

DOI: 10.37988/1811-153X_2026_3_116

[В.А. Ерохин,](#)

аспирант кафедры стоматологии Института профессионального образования

[Д.А. Трунин,](#)

д.м.н., профессор, зав. кафедрой стоматологии Института профессионального образования

[М.С. Чистякова,](#)

к.м.н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии

СамГМУ, 443099, Самара, Россия

Клиническая эффективность применения FDM-печати и силиконового теста при формировании десневого контура в протоколах немедленного протезирования

Реферат. Контролируемое формирование десневого контура — ключевой фактор успешного непосредственного протезирования, определяющий как функциональные, так и эстетические результаты лечения. Однако до настоящего времени отсутствовали стандартизированные методы количественной оценки давления временной конструкции на мягкие ткани. **Цель исследования** — оценить клиническую эффективность применения FDM-печати и силиконового теста для индивидуализированной коррекции промежуточной части временных ортопедических конструкций при непосредственном протезировании. **Материалы и методы.** В исследование включено 20 пациентов (8 мужчин и 12 женщин) в возрасте 24—67 лет, им проводилось одномоментное протезирование после удаления зубов или имплантации. Пациенты были разделены на две равные группы: I (основная) — FDM-модификация промежуточной части временного протеза с применением силиконового теста для оценки контакта с мягкими тканями и коррекции формы конструкции; II (контрольная) — стандартный CAD/CAM-протокол без FDM-модификации. Силиконовый тест выполняли только для исследовательской регистрации показателей и межгруппового сопоставления, без использования его результатов для коррекции конструкции или изменения клинической тактики. В обеих группах толщину силиконовой пленки количественно оценивали с помощью анализатора в 5 анатомических зонах: мезиальной, дистальной, вестибулярной, оральной и центральной. В I группе результаты измерений учитывали при клинической коррекции промежуточной части конструкции, тогда как во II группе их использовали исключительно для исследовательской регистрации и статистического анализа. Оценивали адаптацию мягких тканей, выраженность бланшинга, необходимость коррекции конструкции, удовлетворенность пациентов и частоту осложнений. **Результаты.** Медиана среднего значения толщины силиконовой пленки по пяти зонам составила 84 мкм в I группе и 162 мкм во II группе ($p < 0,001$). Минимальная толщина

пленки имела сильную обратную связь с выраженностью бланшинга ($r = -0,918$; $p < 0,001$), а число зон < 60 мкм — сильную прямую связь с бланшингом ($r = 0,853$; $p < 0,001$). Число зон вне целевого диапазона 60—150 мкм отрицательно коррелировало с врачебной оценкой припасовки ($r = -0,888$; $p < 0,001$) и интегральной оценкой пациента ($r = -0,908$; $p < 0,001$). Сохранение бланшинга более 20 минут не зарегистрировано в I группе и отмечено у 6 пациентов II группы ($p = 0,011$). Внеплановая коррекция потребовалась 1 пациенту I группы и 6 пациентам II группы ($p = 0,057$). Интегральная оценка пациента составила 8,73 и 6,83 балла соответственно ($p = 0,003$), врачебная оценка припасовки — 9,14 и 6,77 балла ($p = 0,002$). **Заключение.** Применение FDM-печати в сочетании с силиконовым тестом позволяет количественно оценивать контакт временной конструкции с мягкими тканями и использовать эти данные для индивидуализированной коррекции промежуточной части. В исследуемой выборке предложенный протокол ассоциировался с более благоприятными ранними клиническими показателями, меньшей частотой длительного бланшинга и численно меньшей потребностью во внеплановых коррекциях. Полученные результаты имеют предварительный характер и требуют подтверждения в исследованиях с большей выборкой.

Ключевые слова: FDM-печать, силиконовый тест, анализатор толщины, компрессия мягких тканей, бланшинг, десневой контур

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Ерохин В.А., Трунин Д.А., Чистякова М.С. Клиническая эффективность применения FDM-печати и силиконового теста при формировании десневого контура в протоколах немедленного протезирования. — *Клиническая стоматология*. — 2026; 29 (3): 116—125. DOI: 10.37988/1811-153X_2026_3_116

[V.A. Erokhin,](#)

postgraduate of the Stomatology Department

[D.A. Trunin,](#)

Doctor of Science in Medicine, full professor of the Stomatology Department

[M.S. Chistyakova,](#)

PhD in Medical Sciences, assistant professor of the Prosthodontics Department

Samara State Medical University,
443099, Samara, Russia

Clinical effectiveness of FDM-printing and silicone test in shaping the gingival contour in immediate prosthetic protocols

Abstract. Controlled formation of the gingival contour is a key factor in the success of immediate prosthetic protocols, determining both functional and aesthetic outcomes of treatment. However, to date there have been no standardized methods for quantitative assessment of the pressure exerted by temporary restorations on soft tissues. **Objective:** To evaluate the clinical effectiveness of applying FDM-printing and the silicone test for individualized correction of the pontic area in temporary prosthetic restorations during immediate prosthetic treatment. **Materials and**

