



<https://doi.org/10.34883/PI.2022.6.1.001>



Рубникович С.П.¹, Прялкин С.В.¹, Денисова Ю.Л.² ✉

¹ Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

² Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Оценка прочностных характеристик винтовой фиксации ортопедических конструкций к мультиюнитам и дентальным имплантатам с коническим соединением в условиях эксперимента

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 10.12.2021

Принята: 28.02.2022

Контакты: denisova-yul@mail.ru

Резюме

В публикации приведены данные исследования прочностных характеристик винтовой фиксации ортопедических конструкций к мультиюнитам и зубных имплантатов в эксперименте.

Цель. Оценить механические характеристики винтового крепления зубных протезов к мультиюнитам и дентальным имплантатам в эксперименте.

Материалы и методы. В эксперименте определяли механические свойства винтовой фиксации зубных протезов, в частности момент зажатия и последующего ослабления фиксирующих винтов, а также степень зажатия и крепления баз мультиюнитов (высота баз составляла 3 мм) к 24 зубным имплантатам из сплава Ti-6Al-4V диаметром 3,75 мм и длиной 11,5 мм с коническим типом соединения. Зубные имплантаты делили на 4 группы по 6 конструкций в зависимости от угла приложения нагрузки и времени воздействия.

Результаты и обсуждение. В статье представлены данные оценки прочностных характеристик винтовой фиксации зубных конструкций к мультиюнитам и дентальным имплантатам с коническим соединением. Выявлено достоверное снижение показателей степени зажатия ортопедических винтов после экспериментального нагружения. С увеличением количества циклов нагружения оно постепенно возрастает и наиболее значимо выражено во 2, 3 и 4-х винтовых соединениях экспериментальной модели. Достоверно значимое снижение степени зажатия мультиюнитов при цикле нагружения 200 000 указывает на более значительные прочностные характеристики.

Заключение. При увеличении угла нагружения и количества циклов нагружения накопление усталости зубных конструкций достоверно возрастает в 1,6 раза, а при угле нагружения 22,5° изменения выражены в меньшей степени и процесс накопления усталости зубной конструкции на 28,38% ниже.

Ключевые слова: дентальный имплантат, циклические нагружения, прочность винтовой фиксации, мультиюнит

Rubnikovich S.¹, Pryalkin S.¹, Denisova Yu.² ✉

¹ Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

² Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Evaluation of Strength Characteristics of Screw Fixation of Orthopedic Structures to Multi-Units and Dental Implants with a Conical Connection in the Experiment

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 10.12.2021

Accepted: 28.02.2022

Contacts: denisova-yul@mail.ru

Abstract

The publication presents research data on the strength characteristics of screw fixation of orthopedic structures to multi-units and dental implants in the experiment.

Purpose. To evaluate the mechanical characteristics of screw fastening of dentures to multi-units and dental implants in an experiment.

Materials and methods. The experiment determined the mechanical properties of screw fixation of dentures, in particular, the moment of clamping and subsequent loosening of the fixing screws, as well as the degree of clamping and the degree of attachment of the multi-unit bases (base height was 3 mm) to 24 dental implants made of Ti-6Al-4V alloy with a diameter of 3.75 mm and a length of 11.5 mm with a conical type of connection. Dental implants were divided into four groups of 6 designs, depending on the angle of application of the load and the exposure time.

Results and discussion. The article presents data on the assessment of the strength characteristics of screw fixation of dental structures to multi-units and dental implants with a conical connection. A significant decrease in the degree of clamping of orthopedic screws after experimental loading was revealed. With an increase in the number of loading cycles, it gradually increases and is most significantly expressed in the 2nd, 3rd, and 4th screw connection of the experimental model. A reliably significant decrease in the degree of multi-unit clamping occurs during a loading cycle of 200,000 indicates more significant strength characteristics.

Conclusion. With an increase in the loading angle and the number of loading cycles, the accumulation of fatigue of dental structures significantly increases by 1.6 times, and with a loading angle of 22.50, changes are less pronounced, and the process of accumulation of fatigue of dental structures is 28.38% lower.

