

УДК 616.314.2-07

ЦИФРОВАЯ ДИАГНОСТИКА ОККЛЮЗИИ ЗУБОВ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА T-SCANМАЙЗЕТ А.И.¹, РУБНИКОВИЧ С.П.^{1,2}, БАРАДИНА И.Н.¹¹ *Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Республика Беларусь*² *Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Установлена эффективность инновационного метода цифровой диагностики окклюзии зубов у стоматологических пациентов. На основании анализа результатов, полученных методом цифровой диагностики, установлено, что разработанный метод позволяет более эффективно проводить анализ окклюзионных взаимосоотношений зубов, чем традиционный метод диагностики. Метод цифровой диагностики обладает высоким уровнем чувствительности (90,3%) и специфичности (81%), значительной прогностической силой и диагностической надежностью. При этом вероятность выявления нарушений окклюзии зубов с использованием метода цифровой диагностики в 4,67 раз выше, чем традиционного метода диагностики окклюзии зубов. В соответствии с экспертной шкалой значений AUC качество диагностической модели оценивается как хорошее.

Ключевые слова: T-scan, болезни периодонта, частичная вторичная адентия, индексные показатели, чувствительность, специфичность.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DIGITAL DIAGNOSTICS OF DENTAL OCCLUSION WITH THE T-SCANANDREY I. MAIZET¹, SERGEY P. RUBNIKOVICH^{1,2}, INESSA N. BARADINA¹¹ *Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk, Belarus*² *Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus*

Abstract. The effectiveness of an innovative method of digital diagnostics of dental occlusion in dental patients has been established. Based on the analysis of the results obtained by the digital diagnostics method, it has been established that the developed method makes it possible to provide more effectively analyses of the occlusal interrelations if comparing with the traditional diagnostic method. The digital diagnostic method has a high level of sensitivity (90.3%) and specificity (81%), significant predictive power and diagnostic reliability. At the same time, the probability of detecting violations of dental occlusion using the digital diagnostic method is 4.67 times higher when comparing with the traditional method of dental occlusion diagnosing. In accordance with the expert scale of AUC values, the quality of the diagnostic model is assessed as good.

Keywords: T-scan, periodontal diseases, partial teeth loss, index indicators, sensitivity, specificity.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Введение

По данным исследователей распространенность болезней периодонта составляет 95%, а частичное отсутствие зубов определили у 81,3% пациентов Республики Беларусь возраст которых составил 35-44 года [1, 2]. Одной из причин развития болезней периодонта является окклюзионная травма [3, 4]. Проблема выявления преждевременных и чрезмерных контактов остается актуальной из-за возможных осложнений в зубочелюстной системе вследствие неправильных окклюзионных взаимосоотношений зубов. Своевременно не устранённая травматическая окклюзия приводит к травме пульпы зуба и дефектам твердых тканей зубов (клиновидные дефекты, абфракции, окклюзионная и апроксимальная стираемость и т.д.) в ближайшие и отдаленные сроки после протезирования пациентов с частичной вторичной адентией [2, 5–7]. Применение стандартных методик определения окклюзионных контактов, таких как: сочетанное использование диагностических моделей и артикулятора, регистрация и анализ окклюзионных контактов на рабочих окклюдодиаграммах и непосредственно на твердых тканях зубов пациента, а также получение обзорных окклюдодиаграмм не позволяют в режиме реального времени точно определить основные показатели окклюзионных взаимосоотношений зубов [4, 8-14].

Цель работы

Оценить диагностическую эффективность инновационного метода цифровой диагностики окклюзии зубов у стоматологических пациентов.

Методика проведения эксперимента

Проведено одномоментное, поперечное исследование. Была сформирована группа наблюдения, включающая 31 пациента в возрасте 35 – 44 лет без дефектов зубных рядов с хроническим генерализованным простым периодонтитом легкой степени тяжести, обратившихся за стоматологической помощью, на основе которой осуществлялось выявление нарушений окклюзий с использованием двух методов. Были использованы клинические и статистические методы исследования. Стоматологическое обследование пациентов включало клинические методы: опрос, осмотр по общепринятой методике, а также изучение объективных показателей при определении основных гигиенических, десневых и периодонтологических индексов (ОИ-S, GI, PI), методы лучевой диагностики. Для анализа окклюзионных взаимосоотношений и оценки состояния окклюзии были использованы два метода диагностики.

Первый метод включал традиционную диагностику окклюзии зубов с помощью артикуляционной бумаги, согласно протоколам, утвержденным Министерством здравоохранения Республики Беларусь от 26.12.2011 №1245, с использованием индекса окклюдодиаграммы (ИОКГ) [15].