methods. The study included 20 patients (12 women, 8 men; aged 24–67 years) who underwent immediate prosthetic rehabilitation after tooth extraction or implantation. Patients were divided into 2 groups: main group — FDM modification of the pontic area of the provisional restoration, with the silicone test used to assess soft-tissue contact and guide adjustment of the restoration; control group — standard CAD/CAM protocol without FDM modification; the silicone test was performed solely for research measurements and between-group comparison, and its results were not used to adjust the restoration or modify the clinical decision-making process. Silicone film thickness was quantitatively assessed in both groups using the silicone film thickness analyzer in five anatomical zones: mesial, distal, vestibular, oral, and central. In the main group, the measurements were used to guide clinical adjustment of the pontic area, whereas in the control group they were recorded exclusively for research purposes and statistical analysis. Evaluated parameters included adaptation of soft tissues, blanching severity, need for correction, patient satisfaction, and complication rates. **Results.** The median mean silicone film thickness across five zones was 84 μm in group I and 162 μm in group II ($p < 0.001$). Minimum film thickness showed a strong inverse correlation with blanching severity ($\rho = -0.918$; $p < 0.001$), whereas the number of zones $< 60 \mu\text{m}$ showed a strong positive correlation with blanching ($\rho = 0.853$; $p < 0.001$). The number of zones outside the target range of 60–150 μm negatively correlated with the clinician-reported fit score ($\rho = -0.888$; $p < 0.001$) and the integrated

patient-reported score ($\rho = -0.908$; $p < 0.001$). Persistent blanching for more than 20 minutes was not recorded in group I and was observed in 6 patients in group II ($p = 0.011$). Unscheduled correction was required in 1 patient in group I and in 6 patients in group II ($p = 0.057$). The integrated patient-reported score was 8.73 and 6.83 points, respectively ($p = 0.003$), and the clinician-reported fit score was 9.14 and 6.77 points ($p = 0.002$). **Conclusion.** The use of FDM printing combined with the silicone test enables quantitative assessment of the contact between a provisional restoration and soft tissues and allows these data to be used for individualized correction of the pontic area. In the studied sample, the proposed protocol was associated with more favorable early clinical outcomes, a lower frequency of prolonged blanching, and a numerically lower need for unscheduled corrections. The results are preliminary and require confirmation in studies with larger samples.

Key words: FDM-printing, silicone test, thickness analyzer, soft tissue compression, blanching, gingival contour

FOR CITATION:

Erokhin V.A., Trunin D.A., Chistyakova M.S. Clinical effectiveness of FDM-printing and silicone test in shaping the gingival contour in immediate prosthetic protocols. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2026; 29 (3): 116–125 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2026_3_116

ВВЕДЕНИЕ

Современные принципы ортопедического лечения в области имплантации направлены не только на восстановление жевательной функции, но и на достижение высокой эстетической предсказуемости результатов, особенно в зонах с выраженными требованиями к внешнему виду. Эстетический успех имплантологического лечения в значительной степени определяется состоянием и формой периимплантатных мягких тканей, что делает их контролируемое моделирование одной из ключевых задач на этапах временного и окончательного протезирования.

Одним из важнейших клинических феноменов, на который обращается внимание в современной литературе, является так называемый бланшинг (от англ. blanching) — ишемическое побледнение слизистой оболочки десны, возникающее при установке ортопедической конструкции, которая оказывает давление на мягкие ткани. Бланшинг свидетельствует о локальной ишемии, т.е. о временном нарушении кровоснабжения. Как показано в исследовании Szmukler-Moncler и соавт. (2025), чрезмерное давление более 1,3 мм на сформированную десну приводит к ярко выраженному бланшингу, тогда как смещения менее 0,6 мм в большинстве случаев не вызвали клинически значимых изменений окраски тканей [1]. Подобные сдавливающие нагрузки могут быть болезненными для пациента, вызывать отек, воспаление, а в ряде случаев даже приводить к рецессии или некрозу слизистой.

Важно отметить, что большинство используемых в практике трансгингивальных формирователей имеют округлую форму и не соответствуют сложной анатомии будущего профиля прорезывания постоянной реставрации. В результате возникает необходимость адаптации десны к новой форме при установке временной или

постоянной коронки, что сопряжено с риском чрезмерной компрессии тканей. При первом введении временной конструкции бланшинг тканей является типичной реакцией и служит признаком оказываемого давления, однако отсутствие планомерной подготовки и постепенного расширения профиля прорезывания может нарушить физиологическую адаптацию десны и привести к осложнениям [2].

Одним из наиболее эффективных и минимально инвазивных методов формирования профиля прорезывания сегодня признается моделирование мягких тканей при помощи временной конструкции. Эта концепция получила развитие в работах Gonzalez-Martin и соавт. (2020), где описаны принципы контроля как критического (пришеечного), так и субкритического (наддесневого) контура реставрации [3]. Авторы подчеркивают, что именно временные конструкции позволяют врачу не только добиться гармоничного эстетического результата, но и задать траекторию роста и адаптации мягких тканей за счет постепенного изменения геометрии коронок.

Методика последовательного наращивания объема временной конструкции, в том числе с помощью светоотверждаемых композитов, нашла отражение в ряде клинических исследований. Так, в работе A. Shor (2008) продемонстрировано, что грамотное использование временных конструкций позволяет сформировать симметричный и устойчивый контур десны даже в неблагоприятных анатомических условиях [4].

Тем не менее, несмотря на активное развитие цифровых технологий и подходов к формированию десны, в рутинной клинической практике по-прежнему отсутствует стандартизированный и количественный метод оценки давления, оказываемого временной конструкцией на мягкие ткани. В большинстве случаев врач ориентируется на визуальные признаки ишемии (бланшинга)

или на субъективные ощущения пациента. Это снижает воспроизводимость результатов и может привести к чрезмерной или недостаточной коррекции.

