

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-106-111
УДК 616.31-085

ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕЧЕНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА У ПАЦИЕНТОВ С ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИЕЙ

Яков А. Ю.¹, Костина И. Н.²

¹ ООО Стоматологический салон «Консул», г. Нижний Тагил, Россия

² Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

Предмет. Тепловидение обеспечивает объективное измерение изменений температуры, которые имеют клиническое значение для обнаружения местных воспалительных процессов. В статье исследуется инфракрасное излучение кожи лица, его количественные и качественные характеристики для прогнозирования течения послеоперационного периода дентальной имплантации.

Цель — оценить изменения показателей дистанционной инфракрасной термографии (ДИТ) кожи лица до и после операции установки дентальных имплантатов. **Методология.** Проведено проспективное рандомизированное исследование пациентов в возрасте от 30 до 65 лет (12 женщин, 5 мужчин) с дефектами зубных рядов, которым установлены дентальные имплантаты (ДИ). До и после операции, а также в 1-е, 3-и и 7-е сутки послеоперационного периода пациентам проведена ДИТ кожи лица с использованием аппарата FLIR One Pro, а также оценены витальные показатели: артериальное давление, частота сердечных сокращений, температура тела. Проведено сравнение максимальной и минимальной температуры (Т) кожи лица на стороне установленного имплантата и на противоположной стороне.

Результаты. Средние значения артериального давления, частоты сердечных сокращений у исследованных пациентов не демонстрировали отклонения от нормальных значений до и после операции установки ДИ. Средние значения температуры тела были практически одинаковыми до и после операции. У двух пациентов после операции установки ДИ температура тела составила 37 °С в течение суток. Асимметрия средних значений кожной температуры правой и левой половины лица не превышала 0,6 °С, что составляет допустимую разницу температур в норме.

Выводы. Температурный рельеф кожи лица после операции изменяется в сравнении с дооперационными значениями с тенденцией повышения средних значений максимальной температуры. В послеоперационном периоде отмечается повышение средних значений максимальной температуры на стороне операции в сравнении с противоположной стороной.

Ключевые слова: инфракрасная термография, термометрия, дентальная имплантация, послеоперационный период, нарушение микроциркуляции

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Андрей Юрьевич ЯКОВ ORCID ID 0000-0003-0435-6752

Врач-стоматолог-хирург, ООО Стоматологический салон «Консул», г. Нижний Тагил, Россия

Тел. +7 (950) 6456661

andrewid1985g@gmail.com

Ирина Николаевна КОСТИНА ORCID ID 0000-0002-3462-8635

Д. м. н., доцент, профессор кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии,

стоматологический факультет, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

kostinastom@yandex.ru

Адрес для переписки: Андрей Юрьевич ЯКОВ

622049, г. Нижний Тагил, Октябрьский пр-т, 28

Тел. +7 (950) 6456661

andrewid1985g@gmail.com

Образец цитирования:

Яков А. Ю., Костина И. Н. ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕЧЕНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА У ПАЦИЕНТОВ С ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИЕЙ. Проблемы стоматологии. 2021; 1: 106-111.

© Яков А. Ю. и др., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-106-111

Поступила 20.02.2021. Принята к печати 29.03.2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-106-111

POSTOPERATIVE RECOVERY DYNAMICS ANALYSIS AFTER DENTAL IMPLANT PLACEMENT BY DINT OF CONTACTLESS INFRARED THERMOGRAPHY METHOD

Yakov A.Y.¹, Kostina I.N.²

¹ *Dental salon «Konsul» Ltd, Nizhny Tagil, Russia*

² *Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia*

Annotation

Subject. Thermal imaging provides an objective measurement of temperature changes that are clinically relevant for the detection of local inflammatory processes. The article examines the infrared radiation of the facial skin, its quantitative and qualitative characteristics, to predict the course of the postoperative period after dental implant placement. The **aim** is to evaluate changes in the parameters of contactless infrared thermography (CIT) of the facial skin before and after operation.

