



**КЛИНИКО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНИЦ БАЗИСА ПОЛНОГО СЪЁМНОГО
ПРОТЕЗА В УСЛОВИЯХ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ
ПРОТОКОЛОВ**

Ашурова С.А., Eurasian Multidisciplinary University

*Хабиров Н.Л., Ташкентский Государственный Медицинский
Университет*

Аннотация: Формирование границ базиса полного съёмного протеза является ключевым фактором, определяющим ретенцию, стабильность и функциональную устойчивость ортопедической конструкции. Несмотря на значительный объём исследований, в современной литературе сохраняется разрыв между морфометрической оценкой границ базиса и их клинической значимостью [1,4].

Цель исследования — систематизация клинико-биомеханических факторов, определяющих функциональную роль границ базиса, и анализ противоречий между традиционными и цифровыми протоколами их формирования.

Материалы и методы. Выполнен аналитический обзор научной литературы с позиций биомеханики, морфофункциональной анатомии и цифровых технологий. Проведён сравнительный анализ влияния конфигурации границ базиса на клинические исходы протезирования.

Результаты. Показано, что границы базиса являются интегративным фактором, определяющим взаимодействие физических факторов удержания протеза, условий распределения жевательной нагрузки и нейромышечного равновесия. Отклонения в функционально значимых зонах приводят к снижению ретенции и стабильности. Цифровые протоколы характеризуются тенденцией к сокращению протяжённости краёв базиса, поскольку функциональные движения мягких тканей практически не учитываются.



Заключение. Отсутствие количественных критериев клинической допустимости отклонений границ базиса определяет необходимость разработки клинически ориентированной модели их оценки.

Ключевые слова: полный съёмный протез; границы базиса; ретенция; стабильность; периферический клапан; формирование краёв базиса; нейтральная зона; цифровое протезирование; CAD/CAM; 3D-печать; биомеханика

Введение

Развитие ортопедической стоматологии в последние десятилетия характеризуется активной трансформацией, связанной с внедрением цифровых технологий, направленных на повышение точности и эффективности протезирования. В области полного съёмного протезирования цифровые протоколы, основанные на CAD/CAM-технологиях и 3D-печати, демонстрируют значительный потенциал в оптимизации клинических и лабораторных этапов [21,25]. Однако, несмотря на технологический прогресс, ключевые биомеханические принципы функционирования полного съёмного протеза остаются неизменными и определяются взаимодействием конструкции с тканями протезного ложа и нейромышечной системой пациента [1,3].

Одним из центральных элементов, определяющих клиническую эффективность полного съёмного протеза, являются границы его базиса. Именно они обеспечивают формирование периферического клапана, участвуют в реализации механизмов ретенции и играют важную роль в стабилизации конструкции за счёт взаимодействия с мягкими тканями и мышечным аппаратом [4,6]. Ретенция рассматривается как результат взаимодействия физических факторов (адгезия, поверхностное натяжение слюны), условий распределения жевательной нагрузки и мышечного равновесия [4–6], при этом дополнительную роль играют механизмы стабилизации протеза [7].



Стабильность полного съёмного протеза определяется не только формой базиса, но и взаимодействием с мышечным аппаратом. Существенную роль в обеспечении устойчивости играют язык и нейтральная зона [8,9], а также другие факторы, влияющие на стабильность протеза [10]. Биомеханические исследования подтверждают значимость распределения напряжений в различных зонах базиса [11].

Традиционные методики определения границ базиса основаны на функциональном подходе и предполагают моделирование краёв базиса с учётом движений мягких тканей [12]. Выбор материалов и техники формирования края влияет на ретенцию протеза [13], включая применение различных оттискных материалов и функциональных методик [14,15].

Систематические обзоры показывают, что эффективность различных протоколов определения границ не всегда имеет однозначные преимущества [16,17]. Клинические исследования демонстрируют сопоставимые результаты различных техник формирования базиса [18,19], а также их влияние на удовлетворённость пациентов [20].

Цифровые технологии протезирования обеспечивают высокую точность воспроизведения формы протезного ложа, однако имеют ограничения при регистрации функционального состояния мягких тканей [21,22]. Это подтверждается клиническими исследованиями цифровых протезов [23], в которых отмечаются отклонения при определении краёв базиса.