С учетом этого особую значимость приобретают современные исследования, посвященные возможностям аддитивного производства в стоматологии. Ряд авторов отмечают, что 3D-печать расширяет арсенал клинициста, позволяя индивидуализировать конструкции и повышать предсказуемость лечения [5, 6]. Вместе с тем сохраняются вопросы, связанные с выбором материалов и их клинической стабильностью: показано, что параметры термического расширения и сопротивления усталости играют ключевую роль в долговечности временных реставраций [7]. Важной проблемой также остается качество постобработки и ее влияние на механические и биосовместимые свойства изделий, полученных методом 3D-печати [8]. Наконец верификация точности CAD/CAM-протезов и объективизация контроля их прилегания по-прежнему рассматриваются как одно из приоритетных направлений клинических исследований [9].

В этой связи представляется актуальной разработка объективных и воспроизводимых методов оценки давления временной конструкции на десну, а также совершенствование способов индивидуализации промежуточной части реставрации. Ранее авторами был разработан и запатентован способ изготовления армированного имедиат-протеза, предусматривающий применение CAD/CAM-технологий и FDM-печати при формировании придесневой зоны конструкции [10]. В рамках настоящего исследования принцип локальной FDM-модификации использован для избирательного увеличения объема промежуточной части временной конструкции без необходимости ее повторного изготовления. Это позволяет учитывать анатомические особенности пациента, избегать чрезмерного давления на ткани, повышать комфортность лечения и сокращать количество визитов к врачу-стоматологу.

Кроме того, применение силиконового теста с последующей количественной оценкой толщины силиконовой пленки с использованием запатентованного анализатора позволяет определить характер контакта временной конструкции с мягкими тканями и своевременно скорректировать форму ее промежуточной части [11].

Таким образом, внедрение комплексного подхода к индивидуализированной коррекции временных конструкций на основе цифрового моделирования, аддитивного производства и силиконового теста является перспективным направлением в современной ортопедической стоматологии. Это позволит не только повысить качество лечения, но и сократить число осложнений, связанных с рецессией десны, воспалением и эстетическими дефектами.

Цель исследования — оценить клиническую эффективность применения FDM-печати и силиконового теста для индивидуализированной коррекции промежуточной части временных ортопедических конструкций при непосредственном протезировании.

Задачи исследования:

- 1) Разработать клинический протокол применения силиконового теста для визуальной и количественной оценки степени компрессии десны при припасовке временных конструкций.
- 2) Оценить влияние FDM-доработки промежуточной части временных протезов на точность посадки конструкции и формирование контура мягких тканей.
- 3) Сравнить выраженность бланшинга и частоту клинических осложнений при использовании стандартных и модифицированных временных конструкций.
- 4) Проанализировать уровень удовлетворенности пациентов и субъективный комфорт (VAS).
- 5) Провести корреляционный анализ между количественными показателями силиконового теста и клиническими параметрами: выраженностью бланшинга, визуальным зазором, необходимостью внеплановой коррекции, врачебной оценкой припасовки и интегральной оценкой пациента.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено проспективное сравнительное нерандомизированное клиническое исследование, направленное на оценку результатов применения локальной FDM-модификации временных конструкций и силиконового теста при формировании десневого контура. Исследование включало две параллельные группы пациентов, проходящих лечение с применением временных протезов, изготавливаемых в рамках протокола непосредственного протезирования с применением CAD/CAM-технологий.

В исследование были включены 20 пациентов (8 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 24 до 67 лет. Критерии включения: возраст от 21 года до 75 лет; показания к проведению одномоментной имплантации или удаления зуба с немедленным восстановлением формы и функции; толщина десны в области вмешательства не менее 2 мм (средний или толстый биотип).

Критерии не включения и исключения: активные воспалительные заболевания пародонта; системные противопоказания к хирургическому вмешательству; курение более 10 сигарет в сутки; беременность и лактация.

В зависимости от способа изготовления временного протеза пациенты были распределены на 2 группы по 10 человек:

I — с дополнительным увеличением объема промежуточной части временного протеза в зоне контакта со слизистой оболочкой методом FDM-печати — основная группа;

II — протезы без FDM-модификации.

В I группе силиконовый тест являлся частью клинического протокола: результаты количественной оценки толщины пленки использовали для выявления участков нежелательного контакта и последующей коррекции формы промежуточной части конструкции перед фиксацией. Во II группе припасовку и необходимость коррекции определяли стандартным клиническим способом. После завершения клинической припасовки и документирования решения врача силиконовый тест выполняли исключительно для исследовательской регистрации толщины пленки и межгруппового

сопоставления. Полученные значения не использовали для дополнительной коррекции конструкции или изменения клинической тактики.

Во всех случаях до и после хирургического вмешательства выполняли внутриротовое сканирование с получением цифровых моделей зубных рядов. На основании полученных данных проводили CAD-моделирование и фрезерование временных ортопедических конструкций из дисков полиметилметакрилата.

В I группе после фрезерования выполняли локальную FDM-модификацию промежуточной части временной конструкции в зоне контакта со слизистой оболочкой с использованием филамента, совместимого с полиметилметакрилатом (рис. 1). При разработке протокола модификации учитывали технические решения, реализованные авторами в запатентованном способе изготовления армированного имедиат-протеза [10]. Изменение объема промежуточной части позволяло индивидуализировать ее контакт с мягкими тканями на этапе формирования десневого контура.

Силиконовый тест выполняли в обеих группах с использованием оттискного силиконового материала низкой вязкости, который наносили на поверхность промежуточной части временной конструкции, обращенной к слизистой оболочке. После установки и извлечения конструкции сформированную силиконовую пленку оценивали в пяти анатомических зонах: мезиальной, дистальной, вестибулярной, оральной и центральной. Количественную оценку проводили с использованием анализатора толщины силиконовой пленки (патент № 2792391, действ. с 27.04.2022 г. [11]).

