

УДК: 616.31

DOI: 10.24412/2075-4094-2025-6-1-5 EDN BTGMLV **



ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОКСИГЕНАЦИИ ТКАНЕЙ НА УСПЕШНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

М.О. КОРОЕВА, Г.В. ТОБОЕВ, В.Д. СЛЕПУШКИН

*Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ,
улица Максима Горького, 83, Владикавказ, 162025, Россия*

Аннотация. ***Введение.*** Дентальная имплантация на сегодняшний день является одним из наиболее востребованных методов восстановления зубного ряда. Успех остеointеграции зависит от ряда факторов, среди которых ключевую роль играет состояние микроциркуляции и уровень тканевой оксигенации в зоне хирургического вмешательства. В раннем послеоперационном периоде часто возникает локальная гипоксия из-за травмы сосудов и отека. При длительном снижении оксигенации существует риск неполной остеоинтеграции или ее срыва. Анализ динамики кислородного обмена позволяет вовремя выявить неблагоприятный сценарий. **Цель исследования** – разработка метода прогнозирования вероятности развития осложнений при дентальной имплантации на основе оценки показателей оксигенации тканей. **Результаты и их обсуждение.** Были определены пороговые значения артерио-венозной разницы по содержанию кислорода, отражающие риск возникновения послеоперационных осложнений. У 57 пациентов установлено, что увеличение артерио-венозной разницы ассоциируется с формированием воспалительных процессов, тогда как её снижение указывает на развитие гипоксических состояний и последующее отторжение имплантатов. Нарушение тканевой оксигенации может быть ранним маркером начинаящего перииmplантита, изменений микроциркуляции, неполной остеоинтеграции. **Заключение.** Оценка влияния изменения оксигенации тканей после проведения дентальной имплантации позволяет повысить предсказуемость остеоинтеграции, снизить риск осложнений и индивидуализировать тактику лечения.

Ключевые слова: дентальная имплантация, озонирование, тканевая оксигенация, микроциркуляция.

THE IMPACT OF CHANGES IN TISSUE OXYGENATION ON THE SUCCESS OF DENTAL IMPLANTATION

M.O. KOROEVA, G.V. TOBOEV, V.D. SLEPUSHKIN

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “North Ossetian State Medical Academy”
of the Ministry of Health of the Russian Federation,
83 Maksim Gorky Street, Vladikavkaz, 162025, Russia*

Abstract. ***Introduction.*** Dental implantation is currently one of the most widely used methods for restoring the dentition. The success of osseointegration depends on several factors, among which the state of microcirculation and the level of tissue oxygenation in the surgical area play a key role. In the early postoperative period, local hypoxia frequently develops due to vascular trauma and edema. Prolonged reduction in oxygenation increases the risk of incomplete osseointegration or its failure. Analysis of oxygen exchange dynamics allows timely detection of an unfavorable scenario. **The aim of the study** is to develop a method for predicting the likelihood of complications during dental implantation based on the assessment of tissue oxygenation parameters. **Results and Discussion.** Threshold values of the arteriovenous oxygen difference indicating a risk of postoperative complications were identified. In 57 patients, an increase in the arteriovenous difference was associated with the development of inflammatory processes, whereas its decrease indicated the onset of hypoxic states and subsequent implant rejection. Impairment of tissue oxygenation may serve as an early marker of emerging peri-implantitis, microcirculatory disturbances, or incomplete osseointegration. **Conclusion.** Evaluating the impact of changes in tissue oxygenation after dental implantation improves the predictability of osseointegration, reduces the risk of complications, and allows for individualization of treatment strategies.

Keywords: dental implantation, ozonation, tissue oxygenation, microcirculation.

