

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОККЛЮЗИИ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ
СТОМАТОЛОГИИ: ОТ МАРКИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ К
КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОМУ АНАЛИЗУ**

Алиева Назокат Мураджановна

Ташкентский государственный медицинский университет

Phd, доцент кафедры Ортопедическая стоматология

Ботирова Зебо Хасан кизи

Ташкентский государственный медицинский университет

ординатор кафедры Ортопедическая стоматология

***Аннотация.** Систематизированы традиционные и инструментальные методы оценки окклюзии: материалы для маркировки окклюзионных контактов, методики регистрации центрального соотношения челюстей, классификация артикуляторов, графические и электронные системы регистрации движений нижней челюсти, компьютеризированный анализ контактов с оценкой относительной силы и временных параметров смыкания. Показано, что толщина большинства маркирующих носителей превышает порог тактильной чувствительности периодонта, а размер отпечатка не коррелирует с величиной нагрузки. Предложена трёхуровневая модель объективизации окклюзионного анализа, в которой каждый последующий уровень добавляет параметры, недоступные предыдущему, при сохранении обязательной клинической верификации в полости рта.*



Ключевые слова: окклюзия, окклюзионные контакты, артикуляционная бумага, артикулятор, аксиография, регистрация движений нижней челюсти, компьютеризированный анализ окклюзии.

Abstract. Conventional and instrumental methods of occlusal assessment are systematised: occlusal marking materials, centric relation registration techniques, the classification of articulators, graphic and electronic systems for mandibular movement registration, and computerised contact analysis providing relative force and timing parameters. The thickness of most marking media is shown to exceed the tactile threshold of the periodontium, while mark size does not correlate with load magnitude. A three-level model of occlusal analysis objectification is proposed, in which each successive level adds parameters unavailable at the previous one, while intraoral clinical verification remains mandatory.

Keywords: occlusion, occlusal contacts, articulating paper, articulator, axiography, jaw motion registration, computerised occlusal analysis.

Введение. Окклюзионные нарушения ассоциированы со сколами керамических облицовок, расцементировкой конструкций, повышенной стираемостью твёрдых тканей, травматической перегрузкой пародонта, резорбцией кости вокруг имплантатов и мышечно-суставной дисфункцией. При протезировании на имплантатах требования к точности особенно высоки: отсутствие периодонтальной связки лишает конструкцию физиологической амортизации и проприоцептивной обратной связи.

Десятилетиями оценка окклюзии оставалась качественной процедурой, опирающейся на визуальную интерпретацию отпечатков артикуляционной

бумаги. Развитие инструментальных методов — от графической аксиографии до компьютеризированной регистрации силы и времени контактов — дополнило эту картину количественными параметрами. Цель сообщения — систематизировать традиционные и инструментальные методы оценки окклюзии с анализом их возможностей и ограничений. Цифровые технологии и искусственный интеллект рассматриваются во втором сообщении.

Традиционное определение окклюзионных контактов. Регистрация окклюзионных контактов выполняется маркирующими материалами, различающимися толщиной, красящей способностью и упругостью (таблица 1). Тонкие ленты обеспечивают избирательную маркировку, толстые дают контрастный отпечаток, но склонны к ложным отметкам. Металлизированная фольга применяется не для маркировки, а для дискретной верификации: удержание фольги в одном участке при свободном извлечении из соседних подтверждает наличие контакта. Воспроизводимая референтная позиция нижней челюсти достигается бимануальной манипуляцией, передними депрограмматорами, устраняющими проприоцептивную «память» привычной окклюзии, либо графической регистрацией готического угла.

Таблица 1

Характеристика материалов для регистрации окклюзионных контактов

Материал	Толщина, мкм	Что регистрирует	Основное ограничение
Металлизированная	8—12	наличие контакта в	не даёт картины

Материал	Толщина, мкм	Что регистрирует	Основное ограничение
фольга		конкретной точке	распределения
Артикуляционный шёлк	12—40	положение и площадь контакта	требуется относительно сухого поля
Артикуляционная бумага	40—200	положение и площадь контакта	размер отметки не отражает силу
Восковая пластина	500 и более	площадь и относительную интенсивность	искажает смыкание, зависит от температуры
Силиконовый регистрат	варьирует	соотношение челюстей, величину зазора	усадка и деформация при извлечении

Ограничения аналоговых методов вытекают из природы маркирующего отпечатка. Размер и интенсивность отметки не коррелируют с величиной нагрузки: крупная отметка может соответствовать площадному контакту слабой интенсивности, а точечная — высокоинтенсивному суперконтакту. Слюна, подвижность носителя красителя и смещение зуба под нагрузкой порождают ложноположительные и ложноотрицательные отметки.