Разработанный второй метод цифровой диагностики включал комплексный анализ окклюзии зубов с использованием показателей окклюзионных взаимосоотношений и критериев их оценки, цифрового индекса окклюзии (ЦИО) на основании данных аппарата T-scan [15].

Цифровыми диагностическими показателями окклюзионных взаимосоотношений зубов служили следующие параметры:

1. интенсивность окклюзионных контактов зубов по цветовой кодировке;
2. процентное распределение площади контактов по сторонам (левая/правая) в зубном ряду;
3. процентное распределение площади контактов по квадрантам в зубном ряду;
4. время окклюзии, которое отражает временной интервал, с момента первого контакта между зубами до того момента, когда достигался и сохранялся максимально плотный статический фиссурно-бугорковый контакт;
5. время дизокклюзии, которое отражает временной интервал, с момента начала открывания рта и до полного размыкания зубов;
6. графическое изображение траектории вектора силы от начала смыкания до полного смыкания зубов.

При этом критерии оценки окклюзионных взаимосоотношений зубов считали хорошими, если:

1. Столбцы диаграммы были только синего или зеленого цвета;
2. Вектор силы не выходил за пределы центральной зоны на белом фоне (при сбалансированных формах окклюзии эта траектория имела форму прямой линии, которая направлялась сверху вниз в центре 2Д изображения и заканчивалась в центре овального окна на белом фоне и не выходила за ее пределы в зону на сером фоне). Расположение линии вектора сил в центре изображения овального окна означало сбалансированность окклюзионных контактов между группами зубов и сторонами челюсти. При этом движение линии вектора сил имело ровную траекторию и направление траектории движения отмечалось сверху вниз.
3. Время дизокклюзии не превышало 0,4 секунды (время дизокклюзии при отсутствии патологии окклюзионных контактов составляло менее 0,4 секунды).
4. Время окклюзии не превышало 0,25 секунды. Чем короче «окклюзионное время», тем меньше времени требовалось для достижения контакта между всеми зубами в ротовой полости («окклюзионное время» при отсутствии патологии окклюзионных контактов должно составлять менее 0,25 секунды).
5. Распределение окклюзионных сил по сторонам левой и правой составляло 50% / 50%
6. Распределение окклюзионных сил по квадрантам имело одинаковые значения слева и справа.

Значение каждого из перечисленных показателей окклюзионных взаимосоотношений определяли, как 1 балл.

Критерии оценки окклюзионных взаимосоотношений зубов считали удовлетворительными, если:

- 1 Отмечали наличие столбца/столбцов диаграммы желтого цвета.
- 2 Линия траектории движения вектора силы выходила за пределы центральной зоны на белом фоне, но не выходила за пределы наружной зоны на сером фоне,
- 3 Время дизокклюзии находилось во временном промежутке от 0,4 до 0,6 секунды.
- 4 Время окклюзии находилось во временном промежутке от 0,25 до 0,5 секунды.
- 5 Распределение окклюзионных сил по сторонам левой и правой не превышало 60% / 40%.
- 6 Распределение сил окклюзии по квадрантам имело незначительные отличия в значениях слева и справа.

Значение каждого из перечисленных показателей окклюзионных взаимосоотношений зубов определяли, как 2 балла.

Критерии оценки окклюзионных взаимосоотношений зубов считали неудовлетворительными, если:

1. Отмечали наличие столбца/столбцов диаграммы оранжевого или красного цвета.
2. Линия траектории движения вектора силы выходила за пределы центральной наружной зоны на сером фоне.
3. Время дизокклюзии превышало 0,6 секунды.
4. Время окклюзии превышало 0,5 секунды.
5. Распределение окклюзионных сил по сторонам левой и правой превышало разницу значений в пропорции 60% / 40%.
6. Распределение сил окклюзии по квадрантам имело значительные отличия в значениях слева и справа.

Значение каждого из перечисленных показателей окклюзионных взаимосоотношений зубов определяли, как 3 балла.