В I группе данные силиконового теста использовали непосредственно во время припасовки: при выявлении участков нежелательного контакта или несоответствия целевому диапазону выполняли коррекцию промежуточной части конструкции. Во II группе (контроль) после завершения стандартной клинической припасовки силиконовый тест проводили только для регистрации исследовательских показателей; дополнительную коррекцию на основании его результатов не выполняли. Конструкции с опорой на культи зубов или индивидуальные абатменты фиксировали временным цементом. Период клинического наблюдения после фиксации временной конструкции составлял 14 дней. В течение этого периода оценивали состояние мягких тканей, субъективные показатели и необходимость внеплановой коррекции.

Оцениваемые показатели

В ходе исследования регистрировали толщину силиконовой пленки, выраженность ишемического побледнения слизистой оболочки (бланшинга), точность припасовки временной конструкции по оценке врача, удовлетворенность пациента, частоту внеплановых коррекций и ранние клинические проявления со стороны мягких тканей.

Толщина силиконовой пленки. В обеих группах толщину силиконовой пленки оценивали в 5 анатомических зонах: мезиальной, дистальной, вестибулярной, оральной и центральной. Результат в каждой зоне выражали в микрометрах. Для каждого пациента

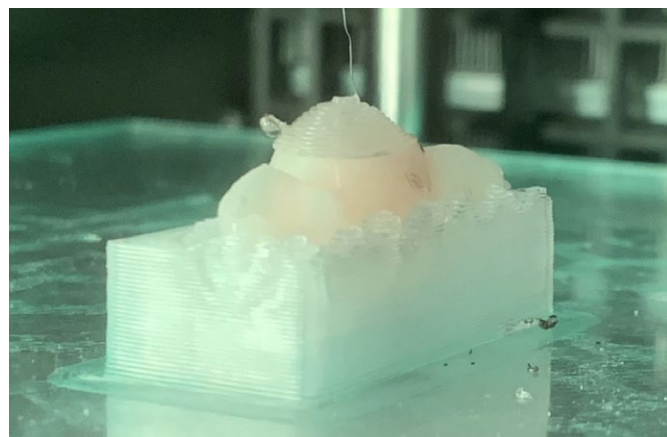


Рис. 1. Модификация промежуточной части — зоны контакта с десной — методом FDM-печати

Fig. 1. Modification of the pontic area—the gingival contact zone—using FDM printing

регистрировали отдельное значение в каждой из пяти зон. В I группе данные измерений использовали также для клинической коррекции промежуточной части конструкции; во II группе они являлись исключительно исследовательским показателем.

Оценка бланшинга. Выраженность ишемического побледнения слизистой оболочки оценивали непосредственно после первичной установки временной конструкции, до выполнения ее коррекции. Использовали 3-балльную шкалу: 0 — изменение окраски слизистой оболочки отсутствует; 1 — умеренное локальное побледнение в пределах не более 2 мм от контура промежуточной части конструкции; 2 — выраженное плотное побледнение слизистой оболочки шириной более 2 мм. Дополнительно регистрировали сохранение бланшинга через 20 минут после установки конструкции.

Врачебная оценка точности припасовки. После завершения первичной припасовки врач наносил отметку на горизонтальную визуально-аналоговую шкалу длиной 100 мм. Левая крайняя точка шкалы соответствовала полностью неудовлетворительной припасовке конструкции, требующей значительной коррекции, правая крайняя точка — точной и стабильной припасовке без необходимости дополнительной коррекции. При формировании интегральной оценки учитывали равномерность контакта промежуточной части со слизистой оболочкой, стабильность положения конструкции, отсутствие визуально определяемого зазора и необходимость изменения ее формы. Расстояние от начала шкалы до отметки измеряли с точностью до 1 мм и переводили в значение от 0 до 10 баллов путем деления результата на 10. Для каждого пациента регистрировали одну интегральную врачебную оценку.

Оценка удовлетворенности пациентов. На 14-е сутки пользования временной конструкцией пациент наносил отметку на горизонтальную визуально-аналоговую шкалу длиной 100 мм. Левая крайняя точка соответствовала максимальному дискомфорту и полной неудовлетворенности конструкцией, правая крайняя точка — максимальному комфорту и полной удовлетворенности результатом лечения. Пациент выставял

одну интегральную оценку, учитывающую ощущения в состоянии покоя и при жевании, удобство пользования конструкцией и ее эстетический вид. Расстояние от начала шкалы до отметки измеряли с точностью до 1 мм и переводили в значение от 0 до 10 баллов путем деления результата на 10. Полученный показатель не являлся средним арифметическим нескольких отдельных оценок.

Внеплановые коррекции. В течение 14-дневного периода наблюдения регистрировали долю пациентов, которым потребовался хотя бы один внеплановый визит для коррекции временной конструкции. Основаниями для внепланового визита считали болевой синдром, ощущение давления или натирания, нарушение фиксации конструкции, несоответствие ее формы, воспалительную реакцию слизистой оболочки или выраженное эстетическое несоответствие.

Ранние клинические проявления. В течение периода наблюдения оценивали наличие маргинального отека и эритемы слизистой оболочки, сохранение ощущения давления при жевании, локальную рецессию десны более 0,5 мм, нарушение фиксации конструкции и необходимость повторной коррекции ее промежуточной части. Период клинического наблюдения после фиксации временной конструкции составлял 14 дней.

