

УДК 616.314-089.29-13-078.82
DOI 10.11603/2311-9624.2018.4.9345

©С.-Р. Р. Готь, М. М. Угрин, Т. Г. Гутор, О. Л. Бондарчук

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
(sofiyagot@gmail.com)

Інтенсивність утворення біоплівки на титанових опорних елементах імплантатів на прикладі полімеразної ланцюгової реакції у реальному часі та бактеріальних посівів

Резюме. Титан володіє унікальним поєднанням міцності, легкої ваги та біосумісності, завдяки чому опорні елементи імплантатів (абатменти) з цього матеріалу є вибором № 1 при заміщенні бічних дефектів. Характеристики поверхні абатмента, що включають хімічний склад, вільну поверхневу енергію (SFE) та жорсткість, впливають на утворення біоплівки, яка є основним фактором виникнення періімплантитів. Періімплантні ділянки колонізуються тими самими бактеріями, що й спричиняють пародонтальні захворювання, а саме: *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythensis*, *P. intermedia*. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) у реальному часі може здійснити пряму ідентифікацію цих пародонтопатогенів за рахунок визначення кількісного вмісту специфічного фрагмента ДНК у зразках.

Мета дослідження – вивчити інтенсивність утворення біоплівки на титанових опорних елементах імплантатів на прикладі полімеразної ланцюгової реакції у реальному часі та бактеріальних посівів. **Матеріали і методи.** У досліді взяли участь 14 пацієнтів, які проходили лікування в Центрі стоматологічної імплантації та протезування «ММ». Кожному із них проводили дентальну імплантацію та встановлювали титанові опорні елементи імплантатів (абатменти). Дослідження проходило у 3 етапи, де при кожному візиті проводили полімеразну ланцюгову реакцію в реальному часі та бактеріальні посіви. При першому візиті забір матеріалу виконували навколо зуба за тиждень перед встановленням опорних елементів імплантатів. На другому візиті забір матеріалу проводили навколо титанових абатментів. Третій візит відбувався через 3 місяці після встановлення абатментів.

Результати досліджень та їх обговорення. У дослідженні було проведено 42 тести ПЛР у реальному часі та 42 бактеріологічних посіви. Реєстрацію та облік результатів ПЛР виконували автоматично програмним забезпеченням RealTime_PCR. Інтерпритацію результатів проводили згідно зі стандартною таблицею кількості мікроорганізмів у біотопі пародонтальної кишені (LgГЕ/зразок). Відповідно до даної таблиці у біотопі пародонтальної кишені (LgГЕ/зразок) в 3 пацієнтів перевищували показники загальної бактеріальної маси ПЛР навколо титанових абатментів на другому етапі (другий візит), в одного з цих пацієнтів також була перевищена норма кількості *P. gingivalis* та *Tr. denticola*. На третьому етапі дослідження (третій візит) 5 пацієнтів мали перевищення показників загальної бактеріальної маси ПЛР, в одного з них додатково ідентифікували перевищення норми кількості *T. forsythensis*. Результати подані у вигляді середнього значення показників (M±SE) та відсотка±похибки відсотка, тобто відсотка виявлених мікроорганізмів.

Висновки. Результати дослідження показали перевищення показників загальної бактеріальної маси ПЛР навколо титанових абатментів другому етапі дослідження (другий візит) у 3 пацієнтів та на третьому етапі (третій візит) – у 5 осіб. Найвище середнє значення та найбільший відсоток виявлення був у *P. gingivalis*, що є ключовим пародонтопатогеном «червоного» комплексу. Однак норма кількості *P. gingivalis* навколо титанових опорних елементів перевищувала лише в одного суб'єкта дослідження. Такі результати підтверджують, що титан є надійним матеріалом для заміщення дефектів зубів у бічних ділянках.

Ключові слова: біоплівка; титан; абатмент; опорні елементи імплантатів.

©С.-Р. Р. Готь, М. М. Угрин, Т. Г. Гутор, А. Л. Бондарчук

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого

Интенсивность образования биопленки на титановых опорных элементах имплантатов на примере полимеразной цепной реакции в реальном времени и бактериальных посевов

Резюме. Титан обладает уникальным сочетанием прочности, легкого веса и биосовместимости, благодаря чему опорные элементы имплантатов (абатменты) из этого материала является выбором № 1

при замещении боковых дефектов. Характеристики поверхности абатмента, которые включают химический состав, свободную поверхностную энергию (SFE) и жесткость, влияют на образование биопленки, которая является основным фактором возникновения периимплантита. Периимплантные участки колонизируются теми же бактериями, которые и вызывают пародонтальные заболевания, а именно: *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythensis*, *P. intermedia*. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) в реальном времени может осуществить прямую идентификацию этих пародонтопатогенов за счет определения количественного содержания специфического фрагмента ДНК в образцах.