Methods. A prospective randomized study was conducted in 17 patients aged 30 to 65 years (12 women, 5 men) who underwent surgery to install intraosseous screw dental implants (DI) under local anesthesia on one side of the jaw according to the delayed implantation technique. Before and after operation, as well as on the 1st, 3rd and 7th days of the postoperative period, patients underwent facial skin CIT using the FLIR One Pro device. Blood pressure, heart rate and body temperature were also monitored. The maximum and minimum temperature (T) of the facial skin on the side of the installed implant and the opposite side were compared.

Results. The mean values of blood pressure and heart rate in the studied patients did not show deviations from the normal values before and after the operation of DI placement. The average values of body temperature were almost the same before and after the operation. In two patients, the body temperature was 37 °C during the day after the operation. The difference between average values of the skin temperature of the right and left half of the face did not exceed 0.6 °C, that is acceptable in the norm.

Conclusions. The temperature relief of the facial skin after surgery changes in comparison with the preoperative values with a tendency to increase the average values of the maximum T. In the postoperative period, there is an increase in the average values of the maximum T on the side of the operation in comparison with the opposite side.

Keywords: *contactless infrared thermography, thermometry, dental implantation, postoperative period, microcirculation pathology*

The authors declare no conflict of interest.

Andrey Y. YAKOV ORCID ID 0000-0003-0435-6752

Dentist-surgeon, -prosthodontist, Dental salon «Konsul» Ltd, Nizhny Tagil, Russia
andrewid1985g@gmail.com

Irina N. KOSTINA ORCID ID 0000-0002-3462-8635

Grand PhD in Medical sciences, Associate professor, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
kostinastom@yandex.ru

Correspondence address: Andrey Y. YAKOV

622049, Nizhny Tagil, Oktyabrkiy Pr. 28

+7-950-645-6661

andrewid1985g@gmail.com

For citation:

Yakov A.Y., Kostina I.N. POSTOPERATIVE RECOVERY DYNAMICS ANALYSIS AFTER DENTAL IMPLANT PLACEMENT BY DINT OF CONTACTLESS INFRARED THERMOGRAPHY METHOD. Actual problems in dentistry. 2021; 1: 106-111. (In Russ.)

© Yakov A.Y. et al., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-106-111

Received 20.02.2021. Accepted 29.03.2021

Температура используется для оценки общего состояния человека, симптомов развития воспалительных процессов, нарушений кровообращения [7, 9-11, 14]. При многих заболеваниях изменение температуры является первым клиническим симптомом патологических состояний и орофациальных нарушений [8, 13]. Некоторые функциональные и метаболические изменения, сопровождающиеся нарушением микроциркуляции, могут характеризовать температурные изменения [3, 12].

Тепловидение обеспечивает объективное измерение изменений температуры, которые имеют клиническое значение для обнаружения местных воспалительных процессов, поражений кожи, доброкачественных и злокачественных опухолей, вазоактивности и сосудистых заболеваний [2, 15].

Инфракрасное излучение кожи обусловлено процессами теплопродукции и теплоотдачи в органах и тканях макроорганизма [1, 5]. Температура кожи является интегральным показателем, и в ее формировании принимают участие несколько факторов: сосудистая сеть, уровень метаболизма в органах и теплопроводность кожи [5, 6]. При анализе термограмм должны учитываться все эти факторы. Главным из них является сосудистый, который и определяет основные направления использования инфракрасного тепловидения в клинической медицине.

Преобладание капиллярного типа кровоснабжения тканей лица ускоряет теплоперенос к поверхности кожи, позволяя косвенно наблюдать динамические явления в артериях, артериолах и капиллярах, основываясь на данных о температуре. Температурные изменения кожи лица в послеоперационном периоде, параметры динамики температуры, соответствующие нормальному и патологическому функционированию тока крови, не определены до настоящего времени.