Особые трудности возникают при выраженной атрофии протезного ложа, где возрастает значение этих участков как стабилизирующего элемента [24]. Дополнительное влияние на точность базиса оказывает технология изготовления, включая особенности 3D-печати [25], что подтверждается систематическими обзорами [26]. Кроме того, биомеханические особенности постановки искусственных зубов также влияют на распределение нагрузки и стабильность протеза [27].



Таким образом, анализ современной литературы показывает, что ключевые аспекты формирования границ базиса полного съёмного протеза — физические механизмы ретенции [4,6], биомеханика распределения нагрузки [10,11], нейромышечные факторы стабильности [7,8], а также традиционные и цифровые методы моделирования [12,21] — изучаются преимущественно изолированно. Несмотря на значительный объём данных, отсутствует интегративный подход, позволяющий связать морфометрические параметры границ базиса с их клинической значимостью [16,17]. В частности, не определены количественные критерии допустимого расхождения границ базиса, учитывающие как величину отклонений, так и их локализацию в функционально чувствительных зонах протезного ложа [22,23]. Это формирует выраженный методологический разрыв между оценкой геометрической точности и клинической эффективностью полного съёмного протеза.

В связи с этим целью настоящего исследования является систематизация клинико-биомеханических закономерностей формирования границ базиса полного съёмного протеза и обоснование концептуальной основы для оценки их клинической значимости в условиях традиционных и цифровых протоколов.

Научная новизна исследования

Научная новизна исследования заключается в формировании целостного подхода к пониманию границ базиса полного съёмного протеза как клинико-биомеханической системы, обеспечивающей взаимосвязь ретенции, стабильности и функциональной устойчивости конструкции. Показано, что влияние изменений границ базиса на результат лечения определяется их локализацией в функционально чувствительных участках протезного ложа. Обосновано введение понятия клинической допустимости изменений границ базиса как самостоятельного критерия, не ограниченного параметрами цифрового моделирования. Сформирована концептуальная основа перехода от оценки цифровых протоколов к анализу их клинической эффективности.



Материалы и методы

Настоящее исследование представляет собой аналитический обзор литературы, направленный на систематизацию клинико-биомеханических закономерностей формирования границ базиса полного съёмного протеза в условиях традиционных и цифровых протоколов.

Дизайн исследования основан на сопоставлении данных клинических, экспериментальных и биомеханических исследований. В отличие от классических систематических обзоров, целью работы было не количественное обобщение результатов, а выявление закономерностей, противоречий и методологических ограничений, связанных с оценкой роли границ базиса в обеспечении ретенции и стабильности протезов.

Анализ литературы проводился с акцентом на основные направления: физико-биологические механизмы ретенции [4,6], распределение жевательной нагрузки [10,11], мышечные факторы стабильности [2,7], а также формирование границ базиса в традиционных и цифровых протоколах [22,25]. Особое внимание уделялось исследованиям, в которых оценивалось влияние способа формирования границ базиса на результат лечения, включая показатели ретенции, стабильности, частоту коррекций и удовлетворённость пациентов.

Методологический подход основывался на принципе многоуровневой интерпретации данных. На первом уровне анализировались морфометрические параметры, характеризующие отклонения границ базиса (линейные расхождения, протяжённость и локализация дефектов). На втором уровне рассматривались биомеханические аспекты, включая распределение давления, особенности функционирования периферического клапана и влияние формы краёв базиса на распределение жевательной нагрузки. На третьем уровне проводилась интерпретация клинических исходов, отражающих практическую значимость выявленных отклонений.

Отдельное внимание уделялось анализу функционально чувствительных участков протезного ложа, включая области формирования



периферического клапана, в том числе заднюю границу протезного ложа верхней челюсти, а также язычные и щёчные поверхности протезного ложа нижней челюсти. Для этих участков оценивалась не только величина отклонений, но и их потенциальная клиническая значимость с позиции нарушения герметичности, дестабилизации протеза и перераспределения функциональной нагрузки.

В рамках сравнительного анализа традиционных и цифровых протоколов учитывались различия в принципах формирования границ базиса. Традиционные методики рассматривались как функционально ориентированные, основанные на регистрации динамики мягких тканей при формировании краёв базиса, тогда как цифровые протоколы анализировались как основанные на регистрации тканей протезного ложа в состоянии покоя, с ограниченным учётом функциональных движений. Это позволило выявить систематические особенности отклонений, характерные для каждого подхода, и оценить их влияние на результат лечения.