На основании цифровых показателей окклюзионных взаимосоотношений зубов и разработанных критериев их оценки, нами предложен цифровой индекс окклюзии зубов. Применение цифрового индекса окклюзии позволяет качественно и количественно оценить окклюзию зубов, определить наличие и степень тяжести нарушений окклюзии зубов у стоматологических пациентов. Цифровой индекс окклюзии зубов рассчитывали по формуле:

$$\text{ЦИО} = \frac{\sum \text{баллов}}{n} \times 100\%$$

где Σ – сумма баллов по диагностическим критериям окклюзионных взаимосоотношений

n – количество пар зубов-антагонистов (не более 14)

Установлено, что при показателях индекса ЦИО $\leq 42,9\%$ (общая сумма баллов ≤ 6) нарушение состояния окклюзии зубов не выявлялось, при показателях индекса ЦИО от 43 до 57,1% (от 6,1 до ≤ 8 баллов) наблюдалось нарушение окклюзии зубов легкой степени, при показателях индекса ЦИО от 57,2 до $\leq 85,7\%$ (от 8,1 до ≤ 12 баллов) наблюдалось нарушение окклюзии зубов средней степени, при показателях индекса ЦИО 85,8% и выше (13 баллов и выше) наблюдалось нарушение окклюзии зубов тяжелой степени.

При оценке информативности разработанного метода цифровой диагностики окклюзии зубов были определены диагностическая чувствительность и специфичность, прогностическая ценность положительного (ППР) и отрицательного результатов (ПОР), отношение правдоподобия для отрицательного и положительного результата (Likelihood Ratio, LR).

Был проведен ROC-анализ (Receiver Operating Characteristics Analysis) диагностических тестов, с использованием программы «AtteStat», включающий построение ROC-кривой и расчет прогностической ценности площади под ROC-кривой (Area Under Curve, AUC). Оценка показателя AUC осуществлялась в соответствии с экспертной шкалой для значений AUC, по которой можно судить о

качестве диагностической модели. Чем выше показатель AUC, тем качественнее классификатор, при этом значение 0,5 соответствует непригодности выбранного метода классификации.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием параметрических и непараметрических методов исследования, в том числе методов описательной статистики, оценки достоверности (Chi-square test, χ^2). Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10», программы «AtteStat».

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов исследования показал статистически значимые различия выявления удельного веса пациентов с нарушениями окклюзии различными методами диагностики (Chi-square test: $\chi^2 = 31,5$, $p_{1-2} = 0,0001$). Использование предложенного метода цифровой диагностики окклюзии зубов (МЦДО) позволило выявить нарушения окклюзии зубов у 90,7% пациентов, а традиционным методом диагностики окклюзии зубов (ТМДО) у 19,2% пациентов.

Результаты исследования показали, что метод цифровой диагностики окклюзии зубов можно использовать для выявления наличия нарушений окклюзии зубов у стоматологических пациентов. Анализ диагностических критериев оценки показал, что метод цифровой диагностики окклюзии зубов характеризуется высоким уровнем чувствительности (90,3%) и специфичности (81%), достаточно высоким уровнем прогностичности положительного и отрицательного результата. Прогностичность положительного и отрицательного результата метод цифровой диагностики окклюзии зубов/традиционный метод диагностики окклюзии зубов соответственно составила 0,82 и 0,89.

Отношение правдоподобия для положительного результата метод цифровой диагностики окклюзии зубов/традиционный метод диагностики окклюзии зубов достигает 4,67 ($LR+ = 4,67$) и свидетельствуют о том, что вероятность выявления нарушений окклюзии с использованием метода цифровой диагностики в 4,67 раз выше, по сравнению с традиционным методом диагностики окклюзии зубов.

Сравнительный анализ численного показателя площади под кривой (Area under curve, AUC) свидетельствует об эффективности метода цифровой диагностики для выявления нарушения окклюзии зубов (истинно положительных случаев). Показатели площади под ROC-кривой (Area under curve, AUC) метода цифровой диагностики окклюзии зубов приближаются к 1, что свидетельствует о значительной прогностической силе и диагностической надежности метода. В соответствии с экспертной шкалой значений AUC качество диагностической модели (метод цифровой диагностики окклюзии зубов) оценивается как хорошее ($AUC = 0,767$ (95% ДИ 0,648-0,885, $p = 0,002$).

Заключение

Разработан метод цифровой диагностики окклюзии зубов, позволяющий более эффективно проводить анализ окклюзии зубов, чем традиционный метод диагностики. Метод цифровой диагностики обладает высоким уровнем чувствительности (90,3%) и специфичности (81%). При этом вероятность выявления нарушений окклюзии зубов с использованием метода цифровой диагностики в 4,67 раз выше, чем традиционного метода диагностики окклюзии зубов. Показатель площади под ROC-кривой ($AUC = 0,767$ (0,648-0,885), $p = 0,002$) свидетельствует о значительной прогностической силе и диагностической надежности метода цифровой диагностики окклюзии зубов. В соответствии с экспертной шкалой значений AUC качество диагностической модели (метод цифровой диагностики окклюзии зубов) оценивается как хорошее.