Таким образом, актуальным является изучение изменений инфракрасного излучения, его количественных и качественных характеристик, кожи лица для прогнозирования течения послеоперационного периода.

Материалы и методы

Проведено проспективное рандомизированное исследование 17 пациентов в возрасте от 30 до 65

лет (12 (72,2%) женщин, 5 (27,8%) мужчин), обратившихся в Стоматологическую клинику г. Н. Тагила по поводу вторичной частичной потери зубов.

Средний возраст пациентов — $44,71 \pm 10,51$ лет. Большинство составили лица в возрасте 30-39 лет (52,94%) (табл.).

Критерии включения: лица старше 18 лет женского и мужского пола с вторичной частичной потерей зубов, которым показано ортопедическое лечение, пациенты с компенсированным течением соматических заболеваний.

Критерии исключения: пациенты с опухолями и опухолеподобными заболеваниями челюстно-лицевой области, эндокринными заболеваниями, с декомпенсированным течением сердечно-сосудистых заболеваний и других соматических заболеваний.

Клиническое обследование включало проведение расспроса, физикального обследования (осмотр, пальпация, перкуссия, измерение температуры тела в подмышечной впадине, артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС)).

Всем пациентам выполнена операция установки внутрикостных винтовых дентальных имплантатов (ДИ) под местной анестезией на одной стороне челюсти согласно протоколу 1 этапа методики отсроченной дентальной имплантации. Всего установлено 29 ДИ: на верхней челюсти — 20 ДИ, на нижней челюсти — 9 ДИ. На правой стороне челюсти установлено 16 ДИ, на левой стороне челюсти — 13 ДИ.

До и после операции установки ДИ, а также в 1-е, 3-и и 7-е сутки послеоперационного периода пациентам проведены измерения АД, ЧСС, температуры тела и ДИТ кожи лица. Для проведения ДИТ использован аппарат FLIR One Pro (рис. 1-5). При описании полученных в результате термографического обследования термограмм проводилось выявление тепловых зон. Низким температурам соответствовал синий цвет (гипотермия). Зоны с более высокой температурой окрашены на термовизиограмме зеленым, желтым и желто-оранжевым свечением (изотермия). Наиболее высокие температуры на термограмме определяются оранжево-красным и красным свечением (гипертермия).

У здорового человека температура тела в норме является постоянной с небольшими колебаниями в течение суток. По данным разных исследований, средние значения температуры кожи человека составляют $31-33$ °С. При повышении локальной температуры (Т) кожи в области послеоперационной раны более чем на $1,5$ °С характерно развитие осложнений воспалительного характера.

Статистическая обработка данных проведена с помощью методов описательной статистики. Результаты исследования обработаны с помощью пакета программ Statistica 6.0 («StatSoft, Inc.», США). Определяли средние величины (М) ошибки средней (ст). Результаты представлены в виде $M \pm st$.

Таблица

Возраст пациентов

Table. Age of patients

Возраст, лет	Женщины		Мужчины		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
30-39	7	41,18	2	11,76	9	52,94
40-49	2	11,76	1	5,88	3	17,65
50-59	3	17,65	1	5,88	4	23,53
60-69	0	0	1	5,88	1	5,88
Всего	12	70,59	5	29,41	17	100,00

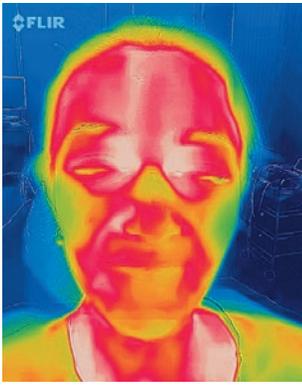


Рис. 1. Термограмма пациента до проведения операции ДИ на нижней челюсти справа

Fig. 1. Thermogram of the patient before implant placement on the lower jaw on the right



Рис. 2. Термограмма пациента после проведения операции ДИ на нижней челюсти справа