Введение. По данным ВОЗ, у 75 % населения в различных регионах мира имеется частичное отсутствие зубов, а примерно у 30 % людей в возрасте 65–74 лет естественные зубы отсутствуют полностью. В настоящее время наиболее эффективным методом лечения вторичной адентии является дентальная имплантация, так как в данном варианте имплантат интегрируется в челюстную кость, и пациент

получает зубной протез, неотличимый от настоящего зуба [8]. Применение имплантатов в качестве дентальной опоры способствует решению большого числа проблем протезирования больных с частичным и полным отсутствием зубов [9]. Операция имплантации имеет стабильно положительные результаты, число остеointегрированных имплантатов по данным различных отечественных и зарубежных авторов составляет около 95 %. Однако, в некоторых случаях возможно развитие осложнений, приводящих к нарушению функции установленных имплантатов и ухудшению качества жизни пациентов [4].

После установки имплантата ткани подвергаются хирургической травме, что сопровождается: повреждением сосудов, локальным воспалительным ответом, изменением микроциркуляции и *парциального давления кислорода* (pO_2).

Результат проведения дентальной имплантации во многом зависит как от общего состояния организма пациента, наличия сопутствующей патологии, состояния тканей челюстно-лицевой области, так и от техники проведения имплантации, мастерства и опыта врача-имплантолога и ведения пациента в постоперационном периоде [1, 2]. Одной из главных задач хирурга-стоматолога является выявление начальных признаков изменения окколоимплантатной ткани, приводящих к развитию осложнений [5, 6].

Успешная остеоинтеграция имплантата во многом зависит от локальных метаболических процессов в окружающих тканях, включая микроциркуляцию и уровень тканевой оксигенации. Кислород – ограничивающий субстрат для процессов клеточной пролиферации, дифференцировки остеобластов и формирования новой сосудистой сети. Ангиогенез обеспечивает доставку кислорода и питательных веществ, а его нарушение ведёт к снижению эффективности ремоделирования кости и нарушениям интеграции имплантата. Изменения кислородного обмена могут служить как индикатором нормального заживления, так и маркером патологических процессов, таких как воспаление или нарушение регенерации [3]. Снижение тканевой оксигенации ассоциируется с замедленным образованием костной мозоли и сниженной стабильностью первичной и вторичной остеоинтеграции. Хорошая оксигенация способствует ускоренному формированию костного матрикса и прочной связи имплантата с костью, улучшает питание тканей, подавляет анаэробную флору и поддерживает антибактериальную защиту. Мониторинг уровня оксигенации позволяет выявить пациентов группы риска и заранее скорректировать тактику лечения [7]. Следовательно, мониторинг оксигенации в раннем послеоперационном периоде имеет прогностическую ценность.

Таким образом, изучение динамики оксигенации тканей после дентальной имплантации имеет важное значение для практической имплантологии.

Цель исследования – разработать методику прогнозирования развития осложнений при проведении дентальной имплантации путем оценки степени оксигенации.

Материалы и методы исследования. Исследование проводились у 57 пациентов до, во время выполнения оперативных вмешательств по установке дентальных имплантатов, а также в послеоперационном периоде. Все хирургические манипуляции пациентам были проведены с учетом клинических рекомендаций, разработанных Стоматологической ассоциацией России. Проводили операцию по установке имплантатов и определяли динамику изменения показателей кислородного обмена. Использовали Церебральный и соматический оксиметр *INVOS* – устройство для прямого, непрерывного и неинвазивного измерения тканевой оксигенации. Сенсорные датчики оксиметра накладывались на щеку в области проведения операции. Пульсоксиметрический датчик монитора надевался на палец руки.

Пульсоксиметрия – неинвазивный метод, позволяющий определить насыщение гемоглобина кислородом (SpO_2). Транскutanная оксиметрия – измерение pO_2 в поверхностных слоях слизистой.

Перед проведением оксиметрии пациента усаживали или укладывали в удобное положение. Уточняли самочувствие, обеспечивали доступ к пальцу руки (чаще всего – указательный или средний палец).

С целью мониторинга тканевой оксигенации у пациентов сенсорные электроды церебрально-соматического оксиметра *INVOS* устанавливались на кожную поверхность щеки в проекции оперативного вмешательства, а также на противоположной стороне. Исследование проводилось в следующие временные точки: до оперативного вмешательства (при первичном осмотре), на 3, 5, 7 и 10-е сутки после операции, а также при последующих визитах – при наличии у пациента жалоб.