Список литературы

1. Рубникович С.П., Корзун О.К., Денисова Ю.Л., Андреева В.А., Корзун А.А. Анализ распространенности стоматологических заболеваний, требующих ортопедического лечения, среди взрослого населения г. Гродно. *Стоматолог.* 2018; №3 (30):20–30.
2. Рубникович С.П., Денисова Ю.Л. Комплексное лечение болезней периодонта и зубочелюстных аномалий на основе лазерно-оптической диагностики. *Маэстро стоматологии.* 2011; №4:78–82.

3. Булычева Е.А., Булычева Д.С. Использование диагностического сканера «Т-SCAN» для анализа окклюзионных взаимоотношений зубных рядов в практике врача-стоматолога ортопеда. *Стоматология славянских государств*. 2015:50–53.
4. Грицай И.Г., Козицына С.И., Алпатова В.Г. Анализ применения аппарата Т-SCAN в стоматологической практике при окклюзионных нарушениях. *Институт стоматологии*. 2015; №4:58–61.
5. Денисова Ю.Л., Соломевич А.С. Окклюзионная травма: трудности в диагностике. *Стоматолог*. 2012; № 1 (4):41–49.
6. Дедова Л.Н., Денисова Ю.Л., Соломевич А.С. Многолетний опыт поддерживающей терапии у пациентов с болезнями периодонта. *Стоматолог*. 2015; № 4 (19):75–81.
7. Throckmorton G.S., Rasmussen J., Caloss R. Calibration of T-Scan sensors for recording bite forces in denture patients. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2009; Vol. 36, No.9:636–644.
8. Дедова Л.Н., Рубникович С.П., Денисова Ю.Л., Кандрукевич О.В., Соломевич А.С., Росеник Н.И. Распространенность стоматологических заболеваний в Республике Беларусь. *Стоматология. Эстетика. Инновации*. 2017; №2:193–202.
9. Мамедова Л.А., Ефимович О.И. Сочетанное применение электромиографии и программы Т-scan для коррекции окклюзионных нарушений при заболеваниях пародонта и миофасциальном синдроме. *Военно-медицинский журнал*. 2014; №6:22–25.
10. Мамедова Л.А., Осипов А.В., Смотров А.Б. Анализ окклюзионных контактов при восстановлении жевательных зубов с помощью компьютерной программы Т-scan. *Стоматология для всех*. 2009; №2:22–25.
11. Kerstein R.B., Grundset K., Obtaining Bilateral Simultaneous Occlusal Contacts with Computer Analyzed and Guided Occlusal Adjustments. *Quintessence International*. 2001; Vol. 32 (1):7–18.
12. Юрченко С.Ю., Шумский А.В., Мацкевич А.А. Т-Scan в диагностике неврогенных заболеваний полости рта. *Клиническая стоматология*. 2011; №2 (58):76–79.
13. Wang Y.-L., Cheng J., Chen Y.-M., Yip K. H.-K., Smales R. J., Yin X.-M. Patterns and forces of occlusal contacts during lateral excursions recorded by the T-Scan II system in young Chinese adults with normal occlusions. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2011; Vol. 38:571–578.
14. Аболмасов Н.Н., Гелетин П.Н. *Избирательное пришлифовывание зубов*. Смоленск; 2010.
15. Рубникович С.П., Майзет А.И. Применение цифрового метода анализа состояния окклюзии зубов у пациентов с частичной вторичной адентией и болезнями периодонта. *Стоматолог*. 2018; № 2 (29):27–35.