Fig. 2. Thermogram of the patient after implant placement on the lower jaw on the right

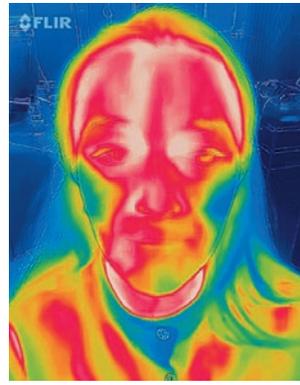


Рис. 3. Термограмма пациента на 1-е сутки после проведения операции ДИ на нижней челюсти справа

Fig. 3. Thermogram of the patient on the 1st day after implant placement on the lower jaw on the right

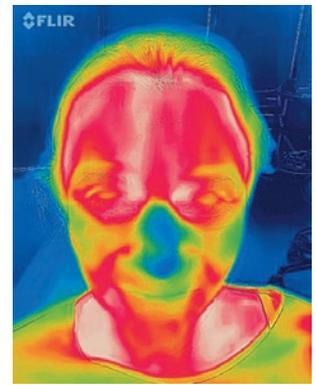


Рис. 4. Термограмма пациента на 3-и сутки после проведения операции ДИ на нижней челюсти справа

Fig. 4. Thermogram of the patient on the 3rd day after implant placement on the lower jaw on the right

Результаты исследования и обсуждение

Оценка результатов измерения АД и ЧСС базировалась на анализе средних показателей систолического, диастолического давления и пульса до и после операции установки ДИ. Средние показатели систолического давления у обследованных пациентов до и после операции отличались на 5-13 единиц, диастолического давления на 3-7 единиц от средних показателей послеоперационного периода, но в целом средние значения артериального давления не демонстрировали отклонения от нормальных значений.

Целевые значения ЧСС у здоровых лиц в покое 60-80, среднее значение ЧСС — 75 уд/мин. Средние значения ЧСС у пациентов до и после операции установки ДИ превышали верхнюю границу нормы на 0,7-2,5 единицы. В послеоперационном периоде средние значения ЧСС находились в диапазоне 70,9-71,8 уд/мин. Функционирование сердечно-сосудистой системы у исследованных пациентов демонстрирует адекватную адаптацию при влиянии провоцирующего фактора в виде хирургического стресса.

Средние значения температуры тела у исследованных пациентов была практически одинаковыми до операции ($36,59 \pm 0,25$ °C) и на 7-е сутки после операции ($36,55 \pm 0,14$ °C). У двух пациентов (16,7%) после операции установки ДИ температура тела составила 37 °C. У остальных исследованных пациентов (83,3%) значения температуры тела в течение всего периода наблюдения не превышали референтные значения.

По термовизиограммам кожи лица исследованных пациентов были определены: минимальная (Tmin), максимальная (Tmax) температуры справа и слева. При анализе измерений температуры кожи лица в разных зонах правой и левой половины были определены температурные кривые (рис. 6, 7). Средний



Рис. 5. Термограмма пациента на 7-е сутки после проведения операции ДИ на нижней челюсти справа

Fig. 5. Thermogram of the patient on the 7th day after implant placement on the lower jaw on the right

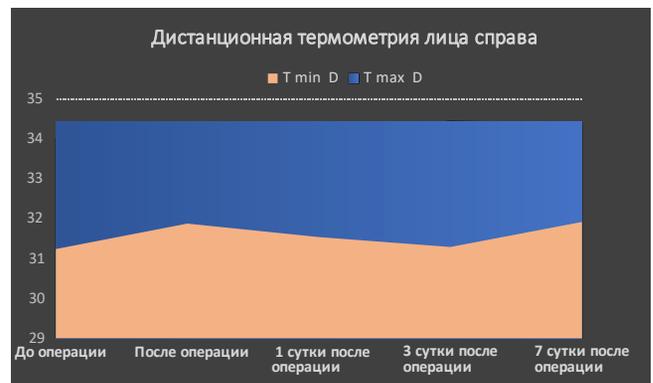


Рис. 6. Средние значения дистанционной термометрии кожи лица справа у пациентов до и после операции установки ДИ
Fig. 6. Mean values of contactless facial skin thermometry on the right in patients before and after dental implant placement