Статистическая обработка данных

Вид распределения количественных показателей оценивали с помощью критерия Шапиро—Уилка. При нормальном распределении данные представляли как среднее арифметическое и стандартное отклонение ($M \pm SD$), при распределении, отличном от нормального, — как медиану и межквартильный интервал ($Me [Q_1-Q_3]$). Для межгруппового сравнения количественных показателей применяли t -критерий Стьюдента для независимых выборок или U -критерий Манна—Уитни в зависимости от характера распределения. Категориальные показатели представляли как абсолютные значения и доли (%), межгрупповые различия частот оценивали с помощью точного критерия Фишера. Связь между количественными и порядковыми показателями оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Для корреляционного анализа по каждому пациенту рассчитывали несколько производных показателей силиконового теста: среднюю толщину пленки по 5 зонам, минимальную толщину пленки, число зон с толщиной <60 мкм, число зон с толщиной >150 мкм и общее число зон вне целевого диапазона 60–150 мкм. Значения <60 мкм рассматривали как признак избыточной компрессии, значения >150 мкм — как признак недостаточного прилегания или визуально определяемого зазора. Все статистические тесты были двусторонними; критический уровень статистической значимости принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Толщина силиконовой пленки

Количественную оценку силиконовой пленки выполняли у всех включенных пациентов. В основной группе результаты измерений использовали при коррекции

промежуточной части конструкции, тогда как в контрольной группе они не влияли на клиническую тактику.

Оценка проводилась по пяти анатомическим зонам: мезиальной, дистальной, вестибулярной, оральной и центральной. Распределение толщины силиконовой пленки различалось между группами и зависело от анатомической зоны измерения. В I группе медиана среднего значения по пяти зонам составила 84 мкм, во II группе — 162 мкм ($p < 0,001$). Во II группе чаще регистрировались зоны с толщиной пленки >150 мкм, что расценивали как признак недостаточного прилегания или визуально определяемого зазора. В I группе показатели чаще находились в пределах целевого диапазона 60–150 мкм. Наиболее выраженные межгрупповые различия отмечены в дистальной, вестибулярной и центральной зонах. Во II группе медианы толщина пленки в этих зонах превышала 200 мкм, тогда как в основной группе она находилась преимущественно в пределах 80–100 мкм (табл. 1).

Таблица 1. Толщина силиконовой пленки в исследуемых, мкм
Table 1. Silicone film thickness in the examined zones, μm

Зона измерения	I группа (n=10)		II группа (n=10)		p
	Me	Q_1-Q_3	Me	Q_1-Q_3	
Мезиальная	58	51–69	38	30–49	0,014
Дистальная	80	71–85	205	192–228	<0,001
Вестибулярная	90	90–95	232	216–265	<0,001
Оральная	85	80–90	112	101–119	<0,001
Центральная	100	96–100	222	202–248	<0,001
Среднее значение по пяти зонам	84	78–90	162	155–174	<0,001

Точность припасовки и удовлетворенность пациентов

В I группе повторная коррекция конструкции после первичной припасовки не потребовалась 9 пациентам из 10; во II группе внеплановая коррекция потребовалась 6 пациентам из 10 (табл. 2).

У пациентов I группы (с FDM-модификацией) визуально определялась более плотная и равномерная адаптация конструкции к рельефу слизистой оболочки в области промежуточной части. По данным анализа силиконовой пленки, посадка была контролируемой, с толщиной индикатора в пределах 60–200 мкм в наиболее активных участках моделирования (см. результаты задачи 1). В 90% случаев не потребовалось повторной

Таблица 2. Интегральная врачебная и пациентская оценки временных ортопедических конструкций
Table 2. Integrated clinician-reported and patient-reported scores of provisional prosthetic restorations

Показатель	I группа (n=10)	II группа (n=10)	p
Интегральная врачебная оценка точности припасовки, баллы	9,14 $\pm$ 0,31	6,77 $\pm$ 1,23	0,002
Интегральная оценка пациента, баллы	8,73 $\pm$ 0,40	6,83 $\pm$ 1,55	0,003

корректировки конструкции после первой примерки. Во II группе количество внеплановых коррекций было выше (6 пациентов из 10 против 1 пациента в I группе), в том числе с необходимостью спиливания промежуточной части из-за избыточного давления или деформации слизистой.

Через 14 дней после установки временной конструкции проводили клиническую оценку состояния и симметрии десневого контура по данным осмотра и фотодокументации. В I группе у 9 из 10 пациентов регистрировалась сформированная зона имитации десневых сосочков, соответствующая заданной геометрии FDM-модификации. Контур выглядел симметричным и гармоничным относительно соседних зубов. Во II группе в 6 из 10 случаев отмечали локальный отек или отсутствие апикального контакта десны с протезом, требовавшее коррекции.

Интегральная врачебная оценка точности припасовки составила $9,14 \pm 0,31$ балла в I группе и $6,77 \pm 1,23$ балла во II группе. Интегральная оценка пациентами составила $8,73 \pm 0,40$ и $6,83 \pm 1,55$ балла соответственно. Межгрупповые различия были статистически значимы для оценок врача и пациента ($p=0,002$ и $0,003$ соответственно; см. табл. 2).

Во всех случаях основной группы регистрировалась равномерная компрессия без признаков нарушения трофики слизистой. В контрольной группе у 4 пациентов отмечалась выраженная ишемическая реакция слизистой оболочки, у 2 пациентов развился маргинальный отек.

Таким образом, FDM-доработка промежуточной части временного протеза обеспечивает улучшенную посадку и направленное моделирование десневого контура. Полученные данные указывают на более благоприятные врачебные и пациентские оценки в основной группе. При этом из-за небольшого объема выборки и нерандомизированного дизайна результаты следует рассматривать как предварительные.

Бланшинг и ранние клинические проявления

В I группе бланшинг отсутствовал у 5 из 10 пациентов, умеренный бланшинг зарегистрирован у 4, выраженный — у 1 пациента. Во II группе бланшинг отсутствовал у 1 пациента, умеренный выявлен у 5, выраженный — у 4 пациентов. Сохранение бланшинга более 20 минут отмечено у 6 пациентов II группы и не зарегистрировано в основной группе (табл. 3). Клиническое проявление чрезмерной компрессии мягких тканей у пациента II группы представлено на рис. 2.

Таким образом, в контрольной группе было зарегистрировано в 6 раз больше повторных визитов по причине дискомфорта и осложнений, чем в основной группе. Визуальный контроль с помощью силикона и управляемое моделирование промежуточной части конструкции позволили достичь равномерного распределения давления, минимизировать зону ишемии и избежать развития воспалительных реакций.

Эти данные подтверждают, что предложенная методика FDM-модификации конструкции с силиконовой пробой позволяет не только обеспечить точную посадку,

но и снижает риск побочных реакций со стороны мягких тканей, что особенно важно при непосредственном протезировании на фоне недавнего хирургического вмешательства.

Выраженный бланшинг зарегистрирован у 1 пациента основной группы и у 4 пациентов контрольной группы. Внеплановая коррекция конструкции потребовалась соответственно 1 пациенту основной группы и 6 пациентам контрольной группы.

Внеплановые коррекции

В течение 14-дневного наблюдения внеплановая коррекция потребовалась 1 из 10 пациентов I группы и 6 из 10 пациентов II группы. В I группе причиной повторного обращения было локальное ощущение давления, потребовавшее минимальной коррекции вестибулярного участка конструкции. Во II группе причинами внеплановых визитов были болевой синдром и выраженный бланшинг у 3 пациентов, частичное нарушение фиксации конструкции на фоне отека слизистой оболочки у 2 и эстетическое несоответствие у 1 пациента (см. табл. 3).

Таблица 3. Частота бланшинга и внеплановых коррекций в исследуемых группах

Table 3. Frequency of blanching and unscheduled corrections in the study groups

Показатель	I группа		II группа		p
	абс.	%	абс.	%	
Бланшинг отсутствовал	5	50	1	10	0,141
Умеренный бланшинг	4	40	5	50	1,000
Выраженный бланшинг	1	10	4	40	0,303
Сохранение бланшинга более 20 минут	0	0	6	60	0,011
Внеплановая коррекция конструкции	1	10	6	60	0,057

Корреляционный анализ

Для уточнения клинической значимости силиконового теста проведен корреляционный анализ между производными показателями толщины силиконовой пленки и клиническими результатами. Средняя толщина пленки по пяти зонам не использовалась как основной интерпретируемый показатель, поскольку она может одновременно отражать участки избыточной компрессии



Рис. 2. Клиническое проявление чрезмерной компрессии мягких тканей: ишемия и травматизация слизистой оболочки в области промежуточной части временной конструкции у пациента контрольной группы

Fig. 2. Clinical manifestation of excessive soft-tissue compression: ischemia and trauma of the mucosa in the pontic area of the provisional restoration in a control-group patient

Таблица 4. Связь показателей силиконового теста с клиническими параметрами

Table 4. Association between silicone test parameters and clinical variables

Связь	ρ	Интерпретация
Минимальная толщина пленки и бланшинг 0—2	-0,918	Чем меньше минимальная толщина, тем выраженнее бланшинг
Число зон <60 мкм и бланшинг 0—2	0,853	Участки избыточной компрессии связаны с выраженностью бланшинга
Число зон >150 мкм и визуальный зазор	1,000	Показатель отражает согласованность зон недостаточного прилегания с визуально определяемым зазором
Число зон >150 мкм и внеплановая коррекция	0,601	Зоны недостаточного прилегания связаны с необходимостью коррекции
Число зон вне 60—150 мкм и бланшинг 0—2	0,794	Общее отклонение от целевого диапазона связано с выраженностью бланшинга
Число зон вне 60—150 мкм и врачебная оценка	-0,888	Чем больше отклонений от целевого диапазона, тем ниже врачебная оценка припасовки
Число зон вне 60—150 мкм и оценка пациента	-0,908	Чем больше отклонений от целевого диапазона, тем ниже интегральная оценка пациента
Минимальная толщина пленки и оценка пациента	0,954	Чем выше минимальная толщина, то есть чем меньше выражена максимальная компрессия, тем выше оценка пациента

Примечание. Целевой диапазон толщины силиконовой пленки составил 60—150 мкм. Значения <60 мкм рассматривали как признак избыточной компрессии, значения >150 мкм — как признак недостаточного прилегания или визуально определяемого зазора. Связь «число зон >150 мкм — визуальный зазор» отражает техническое соответствие диагностического критерия, она не рассматривалась как самостоятельный клинический эффект.

и зоны недостаточного прилегания. Более клинически значимыми являлись минимальная толщина пленки, число зон <60 мкм, число зон >150 мкм и общее число зон вне целевого диапазона 60—150 мкм.

Связь средней толщины пленки с выраженностью бланшинга была слабее ($\rho=0,465$; $p=0,039$), поэтому среднее значение не использовали как основной критерий клинической интерпретации (табл. 4).

Выраженность бланшинга в большей степени связана не со средней толщиной пленки, а с минимальной толщиной и числом зон <60 мкм. Минимальная толщина пленки имела сильную обратную связь с бланшингом ($\rho=-0,918$, $p<0,001$), а число зон <60 мкм — сильную прямую связь с выраженностью бланшинга ($\rho=0,853$, $p<0,001$). Это подтверждает, что клинически значимым признаком избыточной компрессии является локальное истончение силиконовой пленки.

Число зон более 150 мкм было связано с визуально определяемым зазором и необходимостью внеплановой коррекции. Общее число зон вне диапазона 60—150 мкм отрицательно коррелировало с врачебной оценкой припасовки ($\rho=-0,888$, $p<0,001$) и интегральной оценкой пациента ($\rho=-0,908$, $p<0,001$). Таким образом, не среднее значение толщины, а количество зон, выходящих за пределы целевого диапазона, является более информативным показателем клинического несоответствия.

Выводы

- 1) Разработан и апробирован клинический протокол применения силиконового индикатора давления, позволяющий количественно и визуально оценивать компрессию мягких тканей временными конструкциями, изготовленными по протоколу непосредственного протезирования. Метод оказался прост в реализации, воспроизводим и клинически полезен для контроля адаптации.
- 2) Применение FDM-печати для индивидуализированной модификации промежуточной части временных

протезов способствует направленному моделированию десневого контура, обеспечивает более точную посадку конструкции и снижает число внеплановых коррекций.

- 3) Клинически значимыми показателями силиконового теста являлись минимальная толщина пленки и число зон, выходящих за пределы целевого диапазона 60—150 мкм. Минимальная толщина пленки имела сильную обратную связь с выраженностью бланшинга ($\rho=-0,918$, $p<0,001$), а число зон <60 мкм — сильную прямую связь с бланшингом ($\rho=0,853$, $p<0,001$).
- 4) В основной группе внеплановые коррекции требовались численно реже, чем в контрольной: 10 против 60% ($p=0,057$). Статистически значимое различие выявлено по частоте сохранения бланшинга более 20 минут: 0 против 60% соответственно ($p=0,011$).
- 5) Общее число зон вне диапазона 60—150 мкм отрицательно коррелировало с врачебной оценкой припасовки и интегральной оценкой пациента, что позволяет рассматривать данный показатель как интегральный критерий клинического несоответствия формы промежуточной части временной конструкции.

Клинический пример

После проведенной одномоментной имплантации и фиксации временной конструкции отмечалась необходимость индивидуализации промежуточной части протеза для контроля контакта с мягкими тканями (рис. 3—7). В процессе наблюдения применялась FDM-модификация конструкции в сочетании с силиконовым тестом, что позволило объективно контролировать зоны контакта и адаптацию конструкции (рис. 9—11). Через 2 недели отмечено формирование симметричного десневого рельефа без признаков воспаления (рис. 12). Итоговое состояние через 4 месяца представлено на рис. 13.



Рис. 3. Исходная клиническая ситуация. Вид в полости рта до удаления зубов 1.1 и 1.2: отмечается сохраненный фронтальный ряд с нарушением анатомии и эстетики в области предполагаемого хирургического вмешательства

Fig. 3. Initial clinical situation. Intraoral view before extraction of teeth 1.1 and 1.2: the anterior tooth row is preserved, with altered anatomy and aesthetics in the planned surgical intervention area



Рис. 4. Этап демонтажа временной конструкции. Видна отсоединенная коронка в области зуба 1.2, обеспечивающая доступ к зоне вмешательства и оценку состояния мягких тканей перед удалением

Fig. 4. Temporary restoration removal stage. The detached crown in the area of tooth 1.2 provides access to the surgical site and allows assessment of the soft tissues before extraction

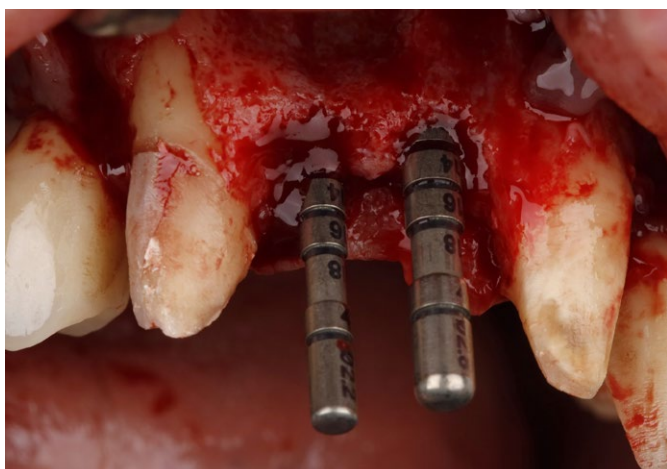


Рис. 5. Хирургический этап после удаления зубов 1.1 и 1.2. Видны направляющие штифты при установке двух имплантатов в зону лунки — одномоментная имплантация в условиях сохраненной кортикальной стенки

Fig. 5. Surgical stage after extraction of teeth 1.1 and 1.2. Guide pins are visible during placement of two implants in the extraction socket area, demonstrating immediate implant placement with preservation of the cortical wall