Keywords: dental implant, cyclic loading, screw fixing strength, multi-unit

■ ВВЕДЕНИЕ

Реабилитация стоматологических пациентов с применением дентальных имплантатов является наиболее эффективной и полноценной при восстановлении функции жевания и эстетики. В самом начале развития современной имплантологии соединение между имплантатом и абатментом рассматривали исключительно



в качестве механического элемента, необходимого для введения имплантата в костное ложе и крепления зубного протеза. В настоящее время обоснованное понимание биологических и физических процессов, происходящих в кости и мягких тканях, привело к росту числа клинических исследований, направленных на изучение влияния особенностей указанного соединения на прилегающие ткани. В клинической стоматологической практике выбор системы или нескольких систем дентальных имплантатов определяет долгосрочную эффективность имплантологического лечения [1–15].

Большинство современных имплантологических систем двухкомпонентные, т. е. включают в себя 2 раздельные части – дентальный имплантат, который помещают в толщу костной ткани, и абатменты, на которые фиксируется ортопедический протез или ретенционный элемент. Такие конструкции позволяют достигать приживления дентального имплантата и применять широкий спектр ортопедических абатментов, которые подбирают в зависимости от клинической ситуации. В процессе функционирования на дентальные имплантаты оказывается постоянная нагрузка. Максимальное жевательное усилие может составлять от 100 до 1000 Н, что зависит от числа имплантатов и типа ортопедической конструкции. Вследствие этого соединение между имплантатом и абатментом подвергается эластической деформации. Кроме того, нагрузка с имплантата передается на прилегающую кость [16, 17].

Одним из новых типов соединения между имплантатом и абатментом являются системы мультиюнитов. Данный вид супраструктуры имеет двухкомпонентное строение. 1-й компонент – это база мультиюнита, которая имеет разную высоту основания (от 1 до 5 мм) и вкручивается в дентальный имплантат с заданным усилием. База может быть прямой (прямой мультиюнит) или располагаться под углом к длинной оси дентального имплантата (угловой мультиюнит). На основании базы располагается ортопедическая платформа с резьбовой шахтой для фиксирующего винта ортопедической конструкции. Ортопедическая платформа выпускается с антиротационными компонентами или без них. Наличие антиротационных компонентов позволяет выполнять протезирование искусственными коронками с уровня коннект-абатментов без риска прокручивания одиночных реставраций [18, 19].

Однако при всех преимуществах использования соединений на основе мультиюнитов имеются противоречивые данные о влиянии механической и биомеханической стабильности данного соединения.

Вышеизложенное указывает на целесообразность проведения аргументированных экспериментальных исследований в области изучения механических характеристик фиксации зубных протезов к дентальным имплантатам, что позволит повысить эффективность лечения пациентов с частичной вторичной адентией.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить механические характеристики винтового крепления зубных протезов к мультиюнитам и дентальным имплантатам в эксперименте.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Институте прикладной физики НАН Беларуси проводили экспериментальные исследования механических (прочностных) характеристик винтового крепления зубных протезов к мультиюнитам и дентальным имплантатам.

В эксперименте определяли механические свойства винтовой фиксации зубных протезов, в частности момент зажатия и последующего ослабления фиксирующих винтов, а также степень зажатия и степень крепления баз мультиюнитов (высота баз составляла 3 мм) к 24 зубным имплантатам из сплава Ti-6Al-4V диаметром 3,75 мм и длиной 11,5 мм с коническим типом соединения. Зубные имплантаты делили на 4 группы по 6 конструкций в зависимости от угла приложения нагрузки и времени воздействия. Нагрузку прикладывали на середину зубного протеза в области 2-го и 3-го винтовых соединений. Динамометрический ключ MT-R1040 (в Н/см) использовали для контроля фиксации винтов и баз мультиюнитов с точно заданным крутящим моментом зажатия M при силе первоначального зажатия винтов зубного протеза 20 Н/см, степени зажатия баз мультиюнитов 30 Н/см. Модифицированный цифровой глубиномер применяли для определения расстояния от основания шахты фиксирующего винта до окклюзионной поверхности зубных протезов испытуемого образца.

В результате исследования создана экспериментальная модель для оценки механических характеристик винтового крепления зубных протезов к мультиюнитам и дентальным имплантатам. Экспериментальная модель имела в сечении форму шестнадцатигранника с длиной основания 120 мм и шириной 15 мм, в ней были зафиксированы зубные имплантаты размерами 3,75×11,5 мм с коническим типом соединения.

Фиксацию зубных имплантатов с прямыми мультиюнитами с высотой шейки 3 мм осуществляли с использованием композитного цемента и далее изготавливали несъемный зубной протез из кобальт-хромовой стали с поверхностью овальной формы (25×10×12 мм).

После механической обработки зубного протеза его фиксировали к титановым основаниям на полимерный цемент с открытым доступом к шахтам винтов, что давало возможность проводить необходимые экспериментальные измерения.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакетов статистического анализа данных Statistica for Windows 8.0 (StatSoft Inc., Талса, США) и Excel (описательная статистика), количественные показатели представлены в виде среднего значения $\pm$ стандартная ошибка среднего значения ($M \pm m$). Различия между изучаемыми параметрами признавались достоверными при $P < 0,05$.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экспериментальные исследования проведены с различными циклами и вариантами углов воздействия нагрузки на зубные протезы (табл. 1–3).

За период исследования установлено достоверное снижение показателя степени зажатия винтов после воздействия при угле нагружения 22,5° с 1-го по 4-е винтовое соединение испытуемых образцов. Так, показатель 1-го и 4-го винтовых соединений снизился на 22,5 и 25,5% ($P < 0,01$). Наиболее значимые изменения среднего значения показателя степени зажатия винтов после нагружения отмечаются во 2-м и 3-м винтовых соединениях – на 48,0 и 50,0% ($P < 0,001$) ниже по сравнению с таковыми до нагружения. Статистически значимые изменения показателей глубины соединения не установлены.

При увеличении угла нагружения до 45° происходит достоверно значимое снижение среднего значения степени зажатия винтов испытуемых образцов. Наиболее значимые изменения среднего значения показателя степени зажатия винтов



Таблица 1

Прочностные характеристики зубных протезов, соединенных с мультиюнитами и дентальными имплантатами (угол 22,5°/45°, сила 100 Н, количество циклов 100 000)

Table 1

Strength characteristics of dentures connected to multi-units and dental implants (angle 22.5°/45°, force 100 N, number of cycles 100 000)

Номер п/п винтового соединения	Степень зажатия мультиюнитов до нагружения, Н/см	Степень зажатия мультиюнитов после нагружения, Н/см	Степень зажатия винтов до нагружения, Н/см	Глубина соединения до нагружения, мм	Глубина соединения после нагружения, мм	Степень зажатия винтов после нагружения, Н/см	Изменение степени зажатия мультиюнитов после нагружения, Н/см	Изменение глубины соединения после нагружения, мм	Изменение степени зажатия винтов после нагружения, Н/см
Угол нагружения 22,5°									
1	30	30	20	5,21±0,16	5,19±0,27	15,5±0,56*	0	0,02	4,5
2	30	30	20	4,73±0,28	4,69±0,78	10,4±0,89**	0	0,04	9,6
3	30	30	20	4,56±0,25	4,53±0,62	10,0±0,44**	0	0,03	10,0
4	30	30	20	4,01±0,18	3,99±0,55	14,9±0,38*	0	0,02	5,1
Угол нагружения 45°									
1	30	30	20	5,22±0,21	5,19±0,18	14,2±0,68*	0	0,03	5,8
2	30	30	20	4,72±0,44	4,68±0,64	10,0±0,92**	0	0,04	10,0
3	30	30	20	4,58±0,38	4,53±0,63	9,5±0,72*	0	0,05	11,5
4	30	30	20	4,01±0,35	3,98±0,66	13,0±0,54*	0	0,03	7,0

Примечания: *P<0,01, **P<0,001.

отмечаются во 2-м и 3-м винтовых соединениях – на 50,0 и 52,50% (P<0,001) ниже по сравнению с таковыми до нагружения. Показатель степени зажатия винтов 1-го и 4-го соединений также снизился на 29,0 и 35,0% (P<0,01). При этом изменения показателей степени зажатия мультиюнитов и глубины соединения статистически незначимы.

При увеличении количества циклов нагружения до 150 000 установлено достоверное снижение среднего значения показателя степени зажатия винтов при угле нагружения 22,5° с 1-го по 4-е винтовое соединение испытуемых образцов. Значимое снижение показателя на 60,0% (P<0,001) выявлено во 2-м соединении и на 56,5% (P<0,001) в 3-м по сравнению с показателями до нагружения. Также установлено снижение показателей степени зажатия 1-го и 4-го винтовых соединений, они уменьшились на 34,0 и 40,0% (P<0,01) соответственно.

При угле нагружения 45° происходит еще более значимо выраженное снижение показателя степени зажатия винтов испытуемых образцов. Значимое снижение установлено во 2-м винтовом соединении – на 64,0% (P<0,001), 3-м – на 68,50% (P<0,001), 4-м – на 50,0% (P<0,001) по сравнению с показателями до нагружения. При этом изменения показателей степени зажатия мультиюнитов и глубины соединения статистически не значимы.

При увеличении количества циклов нагружения до 200 000 установлено достоверное снижение среднего значения показателя степени зажатия винтов при угле

Таблица 2
Прочностные характеристики зубных протезов, соединенных с мультиюнитами и дентальными имплантатами (угол 22,5°/45°, сила 100 Н, количество циклов 150 000)
Table 2
Strength characteristics of dentures connected to multi-units and dental implants (angle 22.5°/45°, force 100 N, number of cycles 150 000)

Номер п/п винтового соединения	Степень зажатия мультиюнитов до нагружения, Н/см	Степень зажатия мультиюнитов после нагружения, Н/см	Степень зажатия винтов до нагружения, Н/см	Глубина соединения до нагружения, мм	Глубина соединения после нагружения, мм	Степень зажатия винтов после нагружения, Н/см	Изменение степени зажатия мультиюнитов после нагружения, Н/см	Изменение глубины соединения после нагружения, мм	Изменение степени зажатия винтов после нагружения, Н/см
Угол нагружения 22,5°									
1	30	30	20	5,22±0,21	5,19±0,12	13,2±0,35*	0	0,03	6,8
2	30	30	20	4,72±0,14	4,66±0,19	8,0±0,27**	0	0,06	12,0
3	30	30	20	4,55±0,22	4,50±0,26	8,7±0,33**	0	0,05	11,3
4	30	30	20	4,02±0,19	3,98±0,17	12,0±0,45*	0	0,04	8,0
Угол нагружения 45°									
1	30	30	20	5,21±0,16	5,17±0,52	11,0±0,58*	0	0,04	9,0
2	30	30	20	4,70±0,27	4,65±0,66	7,2±0,76**	0	0,05	12,8
3	30	30	20	4,56±0,25	4,49±0,82	6,3±0,64**	0	0,07	13,7
4	30	30	20	4,02±0,12	3,98±0,59	10,0±0,69**	0	0,04	10,0

Примечания: *P<0,01, **P<0,001.

нагружения 22,5° с 1-го по 4-е винтовое соединение испытуемых образцов в сторону снижения. Выявлено достоверное снижение во 2-м винтовом соединении на 60,0% (P<0,001), в 3-м – на 62,50% (P<0,001) и в 4-м – на 44,0% (P<0,001) по сравнению со значением до нагружения. Установлено достоверно значимое снижение степени зажатия мультиюнитов при увеличении количества циклов нагружения до 200 000, наиболее выраженное во 2-м и 3-м винтовых соединениях, – на 8,33 (P<0,05) и 10,0% (P<0,01).

При угле нагружения 45° установлены достоверные изменения среднего значения степени зажатия винтов после нагружения ортопедической конструкции испытуемых образцов. Достоверное снижение происходит во 2, 3 и 4-м винтовых соединениях на 67,50 (P<0,001), 73,0 (P<0,001) и 57,50% (P<0,001) по сравнению с показателями до нагружения. Эти изменения выражены более значимо по сравнению с изменениями, происходящими при угле нагружения 22,5°.

Установлено достоверно значимое снижение степени зажатия мультиюнитов при увеличении количества циклов нагружения до 200 000, наиболее выраженное во 2-м и 3-м винтовых соединениях, – на 10,0 (P<0,05) и 12,33% (P<0,01).

Данные, полученные в ходе эксперимента, показали, что с увеличением количества циклов нагружения происходит достоверное снижение степени зажатия винтов. Достоверно значимое снижение степени зажатия мультиюнитов происходит



Таблица 3

Прочностные характеристики зубных протезов, соединенных с мультиюнитами и дентальными имплантатами (угол 22,5°/45°, сила 100 Н, количество циклов 200 000)

Table 3

Strength characteristics of dentures connected to multi-units and dental implants (angle 22.5°/45°, force 100 N, number of cycles 200 000)

Номер п/п винтового соединения	Степень зажатия мультиюнитов до нагружения, Н/см	Степень зажатия мультиюнитов после нагружения, Н/см	Степень зажатия винтов до нагружения, Н/см	Глубина соединения до нагружения, мм	Глубина соединения после нагружения, мм	Степень зажатия винтов после нагружения, Н/см	Изменение степени зажатия мультиюнитов после нагружения, Н/см	Изменение глубины соединения после нагружения, мм	Изменение степени зажатия винтов после нагружения, Н/см
Угол нагружения 22,5°									
1	30	27,9±0,39*	20	5,21±0,13	5,16±0,26	12,9±0,31**	2,1	0,05	7,1
2	30	27,5±0,43*	20	4,73±0,08	4,65±0,29	8,0±0,37***	2,5	0,08	12
3	30	27,0±0,26**	20	4,56±0,17	4,47±0,51	7,5±0,27***	3,0	0,09	12,5
4	30	27,8±0,48*	20	4,03±0,11	3,97±0,28	11,2±0,42***	2,2	0,06	8,8
Угол нагружения 45°									
1	30	27,2±0,62*	20	5,22±0,18	5,17±0,29	10,2±0,43**	2,8	0,05	9,8
2	30	27,0±1,06**	20	4,72±0,24	4,67±0,38	6,5±0,88***/+	3,0	0,05	13,5
3	30	26,3±1,17**	20	4,55±0,17	4,46±0,51	5,4±0,76***/+	3,7	0,09	14,6
4	30	27,5±0,98*	20	4,03±0,11	3,97±0,32	8,5±0,43***/+	2,5	0,06	11,5

Примечания: *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001 по сравнению со значением до нагружения; +P<0,05 по сравнению с показателями при угле нагружения 22,5°.

при цикле нагружения 200 000, что указывает на значительные прочностные характеристики. Изменения при угле нагружения 22,5° выражены в меньшей степени, чем при угле нагружения в 45° (P<0,05).

Установлена корреляционная зависимость между количеством циклов нагружения и накоплением усталости зубных конструкций. Наиболее выраженная зависимость установлена при угле нагружения 45° и цикле нагружения 200 000 (r=0,97), при увеличении угла и количества циклов нагружения до 200 000 накопление усталости ортопедических конструкций возрастает в 1,6 раза (P<0,01), при угле нагружения 22,5° – в 1,13 раза.

■ ВЫВОДЫ

1. В эксперименте оценены прочностные характеристики винтовой фиксации зубных конструкций к мультиюнитам и дентальным имплантатам с коническим соединением.
2. Выявлено достоверное снижение показателей степени зажатия ортопедических винтов после экспериментального нагружения. С увеличением количества циклов нагружения оно постепенно возрастает и наиболее значимо выражено во 2, 3 и 4-м винтовых соединениях экспериментальной модели (P<0,01–0,001). Достоверно значимое снижение степени зажатия мультиюнитов при цикле нагружения 200 000 указывает на более значительные прочностные характеристики.

3. При увеличении угла нагружения и количества циклов нагружения накопление усталости зубных конструкций достоверно возрастает в 1,6 раза (коэффициенты корреляции $r=0,98$; $r=0,96$, $P<0,01$).
 4. При угле нагружения $22,5^\circ$ изменения выражены в меньшей степени и процесс накопления усталости зубной конструкции на 28,38% ниже, чем при угле нагружения 45° ($P<0,01$).
-

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Dedova L.N., Rubnikovich S.P., Denisova Ju.L., Kandrukevich O.V., Solomevich A.S., Rosenik N.I. The prevalence of dental diseases in the Republic of Belarus. *Dentistry Aesthetics. Innovation*. 2017;2:193–202.
2. Rubnikovich S.P., Denisova Ju.L., Pryalkin S.V. Assessment of microcirculation of peri-implant tissues with non-removable prosthetics based on dental implants. *Stomatologist. Minsk*. 2019;1(32):77–82.
3. Rubnikovich S.P., Pryalkin S.V., Busko V.N. Experimental assessment of the strength characteristics of screw fixation of orthopedic components to dental implants with a planar type of connection. *Stomatologist. Minsk*. 2019;2(33):32–40.
4. Rubnikovich S.P., Pryalkin S.V., Busko V.N. Evaluation of the strength characteristics of screw fixation of abutments to dental implants with a conical type of connection under experimental conditions. *Dentistry Aesthetics. Innovation*. 2019;3(3):352–363.
5. Rubnikovich S.P. Treatment of patients with complete upper jaw adentia with removable prostheses based on dental implants. *Stomatologist. Minsk*. 2015;3.
6. Fomin N.A., Rubnikovich S.P., Bazylev. New possibilities of investigating blood flow in soft tissues of the mouth. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2008;3:508–517.
7. Rubnikovich S.P., Denisova Ju.L., Shishov V.G., Raptunovich Ju.A. Peculiarities of dental implantation in interdisciplinary collaboration in edentulous upper lateral incisors. *Stomatologist. Minsk*. 2018;1(28):25–31.
8. Rubnikovich S.P., Prjalkin S.V. Use of mesostructures in the manufacture of dental prostheses based on dental implants. *Stomatologist. Minsk*. 2016;2(21):62–63.
9. Rubnikovich S.P., Homich I.S., Denisova Ju.L. Morphological changes in bone tissue around dental implants after low-frequency low-intensity ultrasound applications. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*. 2020;17(1):20–27. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-1-20-27>. (in Russian)
10. Homich I.S., Rubnikovich S.P. Treatment of patients with partial secondary adentia by dental implantation using low-intensity pulsed ultrasound. *Stomatologist. Minsk*. 2015;4.
11. Homich I.S., Rubnikovich S.P., Homich S.F. Dental implantation and prosthetics in a patient with diabetes mellitus. *Stomatologist. Minsk*. 2014;3(14):67–69.
12. Denisova Y.L., Bazylev N.B., Rubnikovich S.P., Fomin N.A. Laser speckle technology in stomatology. diagnostics of stresses and strains of hard biotissues and orthodontic and orthopedic structures. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2013;86(4):940–951.
13. Bazylev N.B., Rubnikovich S.P. Investigation of the stressed-strained state of cermet dentures using digital laser speckle-photographic analysis. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2009;82(4):789–793.
14. Rubnikovich S.P., Grishhenkov A.S. Substantiation of a differentiated psychological approach in interdisciplinary rehabilitation of patients with functional disorders of the temporomandibular joints. *Dentistry. Aesthetics. Innovation*. 2018;2(2):208–220.
15. Rubnikovich S.P., Baradina I.N., Serdjuchenko N.S., Denisova Ju.L., Borodin D.M., Grishhenkov A.S. *Diagnosis of diseases of the temporomandibular joint*. Nacional'naja akademija nauk Belarusi. Belorusskaja medicinskaja akademija posleddiplomnogo obrazovanija. Minsk; 2019.
16. Piermatti J., Yousef H., Luke A. An in vitro analysis of implant screw torque loss with external hex and internal connection implant systems. *Implant Dent*. 2006;15:427–435.
17. Jung R.E., Pjetursson B.E., Glauser R. A systematic review of the 5 year survival and complication rates of implantsupported single crowns. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19:119–130.
18. Coelho P.G., Sudack P., Suzuki M. In vitro evaluation of the implant abutment connection sealing capability of different implant systems. *J Oral Rehabil*. 2008;35:917–924.
19. Steinebrunner L., Wolfart S., Bossmann K. In vitro evaluation of bacterial leakage along the implant-abutment interface of different implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;20:875–881.