Цель исследования – изучить интенсивность образования биопленки на титановых опорных элементах имплантатов на примере полимеразной цепной реакции в реальном времени и бактериальных посевов.

Материалы и методы. В опыте приняли участие 14 пациентов, проходивших лечение в Центре стоматологической имплантации и протезирования «ММ». Каждому из них проводили дентальную имплантацию и устанавливали титановые опорные элементы имплантатов (абатменты). Исследование проходило в три этапа, где на каждом визите проводили полимеразную цепную реакцию в реальном времени и бактериологические посевы. На первом визите забор материала проводили вокруг зуба за неделю перед установкой опорных элементов имплантатов. На втором визите забор материала проводили вокруг титановых абатментов. Третий визит происходил через 3 месяца после установки абатментов.

Результаты исследований и их обсуждение. В исследовании было проведено 42 тесты ПЦР в реальном времени и 42 бактериологических посева. Регистрация и учет результатов ПЦР проводился автоматическим программным обеспечением RealTime_PCR. Интерпритация результатов проводилась согласно стандартной таблице количества микроорганизмов в биотопе пародонтального кармана (LgГЭ/образец). Согласно данной таблице в биотопе пародонтального кармана (LgГЭ/образец) 3 пациентов имели превышение показателей общей бактериальной массы ПЦР вокруг титановых абатментов на втором этапе (второй визит), у одного из этих пациентов также была превышена норма количества *P. gingivalis* и *Tr. denticola*. На третьем этапе исследования (третий визит) 5 пациентов имели превышение показателей общей бактериальной массы ПЦР, у одного из них дополнительно идентифицировали превышение нормы количества *T. forsythensis*. Результаты представлены в виде среднего значения показателей ($M \pm SE$) и процента погрешности процента, то есть процента выявленных микроорганизмов.

Выводы. Результаты исследования показали превышение показателей общей бактериальной массы ПЦР вокруг титановых абатментов на втором этапе исследования (второй визит) в 3 пациентов и на третьем этапе (третий визит) – в 5 пациентов. Высшее среднее значение и высокий процент обнаружения был в *P. gingivalis*, что является ключевым пародонтопатогеном «красного» комплекса. Однако норма количества *P. gingivalis* вокруг титановых опорных элементов превышала только у одного субъекта исследования. Такие результаты подтверждают, что титан является надежным материалом для замещения дефектов зубов в боковых участках.

Ключевые слова: биопленка; титан; абатмент; опорные элементы имплантатов.

©S.-R. Got, M. M. Uhryn, T. G. Gutor, O. L. Bondarchuk

Danylo Halytskyi Lviv National Medical University

The results of biofilm formation intensity on titanium abutments using real-time polymerase chain reaction and microbiological culture

Summary. Titanium has a unique combination of strength, light weight and biocompatibility, so that the supporting elements of the implants (abutment) made of this material are the number 1 choice when replacing lateral occlusal defects. Characteristic of the abutment surface which includes the chemical composition, free surface energy (SFE) and stiffness affect the biofilm formation which is the main cause of periimplantitis. Periimplant sites are colonized by the same bacteria that cause periodontal diseases, namely: *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythensis*, *P. intermedia*. Real-time polymerase chain reaction can directly identify these periodontal pathogens by determining the quantitative content of a specific DNA fragment in a sample.

The aim of the study – to learn the intensity of the biofilm formation on titanium abutments using real-time polymerase chain reaction and bacterial cultures.

Materials and Methods. There were 14 patients in the study who were treated in MM Dental Implants and Prosthetics Center. Each patient underwent dental implantation and got titanium abutments placed in their mouth. The study was conducted in three stages, in which each visit was followed by real-time polymerase chain reaction and bacteriological cultures. On the first visit, samples were taken around the tooth, one week

before the abutment placement. On Visit 2, samples were taken from the periimplant sulcus around titanium abutments. Visit 3 was in 3 months after the abutment placement.

