

adolescents, depending on feeding intake. *Perinatologiya i pediatriya*. 2012; 4 (52): 122–123. (In Russ.)]

7. Шеплягина Л.А., Римарчук Г.В., Самохина Е.О. и др. Костная прочность у детей: известные и неизвестные факты. — М.: Ваш полиграфический партнёр, 2010. — 16 с. [Sheplyagina L.A., Rimarchuk G.V., Samokhina E.O. et al. *Kostnaya prochnost' u detey: izvestnye i neizvestnye fakty*. (Bone density in children: known and unknown facts.) Moscow: Vash poligraficheskiy partner. 2010; 16 p. (In Russ.)]

8. Шилин Д.Е. Кальций, витамин D и формирование здорового скелета. — М.: Изд-во МАИ, 2008. — 59 с. [Shilin D.E. *Kal'tsiy, vitamin D i formirovaniye zdorovogo skeleta*. (Calcium, vitamin D and healthy skeleton formation). Moscow: Publishing house of Moscow Aviation Institute. 2008; 59 p. (In Russ.)]

9. Шилин Д.Е. Витамин-гормон D в клинике XXI века: плейотропные эффекты и лабораторная оценка (лекция) // Клиническая диагностика. — 2010. — №12. — С. 17–23. [Shilin D.Ye. Vitamin D hormone in the 21st century clinic: pleiotropic effects and laboratory evaluation (a lecture). *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2010; 12: 17–23. (In Russ.)]

10. Holick M.F. Vitamin D deficiency // *N. Engl. J. Med.* — 2007. — Vol. 307, N 3. — P. 266–281.

11. Lanou A.J., Berkow S.E., Barnard N.D. Calcium, dairy products and bone health in children and young adults: a reevaluation of the evidence // *Pediatrics*. — 2005. — Vol. 115, N 3. — P. 736–743.

12. Lin R., White J.H. The pleiotropic actions of vitamin D // *Bioessays*. — 2004. — Vol. 26, N 1. — P. 21–28.

УДК 577.121.7: 616.314-089.843-77: 616.311.2-002: 616.153

## ОСОБЕННОСТИ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ ПРИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ И ПЕРИИМПЛАНТИТЕ

Дмитрий Владимирович Плюхин<sup>1</sup>, Вадим Эдуардович Цейликман<sup>1\*</sup>,  
Ольга Борисовна Цейликман<sup>2</sup>, Антон Иванович Синицкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия;

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

### Реферат

DOI: 10.17750/KMJ2015756

**Цель.** Определить наиболее информативные показатели свободнорадикального окисления плазмы крови для прогнозирования осложнений дентальной имплантации.

**Методы.** Обследование выполнено на 84 пациентах с дентальной имплантацией обоего пола, в их числе 31 пациент без осложнений и 53 пациента с перимплантитом. В крови определяли содержание продуктов перекисного окисления липидов и карбонилирования белков.

**Результаты.** При дентальной имплантации в плазме крови наблюдалось умеренное усиление липопероксидации и карбонилирования белков. Усиление свободнорадикального окисления в крови не ограничивалось липопероксидацией и выражалось в повышении содержания плазменных карбонилированных белков. Усиление окислительной деструкции белков в крови было сопряжено со снижением устойчивости к «карбонильному стрессу», которое проявлялось в повышенном уровне Fe<sup>2+</sup>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-индуцированного карбонилирования. Развитие перимплантита приводило к более выраженному усилению свободнорадикального окисления крови. В плазме крови отмечено увеличение содержания изопропанол-растворимых и гептан-растворимых оснований Шиффа. Так же, как и при дентальной имплантации, при перимплантите зарегистрировано увеличение содержания карбонилированных белков в плазме крови. Тем не менее, у пациентов с перимплантитом усиление свободнорадикального окисления в крови проходило более интенсивно, чем у пациентов с дентальной имплантацией. Так, содержание гептан-растворимых оснований Шиффа в группе «перимплантит» в 2 раза превысило значение этого показателя в группе «дентальная имплантация», а содержание изопропанол-растворимых продуктов перекисного окисления липидов при воспалительных осложнениях после имплантации достигло 4кратного превышения по сравнению с пациентами, перенёсшими операционное вмешательство без осложнений.