Критический анализ литературы проводился с учётом методологических характеристик исследований, включая тип исследования, способы измерения ретенции и стабильности, критерии оценки клинического успеха и степень стандартизации протоколов. Особое внимание уделялось сопоставимости результатов различных исследований и выявлению факторов, способных объяснить наблюдаемые противоречия.

Таким образом, применённый дизайн исследования позволил перейти от изолированного анализа отдельных параметров к интегративному пониманию роли границ базиса как системного фактора, определяющего функциональную эффективность полного съёмного протеза.

Выводы

Границы базиса полного съёмного протеза следует рассматривать не только как морфологический элемент, но и как функциональный фактор, определяющий ретенцию, стабильность и опору протеза. Конфигурация краёв



базиса обеспечивают формирование периферического клапана, распределение жевательной нагрузки и взаимодействие с нейромышечной системой пациента.

1. Ретенция полного съёмного протеза имеет комплексную природу и формируется в результате взаимодействия физических факторов (адгезия, поверхностное натяжение), биомеханических условий (распределение давления, форма базиса) и нейромышечных механизмов (функциональное равновесие).

2. Установлено, что клиническая значимость отклонений границ базиса зависит от локализации. В функционально чувствительных областях — зоне периферического замыкания, заднего небного края и язычного фланца нижнего протеза — даже минимальные морфометрические расхождения способны вызывать непропорциональное снижение ретенции и стабильности, что подтверждает концепцию «критических зон» протезного ложа.

3. Цифровые протоколы протезирования, несмотря на высокую точность воспроизведения формы протезного ложа, в текущем виде ограничены в способности учитывать функциональную динамику мягких тканей. Это приводит к систематическим и предсказуемым отклонениям границ базиса, преимущественно в виде неправильного формирования краёв базиса, что снижает эффективность формирования периферического клапана и требует последующей клинической коррекции.

4. Современная научная литература по данной проблеме характеризуется отсутствием единого подхода: морфометрические, биомеханические и клинические параметры часто исследуются изолированно, без их интеграции в единую модель. Это приводит к противоречивым результатам и затрудняет разработку универсальных клинических рекомендаций.

5. Существенной проблемой является отсутствие количественно обоснованных критериев допустимого расхождения границ базиса, учитывающих не только величину отклонения, но и его локализацию, а также индивидуальные морфофункциональные характеристики протезного ложа.



6. Научно обоснованное развитие цифровых технологий в ортопедической стоматологии требует перехода от оценки «точности моделирования» к анализу «клинической допустимости отклонений». В этой связи перспективным направлением является разработка клинически ориентированной стратифицированной модели, включающей:

- величину морфометрического отклонения границ,
- топографическую локализацию дефекта,
- анатомо-функциональные особенности протезного ложа,
- показатели клинической эффективности (ретенция, стабильность, частота коррекций, удовлетворённость пациента).

7. Предлагаемая концепция создаёт основу для внедрения автоматизированных систем моделирования границ базиса. Показано, что алгоритмическое определение границ может быть клинически допустимым при соблюдении определённых условий и в функционально значимых зонах. Это открывает возможности для разработки протоколов контролируемого применения искусственного интеллекта в полном съёмном протезировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Zarb GA, Hobkirk JA, Eckert SE, Jacob RF. Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients: Complete Dentures and Implant-Supported Protheses. 13th ed. Elsevier Mosby; 2013.

1. Boucher CO. Swenson's Complete Dentures. 6th ed. Mosby; 1970.
2. Heartwell CM, Rahn AO. Syllabus of Complete Dentures. 4th ed. Lea & Febiger; 1986.
3. Jacobson TE, Krol AJ. A contemporary review of the factors involved in complete denture retention, stability, and support. Part I: Retention. J Prosthet Dent. 1983;49(1):5–15. doi:10.1016/0022-3913(83)90228-7.
4. Jacobson TE, Krol AJ. A contemporary review of the factors involved in complete denture retention, stability, and support. Part II: Stability. J Prosthet Dent. 1983;49(2):165–172. doi:10.1016/0022-3913(83)90494-8.