Results and Discussion. During the study 42 real-time PCR tests and 42 bacteriological cultures were performed. Registration and record of PCR results were performed automatically by RealTime_PCR software. Interpretation of the results was carried out in accordance with the standard table of microorganisms in the biotope of the periodontal pocket (Lg GE / sample). According to this table, in the biotope of the periodontal pocket (Lg CE / sample), three patients had an excess of the total bacterial mass of PCR around the titanium abutment in the second stage (visit No. 2), one of these patients also had a higher number of *P.gingivalis* and *Tr.denticola*. At the third stage of the study (visit No. 3), five patients had the high numbers of the total bacterial mass, one of these patients showed an increased number of *T.forsythensis*. The results were presented as mean ($M \pm SE$) and percent \pm percentage errors, that is the percentage of the detected bacteria.

Conclusions. The results of the study showed an increased number of the total bacterial mass of PCR around titanium abutments in three patients at the second stage of the study (visit No. 2) and in five patients at the third stage (visit No. 3). The highest mean and highest percentage of the detection was in *P.gingivalis*, which is the keystone pathogen of the “red” complex. However, only one subject of the study showed an increased amount of *P.gingivalis* around the titanium abutments. These results confirm that Titanium is a reliable material for replacing the tooth defects in lateral areas.

Key words: biofilm; titanium; abutment; supporting elements of implants.

Вступ. Титан – це єдиний елемент, що володіє унікальним поєднанням міцності, легкої ваги та біосумісності, а також він надзвичайно витривалий. Також має високу стійкість до корозії та найвище співвідношення сили до ваги з усіх відомих елементів [4, 5]. Через унікальні фізичні властивості титану, опорні елементи імплантатів (абатменти) з цього матеріалу є вибором № 1 при заміщенні бічних дефектів. Характеристики поверхні абатмента, що включають хімічний склад, вільну поверхневу енергію (SFE) та жорсткість, впливають на утворення біоплівки. Досліди *in vivo* та *in vitro* визначили, що збільшення жорсткості поверхні призводить до посилення адгезії бактерій і відповідно накопичення біоплівки [9]. У досліді *in vitro* із залученням СЕМ досліджували прикріплення оральних бактерій до титанових дисків із різними характеристиками поверхонь, і продемонструвати найбільшу адгезію до шорохуватих поверхонь [10]. Дентальна біоплівка є основним фактором виникнення періімплантитів, що є найпоширенішою причиною втрати імплантата [7]. Періімплантні ділянки колонізуються тими самими бактеріями, що й спричиняють пародонтальні захворювання. Серед них домінують грамнегативні анаероби, а саме: *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythensis*, *P. intermedia* [6, 8]. Найінформативніші результати кількісного та якісного складу мікрофлори періімплантних ділянок надає полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) в реальному часі [1–3]. Саме ПЛР може здійснити пряму ідентифікацію пародонтопатогенів

за рахунок визначення кількісного вмісту специфічного фрагмента ДНК у зразках.

Метою дослідження було вивчити інтенсивність утворення біоплівки на титанових опорних елементах імплантатів на прикладі полімеразної ланцюгової реакції у реальному часі та бактеріальних посівів.

Матеріали і методи. У досліді взяли участь 14 пацієнтів, які проходили лікування в Центрі стоматологічної імплантації та протезування «ММ». Дослідження було схвалено комісією з етики. Усі пацієнти отримали детальний опис лікування для підписання інформативної згоди. Кожній особі проводили дентальну імплантацію та встановлювали титанові опорні елементи імплантатів (абатменти).

За тиждень до початку ортопедичного етапу лікування обстеженим виконували професійну гігієну ротової порожнини. Дослідження проходило у 3 етапи, де при кожному візиті проводили полімеразну ланцюгову реакцію в реальному часі та бактеріологічні посіви. При першому візиті забір матеріалу виконували навколо зуба за тиждень перед встановленням опорних елементів імплантатів. На другому візиті забір матеріалу проводили навколо титанових абатментів. Третій візит відбувався через 3 місяці після встановлення абатментів.

Методика забору біоматеріалу: забір біоматеріалу для ПЛР виконували паперовими пінами № 30, які вводили в ясенну або періімплантну борозну на 10–15 с (рис. 1). Після цього пін витягали та поміщали в пластикову пробірку «Епендорф» об'ємом 1,5 мл і відправляли в лабораторію. Матеріал для бактеріологіч-



Рис. 1. Забір біоматеріалу з періімплантної борозни навколо титанових опорних елементів для проведення полімеразно ланцюгової реакції у режимі реального часу.



Рис. 2. Забір біоматеріалу з періімплантної борозни для проведення бактеріологічних посівів.