**Вывод.** Исследованные показатели свободнорадикального окисления могут быть использованы в качестве маркёров перимплантита; среди них наиболее информативными показателями служат основания Шиффа и металл-катализируемое окисление белков.

**Ключевые слова:** перимплантит, имплант, свободнорадикальное окисление.

## FEATURES OF FREE RADICAL LIPID PEROXIDATION AND SERUM PROTEINS AT DENTAL IMPLANTS AND PERIIMPLANTITIS

D.V. Plyukhin<sup>1</sup>, V.E. Tseylikman<sup>1</sup>, O.B. Tseylikman<sup>1</sup>, A.I. Sinitskiy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia;

<sup>2</sup>National Research South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

**Aim.** Determine the most informative indicators of free radical peroxidation in blood plasma for predicting the complications of dental implantation.

**Methods.** The study included 84 patients of both with dental implants, including 31 patients without any complications and 53 patients with peri-implantitis. The levels of lipid peroxidation products and protein carbonylation were measured in peripheral blood.

**Results.** Moderate intensification of lipid peroxidation and protein carbonylation was discovered in blood serum of patients with dental implants. Increased free radical oxidation in the blood was not limited to lipid peroxidation and resulted in increased serum levels of carbonylated proteins. Facilitation of oxidative degradation of proteins in the blood was

associated with decreased resistance to «carbonyl stress», manifested as increased level of  $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ -induced carbonylation. Development of peri-implantitis resulted in a greater enhancement of free radical oxidation of blood. Isopropanol-soluble and heptane-soluble Schiff bases level was increased in blood serum as well. Similar to patients with dental implants, increased levels of carbonylated proteins was observed in blood serum at peri-implantitis. However, free radical oxidation was more intense in patients with peri-implantitis compared to patients with dental implants. Indeed, the level of heptane-soluble Schiff bases at the group with peri-implantitis was 2 times higher as compared to dental implants group, and the level of isopropanol-soluble lipid peroxidation products in inflammatory complications after implantation has reached fourfold increase compared with patients who underwent operation without complications.

**Conclusion.** Investigated indicators of free radical oxidation may be used as markers of peri-implantitis. Among them, the most informative indicators are Schiff bases and metal-catalyzed protein oxidation.

**Keywords:** peri-implantitis, implant, free-radical oxidation.

В связи с тем, что применение имплантов способствует наиболее физиологичному восстановлению функций зубочелюстной системы, повышению эффективности ортопедического лечения, обеспечивает профилактику деформаций зубных рядов и дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, дентальная имплантация служит востребованным видом ортопедической помощи [7]. В то же время более чем у четверти пациентов после такого рода хирургических вмешательств в связи с травматизацией и раневым повреждением развиваются осложнения, сопровождающиеся возникновением боли, воспаления, комплекса других характерных для этой ситуации функциональных и структурных нарушений, ухудшением общего состояния и работоспособности [6]. По этой причине актуален поиск предикторных критериев, позволяющих прогнозировать развитие периимплантита в доклиническую стадию.

Процессы свободнорадикального окисления вместе с иммунными и нейроэндокринными факторами вовлечены в регуляцию репаративных процессов [4]. Вместе с тем известно, что усиление свободнорадикального окисления играет ключевую роль в развитии вторичной альтерации при воспалении [8]. Умеренное усиление свободнорадикаль-

ного окисления зачастую сопряжено с клинически благоприятным исходом, а резкое усиление свободнорадикального окисления может сопутствовать развитию периимплантита. Следовательно, именно среди показателей липопероксидации и карбонилирования белков можно найти прогностические критерии развития воспалительных осложнений при дентальной имплантации.