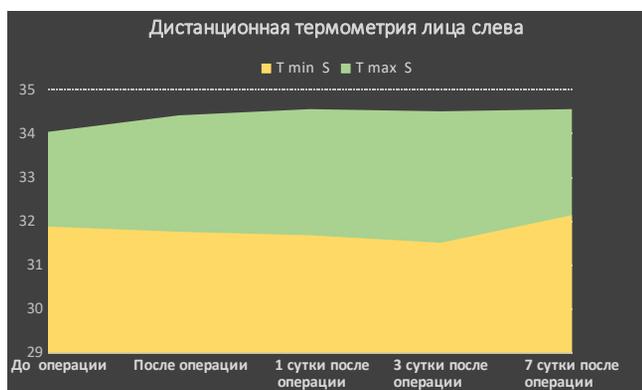


Рис. 7. Средние значения дистанционной термометрии кожи лица слева у пациентов до и после операции установки ДИ
Fig. 7. Mean values of contactless facial skin thermometry on the left in patients before and after dental implant placement



Рис. 8. Средние значения дистанционной термометрии кожи лица (Tmax) у пациентов до и после операции установки ДИ слева
Fig. 8. Mean values of contactless facial skin thermometry (Tmax) in patients before and after dental implant placement on the left



Рис. 9. Средние значения дистанционной термометрии кожи лица (Tmax) у пациентов до и после операции установки ДИ справа
Fig. 9. Mean values of contactless facial skin thermometry (Tmax) in patients before and after dental implant placement on the right

показатель Tmin правой половины лица исследованных пациентов до операции составил $31,24 \pm 1,91$ °C, левой половины лица — $31,88 \pm 2,06$ °C. Средний показатель Tmax правой половины лица исследованных пациентов до операции составил $34,02 \pm 1,50$ °C, левой половины лица — $34,04 \pm 1,69$ °C. Средние значения температуры кожи лица не превышали показатели, полученные М. С. Марочкиной [4] при исследовании здоровых лиц. При этом асимметрия средних значений кожной температуры правой и левой половины лица не превышала $0,6$ °C, что составляет допустимую разницу температур в норме.

Средние показатели температурных кривых кожи правой и левой половин лица в послеоперационном периоде (рис. 6, 7) демонстрируют повышение средних показателей Tmax в сравнении с дооперационными значениями.

По термовизиограммам кожи лица проведен сравнительный анализ Tmax на стороне выполненной операции установки ДИ и противоположной стороне. На верхней и нижней челюсти слева были установлены 13 ДИ у 8 пациентов. До операции средние значения Tmax кожи лица с двух сторон имели одинаковые значения (рис. 8). В послеоперационном периоде отмечается повышение средних значений Tmax на стороне операции в сравнении с противоположной стороной на $0,3$ °C (после операции), на $0,38$ °C (1-е сутки после операции), на $0,5$ °C (3-и сутки после операции), на $0,2$ °C (7-е сутки после операции). У 4 (50,0%) пациентов после операции температура кожи лица была выше на стороне установки ДИ на $0,2-2,2$ °C от дооперационного значения.

На верхней и нижней челюсти справа были установлены 16 ДИ у 9 пациентов. До операции средние значения Tmax кожи лица с двух сторон имели одинаковые значения (рис. 9). В послеоперационном периоде отмечается повышение средних значений Tmax на стороне операции в сравнении с противоположной стороной на $0,3$ °C (после операции), на $1,09$ °C (1-е сутки после операции), на $0,98$ °C (3-и сутки после операции), на $0,2$ °C (7-е сутки после операции). У 3 (33,3%) пациентов после операции температура кожи лица была выше на стороне установки ДИ на $0,2-2,5$ °C от дооперационного значения. У 2 (22,2%) пациентов на 7-е сутки послеоперационного периода температура кожи лица была выше на стороне установки ДИ на $1,7-3,2$ °C от дооперационного значения.