ного дослідження брали за допомогою кюрети, яку поміщали у періімплантну борозну навколо абатмента (рис. 2), а потім її вміст витирали об стерильний ватний тампон одноразового використання, який поміщали у пробірку із транспортним середовищем. Аналізи проводили в ПЛР-лабораторії Київської міської клінічної лікарні № 4. Застосовували тестову систему «Стоматофлор» (реєстраційне посвідчення № 12407/2013 від 15.02.2013), яка дозволяє проводити якісну та кількісну оцінку.

Результати досліджень та їх обговорення.

На кожному етапі-візиті було проведено 14 полімеразних ланцюгових реакцій у реальному часі та 14 бактеріологічних посівів. Усього в дослідженні зроблено по 42 процедури кожного досліду. Реєстрацію та облік результатів ПЛР проводили автоматично програмним забезпеченням RealTime_PCR для ампліфікаторів детектуючих. Інтерпритували результати згідно зі стандарт-

ною таблицею кількості мікроорганізмів у біотопі пародонтальної кишені (Lg GE/зразок).

Відповідно до таблиці кількості мікроорганізмів у біотопі пародонтальної кишені (Lg GE/зразок) 3 пацієнтів мали перевищення показників загальної бактеріальної маси ПЛР навколо титанових абатментів на другому етапі (другий візит), у одного з цих пацієнтів також була перевищена норма кількості *P. gingivalis* та *Tr. denticola*. На третьому етапі дослідження (третій візит) 5 пацієнтів мали перевищення показників загальної бактеріальної маси ПЛР, в одного з цих пацієнтів додатково ідентифікували перевищення норми кількості *T. forsythensis*.

Результати подані у вигляді середнього значення показників (M±SE) та відсотка±похибки відсотка, тобто відсотка виявлених мікроорганізмів.

Середнє значення (СЗ) показників з кожного мікроорганізму подано у таблиці 1.

Таблиця 1. Середнє значення (M±SE) показників з кожного мікроорганізму в полімеразно ланцюговій реакції та бактермальних посівах

ПЛР	<i>A. actinomycetemcomitans</i>	<i>P. gingivalis</i>	<i>T. forsythensis</i>	<i>T. denticola</i>	<i>P. intermedia</i>	<i>Candida albicans</i>	Загальна бакт. маса	КВМ
Перший візит	–	3,2±0,6	3,1±0,7	2,9±0,9	1,4±0,8	2,6±1,3	5,7±0,3	3,2±0,1
Другий візит	–	3,0±0,4	2,5±0,3	2,9±0,6	2,1±0,7	2,6±0,7	5,5±0,3	3,3±0,1
Третій візит	2,5	2,7±0,4	2,9±0,5	2,2±0,3	1,2±0,3	2,9±1,0	6,0±0,3	3,1±0,2
БАК	<i>St. epidermidis</i>	<i>Candida</i>	<i>Ent. cloacal</i>	<i>St. saprophyticus</i>	<i>Str. viridans</i>	<i>Ent. aerogenes</i>	<i>E. coli</i>	
Перший візит	(2,5±2,5) x107	(1,4±1,2) x108	(2,3±1,3) x107	(3,8±2,4) x106	(3,4±2,1) x107	–	1,0x108	
Другий візит	(2,5±2,5) x106	(1,3±1,2) x105	5,0x105	(1,5±1,2) x106	(7,8±6,2) x107	1,0x107	5,0x108	
Третій візит	(9,0±6,0) x106	(1,7±1,7) x105	1,0x104	5,0x105	(6,8±2,0) x107	–	1,0x106	

ПЛР: бактерія *P. gingivalis* показала найвище середнє значення при першому та другому візитах. На третьому візиті найвище СЗ мала *Candida albicans* (2,9±1,0). *Pr. intermedia* мала найнижче СЗ при усіх третіх візитах. *A. actinomycetemcomitans* навколо титанового абатменту було ідентифіковано лише в одного пацієнта на третьому візиті.

Бактеріальні посіви: найвище СЗ при першому візиті було у *Candida* (1,4±1,2), на другому візитах та третьому – у *Str. viridans*. Щодо найнижчого СЗ, то при першому візиті дані результати продемонстровані *St. saprophyticus*,

а на другому та третьому візитах – *Candida* були лише в одного пацієнта при кожному візиті.

Відсоток і ± похибку відсотка виявлення мікроорганізмів показано у таблиці 2.

ПЛР: найвищий відсоток виявлення на усіх візитах був у *P. gingivalis* (табл. 2). Найнижчий відсоток виявлення був у *C. albicans* при першому візиті, на другому візиті однакові результати розділили *C. albicans*, *Tr.denticola* та *Pr. intermedia* (28,6±12,1). Третій візит продемонстрував найменше виявлення у *A. actinomycetemcomitans*.

Таблиця 2. Відсоток±похибка відсотка виявлення мікроорганізмів у полімеразно ланцюговій реакції та бактеріальних посівах

ПЛР	<i>A. actinomycetemcomitans</i>	<i>P. gingivalis</i>	<i>T. forsythensis</i>	<i>T. denticola</i>	<i>P. intermedia</i>	<i>Candida albicans</i>	Загальна бакт. маса	КВМ	
Перший візит	0	71,4±12,1	57,1±13,2	35,7±12,8	42,9±13,2	14,3±9,4	100±0	100±0	
Другий візит	0	85,7±9,4	78,6±11	28,6±12,1	28,6±12,1	28,6±12,1	100±0	100±0	
Третій візит	7,1±6,9	78,6±11	64,3±12,8	42,9±13,2	42,9±13,2	14,3±9,4	100±0	100±0	
БАК	<i>St. epidermidis</i>	<i>Candida</i>	<i>Ent. cloacal</i>	<i>St. saprophyticus</i>	<i>Str. viridans</i>	<i>Ent. aerogenes</i>	<i>E.coli</i>	<i>M. morganii</i>	<i>St. aureus</i>
Перший візит	28,6±12,1	28,6±12,1	21,4±11	28,6±12,1	42,9±13,2	0	7,1±6,9	0	7,1±6,9
Другий візит	28,6±12,1	28,6±12,1	14,3±9,4	28,6±12,1	57,1±13,2	7,1±6,9	7,1±6,9	0	7,1±6,9
Третій візит	57,1±13,2	21,4±11	7,1±6,9	7,1±6,9	42,9±13,2	0	7,1±6,9	7,1±6,9	0

Бак. посіви: *Str. viridans* мав найбільші показники відсотка виявлення на першому та другому візитах. На третьому візиті – *S. epidermidis*. Найменший відсоток виявлення був у *E. coli* та *St. aureus* (7,1±6,9) – при першому візиті; у *Ent. aerogenes*, *E. coli* та *St. aureus* (7,1±6,9) – на другому візиті; у *Ent. cloacal*, *St. saprophyticus*, *E. coli*, *M. morganii* (7,1±6,9) – при третьому візиті. Нулем позначені бактерії, яких не було виявлено у пацієнтів при посівах на кожному етапі.

Висновки. Результати показали перевищення показників загальної бактеріальної

маси ПЛР навколо титанових абатментів на другому етапі дослідження (другий візит) у 3 пацієнтів та на третьому етапі (третій візит) – у 5 пацієнтів. Найвище середнє значення та найвищий відсоток виявлення був у *P. gingivalis*, що є ключовим пародонтопатогеном «червоного» комплексу. Однак норма кількості *P. gingivalis* навколо титанових опорних елементів перевищувала лише в одного суб'єкта дослідження. Такі результати підтверджують, що титан є надійним матеріалом для заміщення дефектів зубів у бічних ділянках.

Список літератури

1. Волінська Т. Б. Клінічний досвід застосування тестової системи «Стоматофлор» для оцінки мікробіоти пародонтальної кишені методом ПЛР у режимі реального часу / Т. Б. Волінська, О. В. Бондарчук // Імплантологія. Пародонтологія. Остеологія. – 2016. – № 2. – С. 84–89.

2. Готь С.-Р. Р. Методика визначення пародонтопатогенів навколо оксид-цирконієвих і титанових абатментів за допомогою полімеразної ланцюгової реакції в режимі реального часу / С.-Р. Р. Готь, О. Л. Бондарчук, М. М. Угрин //Новини стоматології. – 2018. – № 2(95) – С. 36–39.