В данном исследовании мы сопоставляли между собой показатели липопероксидации и карбонилирования белков у пациентов с клинически благоприятным исходом дентальной имплантации и с периимплантитом.

Цель настоящего исследования — определить наиболее информативные показатели свободнорадикального окисления плазмы крови для прогнозирования осложнений дентальной имплантации.

Обследованы 84 пациента обоего пола, в том числе 53 больных с периимплантитом различной степени тяжести, 31 — с неосложнённой имплантацией. Возраст обследованных составлял 25–50 лет. В контрольную группу вошли 13 клинически здоровых человек, сопоставимых по полу, возрасту, месту проживания, с санированной полостью рта.

Диагностику периимплантита осуществляли в ходе клинического, рентгенологического обследования и лабораторных

Таблица 1

Содержание продуктов липопероксидации и окислительной модификации белков в плазме крови пациентов с дентальной имплантацией и с периимплантитом

Показатель	Контроль (n=13)	Дентальная имплантация (n=31)	Периимплантит (n=53)
Диеновые конъюгаты (гептановая фаза), е.о.и.	1,14±0,03	1,17±0,03	1,19±0,02
Кетодиены и сопряжённые триены (гептановая фаза), е.о.и.	0,20±0,02	0,16±0,02	0,21±0,05
Шиффовы основания (гептановая фаза), е.о.и.	0,05±0,01	0,036±0,01	0,09±0,01*#
Диеновые конъюгаты (изопропанольная фаза), е.о.и.	0,69±0,08	0,82±0,01*	0,82±0,01*
Кетодиены и сопряжённые триены (изопропанольная фаза), е.о.и.	0,28±0,04	0,24±0,04	0,23±0,01
Шиффовы основания (изопропанольная фаза), е.о.и.	0,03±0,01	0,022±0,01*	0,07±0,02*#
Карбонилированные белки, мМ/г белка	0,31±0,052	0,55±0,045*	0,58±0,45*
Карбонилированные белки, мМ/мл белка (индукция $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ )	1,26±0,019	1,44±0,09*	1,73±0,031*#

Примечание: е.о.и. — единицы окислительного индекса; p < 0,05 — \*статистически значимые различия с контролем; #статистически значимые различия между группами с дентальной имплантацией и периимплантитом.

исследований при повторном обращении пациентов.

В исследование исходно не включали, а также исключали (в случае подтверждения диагноза) пациентов с заболеваниями, способными оказать влияние на изучаемые параметры (остеопорозом, морбидным ожирением, сахарным диабетом, опухолями любой локализации, инфекцией, обусловленной вирусом иммунодефицита человека, активным туберкулёзом, эндокринопатиями, почечной недостаточностью, психической патологией). Исключали пациентов с заболеваниями пародонта тяжёлой степени, ревматоидным полиартритом, тиреотоксикозом, вирусным и токсическим гепатитами, лейкозом, лекарственной аллергией. Отказ от динамического наблюдения и обследования также был критерием исключения из исследования.

Для биохимических исследований использовали плазму венозной крови. Взятие крови для исследования производили пункцией кубитальной вены через 25–30 сут после операции имплантации. Содержание продуктов перекисного окисления липидов в плазме крови определяли экстракционно-спектрофотометрическим методом [1, 3]. Уровень окислительной модификации белков крови оценивали по реакции с 2,4-динитрофенилгидразином с последующей спектрофотометрической детекцией продуктов реакции [2].

Результаты обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики и выражали в виде среднего арифметического ( $M$ ) и его стандартной ошибки ( $m$ ). Применяли критерии непараметрической статистики – Краскелла-Уоллиса и Манна-Уитни ( $U$ ). Обработка полученных данных проведена с использованием пакета прикладных программ Statistica 8.

