрофлоры в виде *Str. mitis* и *Streptococcus salivarius* ведет к коагрегации патогенных бактерий, и таким образом присутствие этих бактерий на поверхности имплантатов может привести к периимплантитам и дальнейшей потере имплантата.

3. СЕМ показала наименьший процент покрытия поверхности бактериями в механически полированно-го титана (8%) и оксида циркония (12%).

Ключевые слова: биопленка, бактериальная адгезия, оксид циркония, дентальные абатменты, титановые диски, стрептококки, стрептококковый агар.

UDC616:314-089.28-085.465:(546.821+546.831)-078.33-092.5

THE INTENSITY OF BIOFILM FORMATION ON TITANIUM AND ZIRCONIA ABUTMENTS DURING TREATMENT WITH IMPLANT-SUPPORTED PROSTHESES

S.-R. R. Ghot, M.M. Ugrin, O.M. Fal, A.Ya. Baryliak, M.A. Panas

Danylo Galytsky Lviv National Medical University

Summary

Bacterial adhesion is directly related to the character of the surface structure. It is also known that the adhesion intensity of bacteria varies depending on the material but there are not many studies which compare the intensity of biofilm formation, its bacteria and the impact on soft tissues. The microflora around dental implants appears to be similar to that which found around natural teeth and, thus, microbial pathogens associated with periodontitis may also contribute to implant failures. The surface of supraosseous implant elements is essential for the dental plaque formation and studies of its properties would prevent the process of periimplantitis. For the experiment three types of titanium disks (mechanically polished, sandblasted and acid-etched and Titanium Nitride surface) and zirconium oxide discs were used. We studied the bacterial colony formation on these samples. Experiment showed different adhesion properties of the bacteria depending on the surface character of the experimental material.

The aim is to assess the intensity of biofilm formation on titanium and zirconia surfaces in an experimental study.

Materials and methods: nine patients participated in this study. A removable acrylic device was adapted on the upper jaw with the two discs on each side which were glued to the buccal aspect of device in the molar-premolar region. After 24 hours all discs were removed into a sterile test tube and processed for microbiological study to identify two bacterial colonies *Streptococcus mitis* and *Streptococcus salivarius*. Scanning with electron microscopy was processed to evaluate the area of clean surface and the surface covered with bacteria. Statisti-

cal evaluation was done with *GraphPad InStat 3* program.

Results: Microbiological study in vivo showed that all surfaces were covered with bacteria. However, some differences were observed in different experimental groups. Most colonies of *Streptococcus mitis* were formed on the sandblasted/acid-etched titanium surface before the mechanical cleaning and after. The most significant difference in colonization of *Str. mitis* was on the surface of zirconium oxide, which had the smallest amount of colonies before mechanical cleaning, and after the cleaning the fewest *Str. mitis* colonies were on the polished titanium surface. The greatest amount of *Streptococcus salivarius* colonies was observed on sandblasted/acid-etched titanium surface and the smallest - on zirconium. Relatively small difference in intensity of biofilm formation was seen amid sandblasted/acid-etched and Titanium Nitride surfaces.

Conclusion: 1. The lowest adhesive properties of microorganisms were observed on the zirconium oxide surface ($p < 0.05$) and mechanically polished surface of titanium ($p < 0.05$). Therefore, it is recommended to use these materials for dental abutments. 2. Excessive presence of such bacteria as *Str. mitis* and *Str. salivarius* leads to pathogenic bacteria coaggregation, and thus the presence of these bacteria on the surfaces of the implants can cause periodontitis and subsequent loss of the implant. 3. SEM showed the lowest percentage of bacterial adhesion on mechanically polished titanium (8%) and zirconium oxide surface (12%).

Key words: biofilm, bacterial adhesion, zirconia dental abutments, titanium disks, streptococcus, streptococcal agar.