Через 20-30 секунд после установки электродов регистрировались показатели степени насыщения гемоглобина кислородом в венозной крови (SvO_2 , %) по данным оксиметрии, отображаемые на экране монитора.

Результаты и их обсуждение. Провели оценку динамики кислородного обмена в области операционной раны в зависимости от возникших осложнений. Было обнаружено, что у пациентов с развившимися впоследствии воспалительными процессами, наблюдалось снижение насыщения гемоглобина кислородом венозной крови, наиболее выраженное в первые и вторые сутки, что приводило к повышению артерио-венозной разницы по кислороду, то есть повышалась степень экстракции кислорода в области операционной раны.

После проведения установки дентальных имплантатов у пациентов определялось развитие следующих осложнений: воспалительный процесс в области операционной раны на 4-5-е сутки (14,6 % пациентов), отторжение имплантата (5,1 %).

У пациентов, у которых в послеоперационном периоде происходило отторжение дентальных имплантатов, на протяжении всех пяти суток проведения измерений, фиксировалось статистически достоверное повышение уровня насыщения гемоглобина кислородом венозной крови. К пятому дню данный показатель продемонстрировал тенденцию к снижению, однако сохранял значимое превышение относительно исходных значений. Соответственно, на 1-5-е сутки значительно снижалась артерио-венозная разница по кислороду, указывая на снижение экстракции кислорода тканями в области операционной раны.

Таким образом, возникшие хирургические осложнения могли быть связаны с различиями в показателях экстракции кислорода в зоне операционной раны, отражающими состояние тканевого кислородного обмена.

Изучение степени оксигенации в периимплантатных тканях имеет важное клиническое значение. Снижение уровня кислорода в ранние сроки после операции является физиологическим и не требует коррекции. Однако длительная гипоксия или ее возобновление в отдаленные сроки может указывать на развитие осложнений.

С практической точки зрения мониторинг оксигенации позволяет:

- прогнозировать сроки заживления и интеграции имплантата;
- выявлять ранние признаки воспалительных осложнений;
- корректировать тактику послеоперационного ведения пациентов.

Выводы. Степень оксигенации в тканях играет ключевую роль в процессе остеоинтеграции дентальных имплантатов. Оценка тканевой оксигенации в периимплантатной зоне является критическим компонентом послеоперационного наблюдения, поскольку адекватное снабжение кислородом определяет ход ангиогенеза, остеогенеза и остеоинтеграции имплантата. Мониторинг кислородного обмена с использованием современных неинвазивных методов позволяет своевременно оценивать эффективность регенерации, прогнозировать исход лечения и предотвращать осложнения. Регулярный мониторинг оксигенации способствует раннему выявлению гипоксических состояний, объективизирует риск осложнений и служит основанием для корректировки лечебно-реабилитационной тактики. Включение оксиметрических методик в повседневную клиническую практику может повысить надежность и предсказуемость имплантологического лечения.

Литература

1. Деминская Ю.В. Инновации. Осложнения после дентальной имплантации: проблемы и решения. // Наука. Образование. 2022. № 51. С. 1400-5.
2. Жусев А.И., Ремов А.Ю. Дентальная имплантация. Критерии успеха. М.: Центр дентальной имплантации, 2004. 223 с.
3. Иванов А.А., Петров С.С. Оксигенация тканей в стоматологии: современные подходы к диагностике. // Стоматология. 2021. № 4. С. 45-50.
4. Копецкий И.С., Страндстрем Е.Б., Копецкая А.И. Современные аспекты методов лечения периимплантитов. // Российский медицинский журнал 2019. № 25(5-6). С. 324-7.
5. Михальченко Д.В., Македонова Ю.А., Салимов Х.Ю. Современные методы диагностики постпротетических осложнений при дентальной имплантации. // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета 2020. № 2(74). С. 72-6.
6. Михальченко Д.В., Яковлев А.Т., Бадрак Е.Ю. Проблема воспаления в периимплантитных тканях и факторы, влияющие на его течение. // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2015. №4(48). С. 15-7.
7. Слепушкин В.Д. (под ред.). Мониторинг состояния кислородного обмена. Владикавказ, 2023. 84 с
8. Тунева Н.А., Богачева Н.В., Тунева Ю.О. Проблемы дентальной имплантации. // Вятский медицинский вестник. 2019. № 2(62). С. 86-93
9. Тарасенко С. В., Кречина Е. К., Загорский С. В. Состояние микрогемодинамики и оксигенации в слизистой оболочке альвеолярного гребня после контурной пластики десны при дентальной имплантации. // Стоматология. 2020. № 99(5). С. 46-49. DOI 10.17116/stomat20209905146