Установлено, что при дентальной имплантации в плазме крови происходит умеренное усиление липопероксидации, что проявлялось в увеличении содержания изопропанол-растворимых диеновых конъюгатов. Усиление свободнорадикального окисления в крови не ограничивалось липопероксидацией и выражалось в повышении содержания плазменных карбонилированных белков (табл. 1).

Следует отметить, что усиление окислительной деструкции белков в крови сопряжено со снижением устойчивости к «карбонильному стрессу», которое проявляется в повышенном уровне  $Fe^{+2}/H_2O_2$ -

индуцированного карбонилирования.

Развитие периимплантита привело к усилению липопероксидации в крови. В плазме крови наблюдалось увеличение содержания изопропанол-растворимых и гептан-растворимых оснований Шиффа. Также, как и при дентальной имплантации, при периимплантите происходило увеличение содержания карбонилированных белков в плазме крови. Тем не менее, у пациентов с периимплантитом усиление свободнорадикального окисления в крови проходило более интенсивно, чем у пациентов с дентальной имплантацией. Так, содержание гептан-растворимых оснований Шиффа в группе «периимплантит» в 2 раза превысило значение этого показателя в группе «дентальная имплантация», а содержание изопропанол-растворимых продуктов перекисного окисления липидов при воспалительных осложнениях после имплантации достигло 4-кратного превышения по сравнению с пациентами, перенёсшими операционное вмешательство без осложнений.

Таким образом, полученные результаты позволяют рассматривать основания Шиффа плазмы крови как наиболее информативные среди исследованных показателей свободнорадикального окисления для прогнозирования развития периимплантита.

Вызывает интерес гомологичность изменений свободнорадикального окисления при дентальной имплантации без осложнений и при периимплантите. Вероятно, это отражает адаптивный характер наблюдаемых изменений свободнорадикального окисления. Известно, что умеренная активация свободнорадикального окисления имеет позитивное значение для усиления регенеративных процессов как в окружающих мягких тканях, так и в находящейся вокруг импланта костной ткани [6]. Однако чрезмерное усиление перекисного окисления липидов вызывает развитие вторичной альтерации в мягких тканях и резорбцию костной ткани. Кроме того, продукты липопероксидации могут выступать в роли хемотактантов для лейкоцитарных клеток и способствовать их поступлению в воспалительный очаг [5].

Особенно важно, что различия между группами «периимплантит» и «дентальная имплантация» наблюдались по показателям липопероксидации в циркулирующей крови. Это указывает на тот факт, что прогрессирование периимплантита приводит к развитию осложнений системного характера.

ра, находящих своё выражение в значениях показателей продуктов липопероксидации, которые могут быть перспективными в качестве предикторов периимпантита.

## ВЫВОДЫ

1. Дентальная имплантация и периимпантит характеризуются усилением перекисного окисления липидов и карбонилирования белков в крови.

2. Среди исследованных показателей свободнорадикального окисления наиболее информативными показателями служат содержание оснований Шиффа и металл-катализируемое окисление белков.

*Работа выполнена при поддержке  
Министерства образования и науки РФ в  
рамках базовой части государственного за-  
дания (код проекта -1696).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л., Цейликман В.Э. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. — Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. — 167 с. [Volchegorskiy I.A., Dolgushin I.I., Kolesnikov O.L., Tseylikman V.E. Eksperimental'noe modelirovanie i laboratornaya otsenka adaptivnykh reaktsiy organizma. (Experimental modeling and laboratory assessment of body adaptive reactions.) Chelyabinsk: Publishing house of Chelyabinsk State Teaching University.

2000; 167 p. (In Russ.)]

2. Дубинина Е.Е., Бурмистров С.О., Ходов Д.А. Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод её определения // Вопр. мед. хим. — 1995. — Т. 41, №1. — С. 24–26. [Dubinina E.E., Burmistrov S.O., Khodov D.A. Oxidative modification of human serum proteins, methods for its detection. *Voprosy meditsinskoj khimii*. 1995; 41 (1): 24–26. (In Russ.)]