Маркировка фиксирует суммарный результат смыкания, но не последовательность вступления зубов в контакт и не длительность разобщения при эксцентрических движениях. Наконец, толщина большинства носителей превышает физиологический порог тактильной

дискриминации периодонта, составляющий около двадцати микрометров, вследствие чего сам носитель искажает регистрируемую картину (рисунок 1).

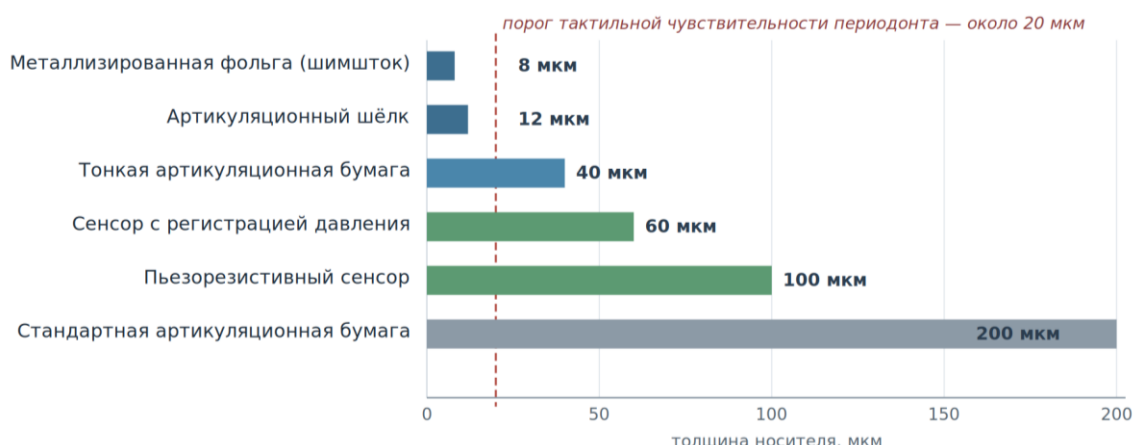


Рисунок 1 — Толщина регистрирующих носителей в сопоставлении с порогом тактильной чувствительности периодонта

Артикулятор воспроизводит пространственное соотношение челюстей и, в той или иной степени, траектории движений нижней челюсти; группы аппаратов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Классификация артикуляторов по объёму воспроизводимых движений

Тип аппарата	Воспроизводимые движения	Способ настройки	Клинические показания
Окклюдатор	открывание и закрывание	не настраивается	одиночные реставрации, починки

Тип аппарата	Воспроизводимые движения	Способ настройки	Клинические показания
Среднеанатомический	эксцентрические по усреднённым параметрам	фиксированные значения углов	небольшие работы при стабильной окклюзии
Полурегулируемый	сагиттальные и трансверзальные с индивидуальными углами	лицевая дуга и эксцентрические регистраты	большинство ортопедических конструкций
Полностью регулируемый	индивидуальная траектория с боковым сдвигом	пантография или электронная аксиография	полная реконструкция, дисфункция сустава

Аркон-конструкции, в которых суставные элементы расположены анатомически корректно, точнее воспроизводят изменение угла суставного пути при изменении вертикального размера. Положение верхней челюсти относительно референтной плоскости переносится лицевой дугой: анатомическая использует условные ориентиры наружного слухового прохода, кинематическая определяет истинную терминальную шарнирную ось, что критично при существенном изменении вертикального размера.

Артикулятор остаётся жёстким механическим аналогом биологической системы: он не воспроизводит вязкоупругие свойства суставного диска и связочного аппарата, податливость периодонта и слизистой протезного ложа,



нейромышечное управление траекторией. К этому добавляется погрешность каждого этапа аналоговой цепочки — оттиска, отливки модели, заливки и переноса.