5. Darvell BW, Clark RKF. The physical mechanisms of complete denture retention. *Br Dent J.* 2000;189(5):248–252.
6. Wright CR. Evaluation of the factors necessary to develop stability in mandibular dentures. *J Prosthet Dent.* 1966;16(3):414–430.
7. Wright CR, Swartz WH, Godwin WC. Study of the tongue and its relation to denture stability. *J Am Dent Assoc.* 1949;39(3):269–275. doi:10.14219/jada.archive.1949.0205.
8. Wright CR, et al. Stabilizing lower dentures on unfavorable ridges. *J Prosthet Dent.* 1962;12(3):420–428. doi:10.1016/0022-3913(62)9020.
9. Mistry R, Kale Pisulkar S, Bhojar Borle A, Godbole S, Mandhane R. Stability in complete dentures: an overview. *IOSR J Dent Med Sci.* 2018;17(11):36–41. doi:10.9790/0853-1711073641.
10. Ogawa T, Sato Y, Kitagawa N, Nakatsu M. Relationship between retention forces and stress at the distal border in maxillary complete dentures: measurement of retention forces and finite-element analysis in individual participants. *J Prosthet Dent.* 2017;117(4):524–531. doi:10.1016/j.prosdent.2016.08.011.
11. Mohamed N, Yusof HM, Yacob N, Hamid NF. Conventional border molding versus digital impression on complete denture impression: a review. *Open Dent J.* 2023;17:e187421062309060. doi:10.2174/18742106-v17-230906-2023-8.
12. Pachar RB, Singla Y, Kumar P. Evaluation and Comparison of the Effect of Different Border Molding Materials on Complete Denture Retention: An in vivo Study. *J Contemp Dent Pract.* 2018;19(8):982–987. doi:10.5005/jp-journals-10024-2369.
13. Smith DE, Toolson LB, Bolender CL, Lord JL. One-step border molding of complete denture impressions using a polyether impression material. *J Prosthet Dent.* 1979;41(3):347–351.
14. Barone JV. Physiologic complete denture impressions. *J Prosthet Dent.* 1963;13(5):800–809.



15. Carlsson GE, Örtorp A, Omar R. What is the evidence base for the efficacies of different complete denture impression procedures? A critical review. *J Dent.* 2013;41(1):17–23.
16. Kawai Y, Murakami H, Shariati B, et al. Do traditional techniques produce better conventional complete dentures than simplified techniques? *J Dent.* 2005;33(8):659–668.
17. Qanungo A, Aras MA, Chitre V, Coutinho I, Rajagopal P, Mysore A. Comparative evaluation of border molding using two different techniques in maxillary edentulous arches: a clinical study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2016;16(4):340–345.
18. Tasleem R, Bin Saeed MH, Javed MU. Comparison of complete denture fabricated by two different border molding materials, in terms of patients' satisfaction. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2013;25(3–4):78–80.
19. Yarapatineni R, Vilekar A, Kumar JP, Kumar GA, Aravind P, Kumar PA. Comparative evaluation of border molding using two different techniques in maxillary edentulous arches – an in vivo study. *J Int Oral Health.* 2013;5(6):82–87.
20. Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ. Using intraoral scanning to capture complete denture impressions, tooth positions, and centric relation records. *Int J Prosthodont.* 2018;31(4):377–381.
21. Lo Russo L, Caradonna G, Troiano G, Salamini A, Guida L, Ciavarella D. Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: a clinical study. *J Prosthet Dent.* 2020;123(2):264–268.
22. Schwindling FS, Stober T. A comparison of two digital techniques for the fabrication of complete removable dental prostheses: a pilot clinical study. *J Prosthet Dent.* 2016;116(5):756–763.
23. Tunkiwalla A, Ram S. Management of severely resorbed mandibular ridge with complete denture: a clinical report. *J Prosthodont.* 2013;22(2):157–161.
24. Charoenphol K, Peampring C. An In Vitro Study of Intaglio Surface, Periphery/Palatal Seal Area, and Primary Bearing Area Adaptation of 3D-Printed



Denture Base Manufactured in Various Build Angles. *Int J Dent.* 2022;2022:3824894. doi:10.1155/2022/3824894.

25. AlGhamdi MA, Gad MM. Impact of Printing Orientation on the Accuracy of Additively Fabricated Denture Base Materials: A Systematic Review. *Dent J.* 2024;12(7):230. doi:10.3390/dj12070230.

26. Mufeed A, Adel W, Wadallah N. Biomechanical Factors Affect Tooth Arrangement for Different Arch Relationship. *Int J Dent Med Sci Res.* 2025;7(4):164–173.