3. Львовская Е.И., Волчегорский И.А., Шемяков С.Е., Лифшиц Р.И. Спектрофотометрическое определение конечных продуктов ПОЛ // Вопр. мед. хим. — 1991. — Т. 37, №4. — С. 92–93. [Lvovskaya E.I., Volchegorskiy I.A., Shemyakov S.E., Lifshits R.I. Spectrophotometric determination of lipid peroxidation terminal products. *Voprosy meditsinskoj khimii*. 1991; 37 (4): 92–93. (In Russ.)]

4. Таганович А.Д., Олецкий О.И., Котович И.Л. Патологическая биохимия. — М.: Бином, 2013. — 447 с. [Taganovich A.D., Oletskiy O.I., Kotovich I.L. *Patologicheskaya biokhimiya*. (Pathologic biochemistry.) Moscow: Binom. 2013; 447 p. (In Russ.)]

5. Hattori H., Subramanian K.K., Sakai J., Luo H.R. Reactive oxygen species as signaling molecules in neutrophil chemotaxis // *Commun. Integr. Biol.* — 2010. — Vol. 3, N 3. — P. 278–281.

6. Li S., Yang Y., Yu C. et al. Dexmedetomidine analgesia effects in patients undergoing dental implant surgery and its impact on postoperative inflammatory and oxidative stress // *Oxid. Med. Cell. Longev.* — 2015. — P. 186736. — doi: 10.1155/2015/186736. — Epub. 2015 Jun 15.

7. Sheng L., Silvestrin T., Zhan J. et al. Replacement of severely traumatized teeth with immediate implants and immediate loading: literature review and case reports // *Dent. Traumatol.* — 2015. — doi: 10.1111/edt.12201 [Epub. ahead of print].

8. Walter M.S., Frank M.J., Sunding M.F. Increased reactivity and in vitro cell response of titanium based implant surfaces after anodic oxidation // *J. Mater. Sci. Mater. Med.* — 2013. — Vol. 24, N 12. — P. 2761–2773.

УДК 613.6: 613.632.3: 612.015.11: 612.313.6: 616.311.2-002.2: 616.314.17-008.1

## СОСТОЯНИЕ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА И СИСТЕМЫ «ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ – АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА» В СЛЮНЕ И ДЕСНЕВОЙ ЖИДКОСТИ У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА НЕФТЕХИМИИ

*Регина Игоревна Сабитова\*, Раис Тимергалеевич Буляков, Дамир Фаизович Шакиров,  
Феликс Хусаинович Камилов*

*Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия*

### Реферат

DOI: 10.17750/KMJ2015-759

**Цель.** Изучить состояние тканей пародонта и системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» в слюне и десневой жидкости у работников производства нефтехимии.

**Методы.** Объектом исследования стали 185 работников АО «Опытный завод Нефтехим». Помимо оценки стоматологического статуса, в слюнной и десневой жидкостях определяли содержание продуктов перекисного окисления липидов – диеновых и триеновых конъюгатов, малонового диальдегида, гидроперекисей и оснований Шиффа.

**Результаты.** У работников производства нефтехимии частота хронического генерализованного пародонтита составила 100%, в том числе средней (47,03%), тяжёлой (35,13%) и лёгкой (17,84%) степени. По мере нарастания воспалительно-деструктивного процесса в тканях пародонта отмечалось усиление процессов перекисного окисления липидов и активности системы антиоксидантной защиты (при хроническом генерализованном пародонтите лёгкой и средней степени тяжести). При хроническом генерализованном пародонтите тяжёлой степени на фоне усиления липопероксидации выявлено снижение активности антиоксидантной защиты. Корреляционный анализ между индексными показателями состояния пародонта и системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» показал прямую зависимость.

**Вывод.** Среди работников нефтехимического производства необходимо проводить профилактику патологии пародонта с целью снижения риска заболеваний; применение полученных данных в клинической практике может быть использовано для выявления групп повышенного риска с патологией пародонта.