References

1. Deminskaya YuV. Innovacii. Oslozhneniya posle dental'noj implantacii: problemy i resheniya [Complications after dental implantation: problems and solutions]. Nauka. Obrazovanie. 2022;51:1400-5. Russian.
2. Zhusev AI, Remov AYu. Dental'naya implantaciya. Kriterii uspekha [Dental implantation. Criteria of success.]. M.: Centr dental'noj implantacii, 2004. Russian.
3. Ivanov AA, Petrov SS. Oksigenaciya tkanej v stomatologii: sovremennye podhody k diagnostike [Tissue oxygenation in dentistry: modern approaches to diagnosis]. Stomatologiya. 2021;4:45-50. Russian.
4. Kopeckij IS, Strandstrem EB, Kopeckaya AI. Sovremennye aspekty metodov lecheniya periimplantitov [Modern aspects of peri-implantitis treatment methods]. Rossijskij medicinskij zhurnal 2019;25(5-6):324-7. Russian.
5. Mihal'chenko DV, Makedonova YuA, Salyamov HYu. Sovremennye metody diagnostiki postproteticheskikh oslozhnenij pri dental'noj implantacii [Modern methods of diagnosis of post-prosthetic complications during dental implantation]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta 2020;2(74):72-6. Russian.
6. Mihal'chenko DV, Yakovlev AT, Badrak EYu. Problema vospaleniya v periimplantitnyh tkanyah i faktory, vliyayushchie na ego techenie [The problem of inflammation in peri-implantitis tissues and factors influencing its course]. Volgogradskij nauchno-medicinskij zhurnal. 2015;4(48):15-7. Russian.
7. Slepushkin VD. (pod red.). Monitoring sostoyaniya kislorodnogo obmena [Monitoring of oxygen metabolism]. Vladikavkaz, 2023. Russian.
8. Tuneva NA, Bogacheva NV, Tuneva YuO. Problemy dental'noj implantacii [Problems of dental implantation]. Vyatskij medicinskij vestnik. 2019;2(62):86-93 Russian.
9. Tarasenko S V, Krechina E K, Zagorskij S V. Sostoyanie mikrogemodinamiki i oksigenacii v slizistoj obolochke al'veolyarnogo grebnya posle konturnoj plastiki desny pri dental'noj implantacii [The state of microhemodynamics and oxygenation in the mucous membrane of the alveolar ridge after contouring of the gum during dental implantation]. Stomatologiya. 2020;99(5):46-49. DOI 10.17116/stomat20209905146 Russian.

Библиографическая ссылка:

Кореева М.О., Тобоев Г.В., Слепушкин В.Д. Влияние изменения оксигенации тканей на успешность проведения дентальной имплантации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №6. Публикация 1-5. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-6/1-5.pdf> (дата обращения: 24.11.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-6-1-5. EDN BTGMLV*

Bibliographic reference:

Koreeva MO, Toboev GV, Slepushkin VD. Vliyanie izmeneniya oksigenacii tkanej na uspeshnost' provedeniya dental'noj implantacii [The impact of changes in tissue oxygenation on the success of dental implantation]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Nov 24];6 [about 4 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-6/1-5.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-6-1-5. EDN BTGMLV

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-6/e2025-6.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY