

Научная статья

УДК 616.31

DOI: 10.17816/pmj42179-85

ЦИФРОВОЙ МЕТОД АНАЛИЗА ЖЕВАТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В КЛИНИКЕ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Л.В. Дубова, М.С. Исаева, Е.Р. Маджидова, Д.А. Харченко*

Российский университет медицины, г. Москва, Российская Федерация

DIGITAL METHOD OF CHEWING EFFICIENCY ANALYSIS IN THE ORTHOPEDIC DENTISTRY CLINIC

L.V. Dubova, M.S. Isaeva, E.R. Madzhidova, D.A. Kharchenko*

Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

Цель. Разработка и внедрение собственного программного обеспечения «МастиКад3Д» с применением авторской цифровой ситовой жевательной пробы по определению жевательной эффективности в клинику ортопедической стоматологии на ежедневный клинический прием.

Материалы и методы. Для разработки и внедрения собственного программного обеспечения «МастиКад3Д» с применением авторской цифровой ситовой жевательной пробы по определению жевательной эффективности был проведен сопоставительный анализ по данным литературы и сформированы критерии оценки наиболее доступных и распространенных динамических ситовых жевательных проб. На основании проведенного анализа разработали протокол проведения собственной цифровой динамической жевательной пробы и программное обеспечение «МастиКад3Д» для расчета жевательной эффективности.

Результаты. Выявлено эталонное значение «норма» жевательной способности у лиц с сохранными зубными рядами при физиологической окклюзии, которое позволяет нам оценивать жевательную эффективность с помощью разработанного программного обеспечения «МастиКад3Д» с применением цифровой ситовой жевательной пробы.

© Дубова Л.В., Исаева М.С., Маджидова Е.Р., Харченко Д.А., 2025

e-mail: marina.is.ser@mail.ru

[Дубова Л.В. – доктор медицинских наук, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии стоматологического факультета, ORCID: 0000-0003-2651-2699; Исаева М.С. (*контактное лицо) – ассистент кафедры ортопедической стоматологии стоматологического факультета, ORCID: 0000-0002-0146-8970; Маджидова Е.Р. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии стоматологического факультета, ORCID: 0000-0002-5879-7580; Харченко Д.А. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии стоматологического факультета, ORCID: 0000-0001-9801-4280].

© Dubova L.V., Isaeva M.S., Madzhidova E.R., Kharchenko D.A., 2025

e-mail: marina.is.ser@mail.ru

[Dubova L.V. – DSc (Medicine), Head of the Department of Orthopedic Dentistry of the Dental Faculty, ORCID: 0000-0003-2651-2699; Isaeva M.S. (*contact person) – Assistant of the Department of Orthopedic Dentistry of the Dental Faculty, ORCID: 0000-0002-0146-8970; Madzhidova E.R. – PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry of the Dental Faculty, ORCID: 0000-0002-5879-7580; Kharchenko D.A. – PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry of the Dental Faculty, ORCID: 0000-0001-9801-4280].

Выводы. Разработанное программное обеспечение «Мастикад3Д» с применением разработанного способа определения жевательной эффективности позволяет провести достоверное исследование функционирования зубочелюстного аппарата, что достигается за счет анализа трехмерного изображения тестовой порции и полученных данных значения «норма» жевательной способности.

Ключевые слова. Стоматология, ортопедическая стоматология, жевание, жевательная эффективность, зубочелюстной аппарат, цифровые методы, методы определения жевательной эффективности.

Objective. To develop and implement to a daily clinical appointment at the orthopedic dentistry clinic «MastiKad3D» proprietary software using our own digital sieve chewing test to determine chewing efficiency.

Materials and methods. To develop and implement our own «MastiKad3D» software using our own digital sieve chewing test for determining chewing efficiency, a comparative analysis according to the literature data was carried out, and criteria for evaluation of the most available and common dynamic sieve chewing tests were formed. On the basis of the analysis, we developed a protocol for conducting our own digital dynamic chewing test and «MastiKad3D» software to calculate chewing efficiency.

Results. As a result of the study, we identified a reference value of the "norm" of chewing ability in persons with preserved dentition in physiological occlusion, which allows us to assess chewing efficiency using the developed «MastiKad3D» software applying digital sieve chewing test.

Conclusions. The software «MastiKad3D» with application of the developed method to determine chewing efficiency allows to carry out a reliable study of dentoalveolar apparatus functioning, due to the analysis of a three-dimensional image of the test portion and the data on chewing ability "normal" value obtained.

Keywords. Dentistry, orthopedic dentistry, chewing, chewing efficiency, dentoalveolar apparatus, digital methods, methods for determining chewing efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что общесоматический статус организма во многом влияет на функциональное состояние зубочелюстного аппарата [1]. Полость рта является начальным участком пищеварительного отдела и оказывает прямое влияние на качество жизни человека. Состояние и количество зубов в полости рта играют важную роль не только в работе желудочно-кишечного тракта, но и во внешнем виде и гармоничном строении челюстно-лицевой области [2].

Потеря зубов и отсутствие своевременного ортопедического лечения приводят к нарушению процесса пищеварения. Невозможность формирования адекватного пищевого комка может привести к нарушению процесса пищеварения и заболеванию желудочно-кишечного тракта. Более того, изменение положения нижней челюсти, вызванное недостатком зубов или несостоятельным стоматологическим лечением, может привес-

ти к патологии височно-нижнечелюстного сустава. Эти нарушения способны вызывать не только физический дискомфорт, но и ухудшать общее качество жизни, эмоциональное состояние и межличностные коммуникации пациентов [3–4].

Своевременное ортопедическое стоматологическое лечение поможет избежать осложнений. Для адекватной реабилитации пациента, оценки качества восстановления возмещенных дефектов и функции жевания существуют различные субъективные и объективные методы оценки функционирования зубочелюстного аппарата [5]. К объективным методам оценки жевательной эффективности относятся статические, динамические и цифровые жевательные пробы [6].

Статические методы определения жевательной эффективности до сих пор используются при прохождении медицинской комиссии при призыве на воинскую службу, но, несмотря на свою простоту, с их помощью невозможно адекватно оценить функ-

циональные и динамические аспекты работы зубочелюстного аппарата [7]. Применение различных видов динамических жевательных проб становится неотъемлемой частью современной стоматологической практики, так как они позволяют врачам-стоматологам оценивать жевательную эффективность и функциональное состояние зубочелюстной системы [8].

На сегодняшний день набирают популярность цифровые жевательные пробы как новый способ оценки жевательной эффективности. В последние годы активное развитие технологий делает актуальными новые методики исследования, среди которых можно выделить цифровые динамические методы. Эти инновационные подходы обеспечивают более высокий уровень точности и надежности при анализе жевательной эффективности. Цифровые методы функциональной диагностики обретают все большее распространение и популярность, упрощая процесс получения результатов, обладающих высокой достоверностью. Они не только облегчают диагностику, но и помогают врачам-стоматологам более рационально планировать индивидуальное лечение [9].

Таким образом, переход от аналоговых методов к цифровым технологиям в оценке жевательной эффективности открывает перспективы для улучшения как в клинической практике, так и в общем подходе к лечению и реабилитации пациентов с различными заболеваниями зубочелюстной системы [10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На кафедре ортопедической стоматологии РосУниМед НОИ стоматологии им. А.И. Евдокимова было разработано программное обеспечение «Мастикад3Д» для расчета жевательной эффективности на всех

этапах ортопедического стоматологического лечения¹ и собственный способ определения жевательной эффективности зубочелюстной системы².

В рамках проведения исследования нами были изучены наиболее доступные и распространенные динамические ситовые жевательные пробы и проведен сопоставительный анализ по данным литературы, а также сформированы критерии оценки динамических ситовых жевательных проб для выявления их достоинств и сложностей при проведении. Осуществленный анализ позволил нам разработать усовершенствованный способ определения жевательной эффективности.

Для разработки компьютерной программы «Мастикад3Д» с применением цифровой ситовой жевательной пробы в исследовании приняли участие 350 добровольцев в возрасте от 19 до 25 лет, находящихся на обучении на IV–V курсах в РосУниМед НОИ стоматологии им. А.И. Евдокимова. Обследуемые имели сохраненные зубные ряды и здоровые ткани пародонта, были без общесоматической патологии, отсутствовала патология височно-нижнечелюстного сустава и мышечного комплекса челюстно-лицевой области.

После проведения первичного клинического обследования 350 добровольцев, согласно критериям включения и исключения/исключения в исследование, а также по результатам исследований артровибрографии и электромиографии жевательных мышц; в контрольную группу было включено 90 добровольцев.

¹ Исаева М.С., Дубова Л.В., Максимов Г.В., Леонович А.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Российской Федерации 2023661578 (2023). Бюлл. №6.

² Исаева М. С., Максимов Г. В., Дубова Л. В., Самохина Е.В., Харченко Д.А. Патент Российской Федерации 2814363 (2024). Бюлл. №7.



Рис. 1. Тестовая порция

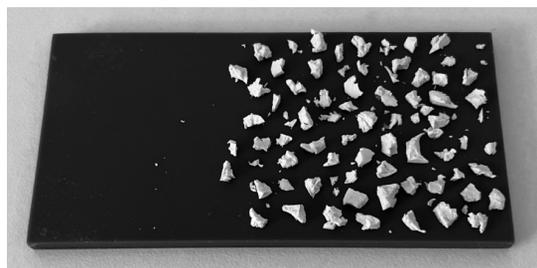


Рис. 2. Тестовая порция на разработанной скан-платформе

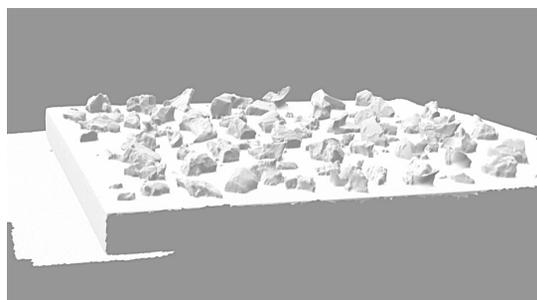


Рис. 3. Отсканированная тестовая порция. stl.файл

Всем добровольцам проведена цифровая ситовая жевательная проба, согласно разработанному протоколу, а анализ полученных данных осуществляли с помощью компьютерной программы «МастиКад3Д».

Протокол проведения пробы состоял из определенных этапов:

1. Исследуемым в качестве тестового материала для проведения жевательной пробы давали два цилиндра из А-силиконовой отливочной массы размером 12 × 6 мм (рис. 1).

2. Жевательная проба состояла из двух этапов: адаптационная проба и основной этап жевательной пробы, включающие в себя 20 жевательных движений.

3. Полученную тестовую порцию высушивали в течение 2 минут и распределяли на специальной фотополимерной скан-платформе, напечатанной методом лазерной стереолитографии из жидкой фотополимерной смолы (рис. 2).

4. Производили сканирование тестовой порции со скан-платформы интраоральным сканером для получения 3D-изображения тестовой порции (рис. 3).

5. Полученное 3D-изображение загружали в разработанную программу для расчета жевательной эффективности «МастиКад3Д» (рис. 4).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования на 90 добровольцах, обучающихся на IV–V курсах в РосУниМед НОИ стоматологии им. А.И. Евдокимова, выявлено эталонное значение – «норма» жевательной способности у лиц с сохранными зубными рядами при физиологической окклюзии – 0,033 усл. ед/с, которое позволяет нам оценивать жевательную эффективность с помощью разработанного программного обеспечения «МастиКад3Д» с применением цифровой ситовой жевательной пробы в клинике ортопедической стоматологии на пациентах (рис. 5).

Выводы

1. Сформированные нами критерии оценки динамических ситовых жевательных проб для проведения сопоставительного анализа по данным литературы позволили обосновать усовершенствованный цифровой способ определения жевательной эффективности с применением разработанного

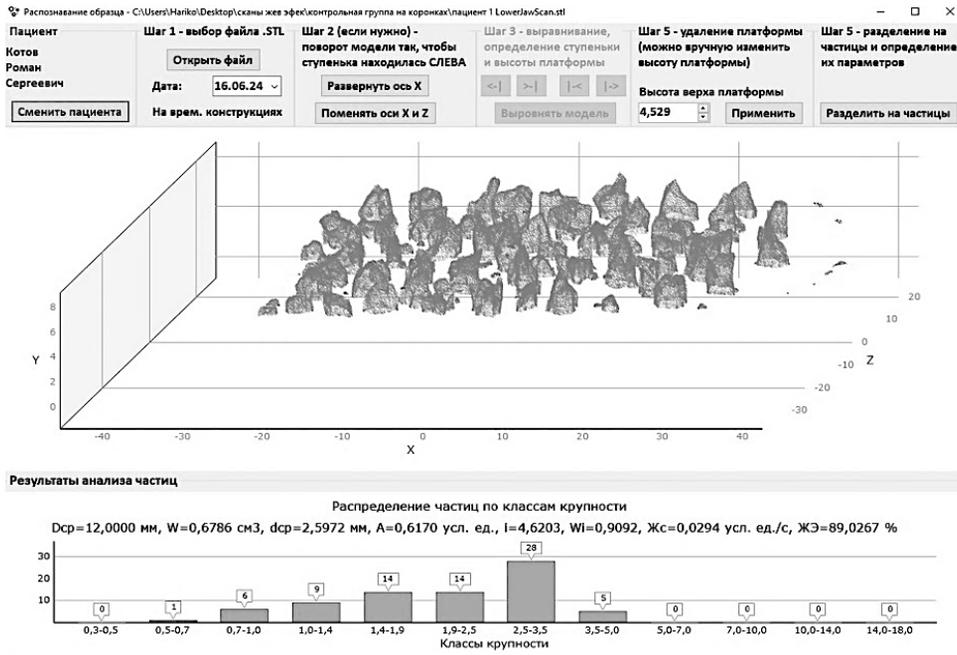


Рис. 4. Окно программы «МастикаДЗД»

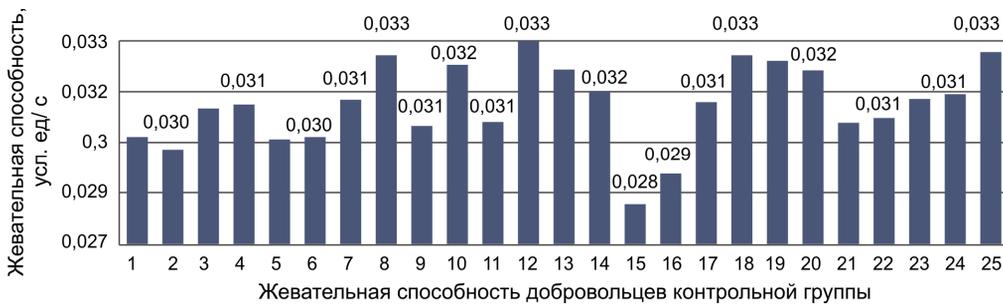


Рис. 5. Выборка показателей жевательной способности группы контроля (25 из 90 обследуемых)

нами программного обеспечения в клинике ортопедической стоматологии.

2. В ходе исследования выявлена «норма» значения жевательной способности «здорового» человека, что позволяет производить расчет жевательной эффективности у пациентов на всех этапах оказания ортопедической стоматологической помощи.

3. Программное обеспечение «МастикаДЗД» с применением разработанного способа определения жевательной эффективности

позволяет провести достоверное исследование функционирования зубочелюстного аппарата, что достигается за счет получения и анализа трехмерного изображения тестовой порции.