3. Зорина О. А. Метод ПЦР «в реальном времени» для анализа количественного и качественного соотношений микробтоценоза пародонтального кармана / О. А. Зорина, А. А. Кулаков, О. А. Борискина // Стоматология. – 2011. – № 3. – С. 31–33.
4. Штань І. В. Використання титану в ортопедичній стоматології : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: 14.01.22 / І. В. Штань ; Укр. мед. стом. академія. – П., 2005. – 14 с.
5. Blackwell Wiley. *Clinical and Laboratory Manual of Dental Abutments* / Blackwell Wiley. – New York. – 2014. – 200 p.
6. Periodontal pathogens: a quantitative comparison of anaerobic culture and real-time PCR / K. Boutaga, A. J. van Winkelhoff, C. M. Vandembroucke-Grauls, P. H. Savelkoul // *FEMS Immunology & Medical Microbiology*. – 2005. – Vol. 45 (2). – P. 191–199.
7. Hauser-Gerspach I. Bactericidal effects of different laser systems on bacteria adhered to dental implant surfaces: an in vitro study comparing zirconia with titanium / I. Hauser-Gerspach, S. Stübinger, J. Meyer // *Clin. Oral Impl. Res.* – 2010. – Vol. 21. – P. 277–283.
8. Identification of actinobacillus actinomycetemcomitans using species-specific 16S rDNA primers / S. G. Kim, S. H. Kim, M. K. Kim [et al.] // *The Journal of Microbiology*. – 2005. – Vol. 43 (2). – P. 209–212.
9. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development / W. Teughels, N. Van Assche, I. Sliepen, M. Quirynen // *Clinical Oral Implants Research*. – 2006. – Vol. 17, Suppl. 2. – P. 68–81.
10. Oral bacterial attachment to titanium surfaces: A scanning electron microscopy study / C. D. Wu-Yuan, K. J. Eganhouse, J. C. Keller, K. S. Walters // *Journal of Oral Implantology*. – 1995. – Vol. 21. – P. 207–213.

References

1. Volinska, T.B., & Bondarchuk, O.L. (2016). Klinichniy dosvid zastosuvannya testovoi systemy Stomatoflor dlia otsinky mikrobioty parodontalnoi kysheni metodom PLR u rezhymi realnoho chasu [Clinical experience of the use of real-time PCR test system Stomatoflor to assess the microflora of the periodontal pocket]. *Implantolohiia. Parodontolohiia. Osteolohiia – Implantology. Parodontology. Osteology*, 2, 84-89 [in Ukrainian].
2. Got, S.-R.R., Bondarchuk, O.L., & Uhryn, M.M. (2018). Metodyka vyznachennia parodontopatoheniv navkolo oksyd-tsyroniievkykh i tytanovykh abatmentiv za dopomohoiu polimeraznoi lantsiuhovoi reaktsii v rezhymi realnoho chasu [Real-time PCR as a method of periodontal pathogens detection around zirconia and titanium abutments]. *Novyny stomatolohii – News of Dentistry*, 2 (95), 36-39 [in Ukrainian].
3. Zorina, O.A., Kulakov, A.A., & Boriskina, O.A. (2011). Metod PTsR “v realnom vremeni” dlya analiza kolichestvennogo i kachestvennogo sootnosheniy mikrobiotsenoza parodontalnogo karmana [Method of the “real-time” PCR for the analysis of the quantitative and qualitative ratio of the periodontal pocket microbiota]. *Stomatologiya – Dentistry*, 3, 33-36 [in Russian].
4. Shtan, I.V. (2005). Vykorystannia tytanu v ortopedychnii stomatolohii [The use of Titanium in prosthetic dentistry]. *Extended Abstract of Candidate’s thesis*. Ukrainian Medical Stomatological Akademy [in Ukrainian].
5. Blackwell, W. (2014). *Clinical and Laboratory Manual of Dental Abutments*. New York.
6. Boutaga, K., van Winkelhoff, A.J., Vandembroucke-Grauls, C.M., & Savelkoul, P.H. (2005). Periodontal pathogens: a quantitative comparison of anaerobic culture and real-time PCR. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 45 (2), 191-199.
7. Hauser-Gerspach, I., Stübinger, S., & Meyer, J. (2010). Bactericidal effects of different laser systems on bacteria adhered to dental implant surfaces: an in vitro study comparing zirconia with titanium. *Clinical Oral Implants Research*, 21 (3), 277-283.
8. Kim, S.G., Kim, S.H., Kim, M.K., Kim, H.S., & Kook, J.K. (2005). Identification of Actinobacillus actinomycetemcomitans using species-specific 16S rDNA primers. *The Journal of Microbiology*, 43 (2), 209-212.
9. Teughels, W., Van Assche, N., Sliepen, I., & Quirynen, M. (2006). Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clinical Oral Implants Research*, 17 (S2), 68-81.
10. Wu-Yuan, C.D., Eganhouse, K.J., Keller, J.C., & Walters, K.S. (1995). Oral bacterial attachment to titanium surfaces: a scanning electron microscopy study. *The Journal of Oral Implantology*, 21 (3), 207-213.

Отримано 03.09.18