По данным исследования М. С. Марочкиной [4], при повышении локальной температуры в области послеоперационной раны не более, чем на $1,5$ °C по сравнению с исходными значениями, отмечается неосложненное течение послеоперационного периода. При повышении температуры более чем на $1,5$ °C определялось развитие осложнений воспалительного характера.

Выводы

До операции средние значения минимальной (T_{\min}) и максимальной (T_{\max}) температур кожи лица справа и слева различались на $2,78^{\circ}\text{C}$ и $2,16^{\circ}\text{C}$ соответственно. Асимметрия средних значений кожной температуры правой и левой половины лица не превышала $0,6^{\circ}\text{C}$.

В послеоперационном периоде отмечается повышение средних значений T_{\max} на стороне операции в сравнении с противоположной стороной.

В $41,2\%$ случаев в послеоперационном периоде отмечено локальное повышение температуры кожи лица на стороне операции от $1,2$ до $3,2^{\circ}\text{C}$.

В $11,8\%$ случаях на 7-е сутки послеоперационного периода на стороне операции сохранялись повышенные значения температуры кожи лица на $1,7$ и $3,2^{\circ}\text{C}$ от дооперационного значения, что можно расценить как риск развития послеоперационных воспалительных осложнений согласно описанному ранее научным данным.

Литература / References

1. Дехтярев Ю.П., Ничипорук В.И., Мироненко С.А., Ковальчук И.С., Венгер Е.Ф., Дунаевский В.И., Котовский В.И. Место и роль дистанционной инфракрасной термографии среди современных диагностических методов. *Электроника и связь*. 2010;2:192-196. [Yu.P. Dekhtyarev, V.I. Nichiporuk, S.A. Mironenko, I.S. Kovalchuk, E.F. Venger, V.I. Dunaevsky, V.I. Kotovsky. The role of contactless infrared thermography among modern diagnostic methods. *Electronics and communications*. 2010;2:192-196. (In Russ.)].
2. Кожевникова И.С., Панков М.Н., Старцева Л.Ф., Афанасенкова Н.В. Применение инфракрасной термографии при сосудистых патологиях (краткий обзор). *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017;5:72-74. [I.S. Kozhevnikova, M.N. Pankov, L.F. Startseva, N.V. Afanasenkova. The use of infrared thermography in vascular pathologies (a brief overview). *International J applied and fundamental research*. 2017;5:72-74. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29148172>
3. Колесов С.Н., Воловик М.Г., Прилучный М.А. Медицинское тепловизионное: современный методологический подход. Нижний Новгород : ФГУ ННИИТО Росмедтехнологий. 2008:184. [S.N. Kolesov. Medical thermal and radio vision: a modern methodological approach. Nizhnyy Novgorod : FGU NNIITO by Rosmedtechnologies. 2008:184. (In Russ.)].
4. Марочкина М.С. Диагностическое и прогностическое значение метода инфракрасной термографии в обследовании и оценке эффективности лечения больных с патологическими состояниями челюстно-лицевой области : дисс. ... канд. мед. наук. Нижний Новгород, 2013:261. [M.S. Marochkina. Diagnostic and prognostic value of the infrared thermography method in the examination and evaluation of the effectiveness of treatment of patients with pathological conditions of the maxillofacial region : dissertation of the candidate of medical sciences. Nizhnyy Novgorod, 2013:261. (In Russ.)].
5. Фомин А.В. Взаимосвязь спектров колебаний температуры и кровотока пальцев рук : дисс. ... канд. физ.-мат. наук. Саратов, 2013:102. [A.V. Fomin. The relationship between the spectra of temperature fluctuations and blood flow of fingers : dissertation of the candidate of medical sciences. Saratov, 2013:102. (In Russ.)].