Пантография и аксиография представляют собой графическую запись траекторий движения шарнирной оси и позволяют определить положение терминальной шарнирной оси, угол и кривизну сагиттального суставного пути, величину бокового сдвига, а также оценить симметричность траекторий, косвенно характеризующую состояние височно-нижнечелюстного сустава.

Электронные системы различаются принципом локализации. Ультразвуковые устройства определяют положение маркеров по времени распространения сигнала; оптические используют инфракрасное отслеживание, работают бесконтактно и визуализируют движение в реальном времени; электромагнитные традиционно сочетаются с поверхностной электромиографией. Регистрируются огибающая граничных движений, индивидуальные суставные углы для настройки артикулятора, траектория и скорость жевательных циклов, ограничения открывания и девиации. Ограничениями остаются стоимость оборудования, необходимость подготовки специалиста и зависимость точности от жёсткости фиксации носителя маркеров: любая его подвижность транслируется в ошибку траектории.

Эта группа методов даёт количественную оценку относительной силы и временной последовательности контактов. Пьезорезистивный сенсор в

форме зубной дуги регистрирует изменение сопротивления под давлением с высокой частотой опроса, благодаря чему смыкание фиксируется как процесс, развёрнутый во времени. Анализируются время смыкания, то есть интервал от первого контакта до максимального фиссурно-бугоркового положения, время разобщения боковых зубов при эксцентрическом движении, распределение силы между сторонами, траектория центра силы и последовательность вступления зубов в контакт. Референсными считаются время смыкания не более двух десятых секунды и время разобщения не более четырёх—пяти десятых секунды на сторону; на этой основе разработан протокол прицельного сокращения времени разобщения под компьютерным контролем.



Рисунок 2 — Уровни объективизации окклюзионного анализа и обязательное условие их применения



Существуют системы, совмещающие маркировку с регистрацией давления: сенсор одновременно оставляет красочный отпечаток и передаёт карту распределения давления. Абсолютную оценку силы дают плёнки с микрокапсулами красителя, разрушающимися пропорционально давлению. Ограничения связаны с относительным характером получаемых значений силы, влиянием толщины и жёсткости сенсора на паттерн смыкания и зависимостью результата от техники регистрации; избыточная коррекция «по прибору» без учёта клинической картины способна принести вред. Сопоставление рассмотренных групп методов позволяет представить их как последовательные уровни объективизации (рисунок 2).

Закключение. Маркирующие методы сохраняют значимость благодаря доступности и непосредственности контроля в полости рта, но фиксируют положение и площадь контакта, не давая сведений о силе и времени смыкания; толщина носителей превышает порог чувствительности периодонта, что делает саму регистрацию источником искажения. Артикуляторы необходимы для формирования окклюзии, однако как механические аналоги не воспроизводят вязкоупругие и нейромышечные свойства зубочелюстного аппарата.

Системы регистрации движений дополняют статическую картину индивидуальной кинематикой, а компьютеризированный анализ вводит силовые и временные параметры. Вместе они образуют трёхуровневую систему объективизации, в которой каждый уровень расширяет объём



информации, но ни один не отменяет клинической верификации окклюзии при физиологическом усилии смыкания и в динамике.

Литература.

1. Okeson J.P. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. — Elsevier, 2019.
2. Dawson P.E. Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design. — Mosby, 2007.
3. Klineberg I., Eckert S.E. Functional Occlusion in Restorative Dentistry and Prosthodontics. — Elsevier, 2015.
4. Kerstein R.B. (ed.) Handbook of Research on Computerized Occlusal Analysis Technology Applications in Dental Medicine. — IGI Global.
5. Carey J.P., Craig M., Kerstein R.B., Radke J. Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area // The Open Dentistry Journal.
6. Qadeer S., Kerstein R., Kim R.J.Y. et al. Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis // The Journal of Advanced Prosthodontics.
7. Kerstein R.B., Radke J. The effect of disclusion time reduction on maximal clench muscle activity levels // Cranio.



8. Saad M.N., Weiner G., Ehrenberg D., Weiner S. Effects of load and indicator type upon occlusal contact markings // Journal of Biomedical Materials Research. Part B.

9. Трезубов В.Н., Щербаков А.С., Мишнёв Л.М. Ортопедическая стоматология. Пропедевтика и основы частного курса. — М.: МЕДпресс-информ.

10. Хватова В.А. Клиническая гнатология. — М.: Медицина.