4. Применение разработанного цифрового способа по определению жевательной эффективности легко проводить в условиях современного клинического приема за счет доступности используемых материалов в каждом стоматологическом ортопедическом кабинете.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. *Guarnizo-Herreño C.C., Tsakos G., Sheibam A., Watt R.G.* Oral health and welfare state regimes: a cross-national analysis of European countries. *Eur J Oral Sci.* 2013; 121 (3.1): 169–75. DOI: 10.1111/eos.12049
 2. *Дегтярев В.П., Будылина С.М.* Нормальная физиология. М.: Изд-во «Медицина» 2006; 413. / *Degtyarev V.P., Budylyna S.M.* Normal physiology. Moscow: Publishing House "Medicine" 2006; 413 (in Russian).
 3. *Manly R.S., Braley L.C.* Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res.* 1950; 29 (4): 448–62. DOI: 10.1177/00220345500290040701
 4. *Agerberg, Göran & Carlsson, Gunnar.* Chewing Ability in Relation to Dental and General Health. *Acta Odontologica Scandinavica* 1981; 39: 147–153. DOI: 10.3109/00016358109162273
 5. *Лебедеико И.Ю., Ибрагимов Т.И., Рыховский А.Н.* Функциональные и аппаратурные методы исследования в ортопедической стоматологии. М.: ООО «Медицинское информационное агентство» 2003; 128. / *Lebedenko I.Yu., Ibragimov T.I., Ryakhovsky A.N.* Functional and apparatus research methods in orthopedic dentistry. Moscow: "Medical News Agency" LLC 2003; 128 (in Russian).
 6. *Дубова Л.В., Исаева М.С., Максимов Г.В., Соколова М.С.* Эволюция методов определения жевательной эффективности зубочелюстной системы в клинике ортопедической стоматологии. (Обзор литературы). *Российская стоматология* 2022; 15 (3): 36–38. / *Dubova L.V., Isaeva M.S., Maksimov G.V., Sokolova M.S.* The evolution of methods for determining the chewing efficiency of the dental system in the clinic of orthopedic dentistry. (Literature review). *Russian dentistry* 2022; 15 (3): 36–38 (in Russian).
 7. *Наумович Ю.Я., Корнеева А.С.* Анализ применения пробы по Агапову у пациентов с нарушениями прикуса. *Медицинский журнал* 2013; 3 (45): 87–90. / *Naumovich Yu.Ya., Korneeva A.S.* Analysis of the use of the Agapov sample in patients with malocclusion. *Medical journal* 2013; 3 (45): 87–90. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21038506> (in Russian).
 8. *Токаревич И.В., Наумович Ю.Я.* Современные методики оценки функции жевания. *Современная стоматология* 2009; 3 (4): 14–19. / *Tokarevich I.V., Naumovich Yu.Ya.* Modern methods for assessing chewing function. *Modern dentistry* 2009; 3 (4): 14–19 (in Russian).
 9. *Дубова Л.В., Исаева М.С., Максимов Г.В., Харченко Д.А.* Сравнение современных цифровых методов определения жевательной эффективности в стоматологии. *Проблемы стоматологии* 2024; 20 (2): 34–39. / *Dubova L.V., Isaeva M.S., Maksimov G.V., Kharchenko D.A.* Comparison of modern digital methods for determining chewing efficiency in dentistry. *Dental problems* 2024; 20 (2): 34–39 (in Russian).
 10. *Стафеев А.А., Соловьев С.И., Хижук А.В., Стороженко В.Ю.* Анализ жевательной эффективности посредством компьютерной программы ChewingView. *Современная ортопедическая стоматология* 2017; 28: 27–30. / *Stafeev A.A., Soloviev S.I., Khizbuk A.V., Storozhenko V. Yu.* Analysis of chewing efficiency through the ChewingView computer program. *Modern orthopaedic dentistry* 2017; 28: 27–30 (in Russian).
- Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.
- Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
- Вклад авторов:**
 Дубова Л.В. – дизайн исследования, концепция, сбор, обработка материала, написание текста, утверждение окончательного варианта текста статьи.
 Исаева М.С. – дизайн исследования, концепция, сбор, обработка материала, на-

писание текста, утверждение окончательного варианта текста статьи.

Маджидова Е.Р. – дизайн исследования, концепция, сбор, обработка материала, написание текста, утверждение окончательного варианта текста статьи.

Харченко Д.А. – дизайн исследования, концепция, сбор, обработка материала, написание текста, утверждение окончательного варианта текста статьи.

Проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации, одобрено этическим комитетом Российского университета медицины. Перед началом исследования все пациенты подтвердили свое участие письменным информированным добровольным согласием.

Поступила: 23.01.2025

Одобрена: 26.01.2025

Принята к публикации: 10.02.2025

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Цифровой метод анализа жевательной эффективности в клинике ортопедической стоматологии / Л.В. Дубова, М.С. Исаева, Е.Р. Маджидова, Д.А. Харченко // Пермский медицинский журнал. – 2025. – Т. 42, № 1. – С. 79–85. DOI: 10.17816/pmj42179-85

Please cite this article in English as: Dubova L.V., Isaeva M.S., Madzhidova E.R., Kharchenko D.A. Digital method of chewing efficiency analysis in the orthopedic dentistry clinic. *Perm Medical Journal*, 2025, vol. 42, no. 1, pp. 79-85. DOI: 10.17816/pmj42179-85