References

1. Rubnikovich S.P., Korzun O.K., Denisova Yu.L., Andreeva V.A., Korzun A.A. [Analysis of the prevalence of dental diseases requiring orthopedic treatment among the adult population of Grodno]. *Stomatolog= Stomatologist*. 2018; №3(30):20–30. (In Russ.)
2. Rubnikovich S.P., Denisova Yu.L. Complex treatment of periodontal diseases and dental anomalies based on laser-optical diagnostics. *Maestro stomatologii=Maestro of dentistry*. 2011; №4:78–82. (In Russ.)
3. Bulycheva E.A., Bulycheva D.S. Use of the diagnostic scanner "T-SCAN" for analysis of occlusal relationships of dental rows in the practice of an orthopedic dentist. *Stomatologiya slavyanskikh gosudarstv=Dentistry of the Slavic states*. 2015:50–53. (In Russ.)
4. Gritsai I.G., Kozitsyna S.I., Alpatova V.G. Analysis of the use of the T-SCAN device in dental practice for occlusive disorders. *Institut stomatologii=Institute of dentistry*. 2015; №4:58–61. (In Russ.)
5. Denisova Yu.L., Solomevich A.S. Occlusal trauma: difficulties in diagnosis. *Stomatolog= Stomatologist*. 2012; № 1 (4):41–49. (In Russ.)
6. Dedova L.N., Denisova Yu.L., Solomevich A.S. Extensive experience in supporting therapy in patients with periodontal diseases. *Stomatolog= Stomatologist*. 2015; № 4 (19):75–81. (In Russ.)
7. Throckmorton G.S., Rasmussen J., Caloss R. Calibration of T-Scan sensors for recording bite forces in denture patients. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2009; Vol. 36, No.9:636–644.
8. Dedova L.N., Rubnikovich S.P., Denisova Yu.L., Kandrukevich O.V., Solomevich A.S., Rosenik N.I. Prevalence of dental diseases in the Republic of Belarus. *Stomatologiya. Estetika. Innovatsii=Dentistry. Aesthetics. Innovations*. 2017; №2:193–202. (In Russ.)
9. Mamedova L.A., Efimovich O.I. Combined use of electromyography and T-scan program for correction of occlusive disorders in periodontal diseases and myofascial syndrome. *Voенно-meditsinskii zhurnal=Military Medical Journal*. 2014; №6:22–25. (In Russ.)

10. Mamedova L.A., Osipov A.V., Smotrova A.B. Analysis of occlusal contacts during the restoration of chewing teeth using the t-scan computer program. *Stomatologiya dlya vsekh= Dentistry for everyone*. 2009; №2:22–25. (In Russ.)
11. Kerstein R.B., Grundset K., Obtaining Bilateral Simultaneous Occlusal Contacts with Computer Analyzed and Guided Occlusal Adjustments. *Quintessence International*. 2001; Vol. 32 (1):7–18.
12. Yurchenko S.Yu., Shumskii A.V., Matskevich A.A. T-Scan in the diagnosis of neurogenic diseases of the oral cavity. *Klinicheskaya stomatologiya= Clinical dentistry*. 2011; №2 (58):76–79. (In Russ.)
13. Wang Y.-L., Cheng J., Chen Y.-M., Yip K. H.-K., Smales R. J., Yin X.-M. Patterns and forces of occlusal contacts during lateral excursions recorded by the T-Scan II system in young Chinese adults with normal occlusions. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2011; Vol. 38:571–578.
14. Abolmasov N.N., Geletin P.N. *Izbitatel'noe prishlifovyvanie zubov= Selective grinding of teeth*. Smolensk; 2010. (In Russ.)
15. Rubnikovich S.P., Maizet A.I. Application of a digital method for analyzing the state of dental occlusion in patients with partial secondary adentia and periodontal diseases. *Stomatolog= Stomatologist*. 2018; № 2 (29):27–35. (In Russ.)

Вклад авторов

Майзет А.И. – 45% , Рубникович С.П. – 35%, Барадина И.Н. – 20%.

Authors contribution

Maizet A.I. – 45%, Rubnikovich S.P. – 35%, Baradina I.N. – 20%.

Сведения об авторах

Майзет А.И., кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии, Белорусская медицинская академия последипломного образования.

Рубникович С.П., доктор медицинских наук, профессор, ректор учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования».

Барадина И.Н., кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии, Белорусская медицинская академия последипломного образования.

Адрес для корреспонденции

220030, Республика Беларусь,
Минск, переулок Казарменный 3,
Белорусская медицинская академия последипломного образования
+375296372156;
e-mail: rubnikovichs@mail.ru
Рубникович Сергей Петрович

Information about the authors

Maizet A.I., Doctor of Philosophy, Senior Lecturer of The Department of Prosthodontics and Orthodontics with Course of Pediatric Dentistry, Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education.

Rubnikovich S.P., Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of The Educational Institution "Belarusian State Medical University", Head of The Department of Prosthodontics and Orthodontics with Course of Pediatric Dentistry of The State Educational Institution Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education.

Baradina I.N., Doctor of Philosophy, Associate Professor of The Department of Prosthodontics and Orthodontics with Course of Pediatric Dentistry, Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education.

Address for correspondence

220030, Republic of Belarus,
Minsk, Kazarmenny alley 3,
Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education
+375296372156;
e-mail: rubnikovichs@mail.ru
Rubnikovich Sergey Petrovich