6. Шушарин А.Г., Морозов В.В., Половинка М.П. Медицинское тепловидение – современные возможности метода. *Современные проблемы науки и образования*. 2011;4. [A.G. Shusharin, V.V. Morozov, M.P. Polovinka. Medical thermal imaging – modern possibilities of the method. *Modern problems of science and education*. 2011;4. (In Russ.)]. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=4726>
7. Anbar M. Assessment of physiologic and pathologic radiative heat dissipation using dynamic infrared imaging // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 2002;972;10:111-118.
8. Anbar M. Physiological, clinical and psychological applications of dynamic infrared imaging // *Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE*. Vol. 2. – 2003:1121-1124.
9. Gratt B.M., Anbar M. Thermology and facial telethermography: Part II. Current and future clinical applications in dentistry // *Dentomaxillofac Radiol.* – 1998;27:68-74.
10. Calkosiński I., Rosińczuk-Tonderys J., Szopa M., Dobrzyński M., Gamian A. High doses of tocopherol in the prevention and potentiation of dioxin in experimental inflammation—potential application // *Advances in Hygiene and Experimental Medicine*. – 2011;65(4):143-157.
11. Dobrzyński M., Calkosiński I., Fita K. et al. Application of thermography in dentistry based on literature review and authors experimental studies // *Polish J Environmental Studies*. – 2009;18(1):556-561.
12. Heimann K., Jergus K., Abbas A.K., Heussen N., Leonhardt S., Orlikowsky T. Infrared thermography for detailed registration of thermoregulation in premature infants // *J Perinatal Medicine*. – 2013;41;5:613-620.
13. Johnson J.M., Minson C.T., Kellogg D.L. Cutaneous vasodilator and vasoconstrictor mechanisms in temperature regulation // *Compr Physiol*. – 2014;4:33-89.
14. Kim H.K., Kim K.S., Kim M.E. Influence of test site and baseline temperature on orofacial thermal thresholds // *J Orofac Pain*. – 2013;27:263-270.
15. Lahiri B.B., Bagavathiappan S., Jayakumar T., Philip J. Medical applications of infrared thermography: A review // *Infrared Phys Technol*. – 2012;55;4:221-235.
16. Lee F., Chen F., Liu J. Infrared thermal imaging system on a mobile phone // *Sensors (Basel)*. – 2015;35;5:10166-10179.
17. Lemon C.H. Modulation of taste processing by temperature // *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. – 2017;313:305-321.
18. Merla A., Romani G.L. Functional infrared imaging in medicine: a quantitative diagnostic approach // *In Proc. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* – 2006;1:224-227.
19. Ohke H., Sato T., Mito K., Terumitsu M., Ishii H. Effect of the parasympathetic vasodilation on temperature regulation via trigeminal afferents in the orofacial area // *J Physiol Sci*. – 2020;70;1:22-28.
20. Ring E.F.J. The historical development of temperature measurement in medicine // *Infrared Physics Technology*. – 2007;49:297-301.
21. Preteasa E. Thermography, an imagistic method in investigation of the oral mucosa status in complete denture wearers // *Journal of optoelectronics and advanced materials*. – 2010;1;12;11:2333-2340.
22. Schaefer G., Tait R., Zhu S.Y. Overlay of thermal and visual medical images using skin detection and image registration // *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* – 2006;1:965-967.
23. Shterenhis M. Challenges to Global Implementation of Infrared Thermography Technology: Current Perspective // *Cent Asian J Glob Health*. – 2017;6;1:289.
24. Szentkuti A., Kavanagh H.S., Grazio S. Infrared thermography and image analysis for biomedical use // *Periodicum Biologorum*. – 2011;113;4:385-392.
25. Woźniak K. et al. Thermography in identifying patients with TMD // *Med Sci Monit*. – 2015;21:1485-1493.