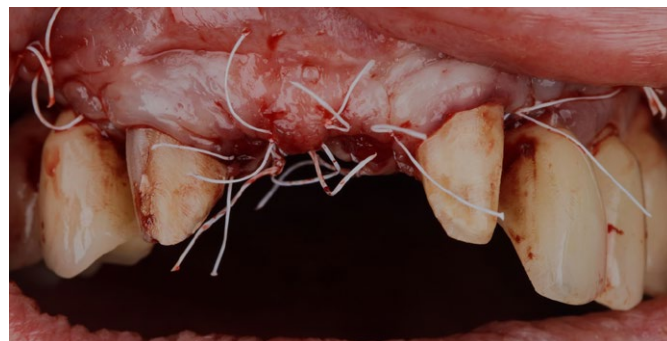


Рис. 6. Завершение хирургического этапа. Вид после наложения швов в области одномоментно установленных имплантатов 1.1 и 1.2 — стабильное положение мягких тканей и герметизация зоны вмешательства

Fig. 6. Completion of the surgical stage. View after suturing in the area of immediately placed implants 1.1 and 1.2, demonstrating stable soft-tissue adaptation and closure of the surgical site



Рис. 7. Немедленная фиксация временной ортопедической конструкции после одномоментной имплантации. Вид спереди: отмечается стабильное положение конструкции и формирование начального десневого контура без признаков избыточной компрессии

Fig. 7. Immediate placement of the provisional prosthetic restoration after immediate implant placement. Frontal view demonstrating stable restoration positioning and initial gingival contour formation without signs of excessive compression



Рис. 8. Состояние мягких тканей через 4 месяца после одномоментной имплантации и фиксации временной конструкции. Отмечается стабильность десневого контура, отсутствие признаков воспаления и удовлетворительный эстетический результат

Fig. 8. Soft-tissue condition 4 months after immediate implant placement and fixation of the provisional restoration. Stable gingival contour, absence of inflammatory signs, and a satisfactory esthetic outcome are observed



Рис. 9. Пример FDM-модификации временной ортопедической конструкции. Отмечается утолщение промежуточной части в пришеечной области для контролируемой компрессии и направленного формирования десневого контура

Fig. 9. Example of FDM modification of a provisional prosthetic restoration. Thickening of the pontic area in the cervical region provides controlled soft-tissue compression and guided gingival contour formation



Рис. 10. Вид раневой поверхности сразу после снятия временной конструкции. Отмечается сформированный рельеф мягких тканей с четкими зонами компрессии, соответствующими геометрии промежуточной части протеза

Fig. 10. Wound surface immediately after removal of the provisional restoration. A well-defined soft-tissue relief with distinct compression areas corresponding to the geometry of the pontic area is observed

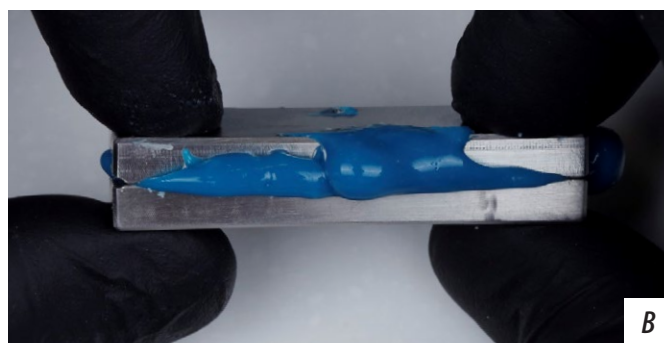
ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты показывают, что сочетание локальной FDM-модификации промежуточной части временной конструкции и количественной оценки силиконовой пленки может быть использовано для индивидуализации контакта конструкции со слизистой оболочкой. В отличие от традиционной коррекции, основанной преимущественно на визуальной оценке бланшинга и субъективных ощущениях пациента, исследуемый протокол предусматривает регистрацию количественного показателя до окончательной фиксации конструкции.

Более высокая врачебная оценка припасовки, более высокие показатели комфорта и меньшая частота внеплановых коррекций в основной группе согласуются



A



B



C

Рис. 11. А — силиконовый тест сразу после FDM-модификации конструкции, видны участки контакта с мягкими тканями: силиконовый индикатор позволяет визуализировать зону компрессии и контролировать адаптацию конструкции до окончательной фиксации. В — анализатор толщины силиконовой пленки в закрытом состоянии. С — силиконовый эталон, полученный с помощью анализатора

Fig. 11. A — Silicone test immediately after FDM modification of the restoration, demonstrating areas of soft-tissue contact. The silicone indicator enables visualization of the compression zone and assessment of restoration adaptation before final fixation. B — Silicone film thickness analyzer in the closed position. C — Silicone reference standard obtained using the analyzer

с концепцией постепенного формирования профиля прорезывания посредством временной ортопедической конструкции. Вместе с тем из-за небольшого объема выборки и нерандомизированного дизайна выявленные различия следует интерпретировать как предварительные и не рассматривать как окончательное доказательство превосходства метода.

Отдельного внимания требует интерпретация толщины силиконовой пленки. Полученные данные показывают, что среднее значение толщины по пяти зонам имеет ограниченное клиническое значение, поскольку может маскировать разнонаправленные отклонения: участки избыточной компрессии и зоны недостаточного прилегания. Более информативными оказались минимальная толщина пленки, число зон <60 мкм, число зон >150 мкм и общее число зон вне диапазона 60–150 мкм. Минимальная толщина отражала локальную зону наибольшего контакта и была тесно связана с выраженностью бланшинга, тогда как число зон >150 мкм характеризовало недостаточное прилегание, было связано с визуальным зазором и необходимостью коррекции. Это позволяет рассматривать диапазон 60–150 мкм как



Рис. 12. Вид через 2 недели после ношения модифицированной временной конструкции. Отмечается симметричный стабильный десневой контур без признаков воспаления и ишемии, что свидетельствует об успешной адаптации мягких тканей к измененной форме промежуточной части

Fig. 12. Clinical appearance after 2 weeks of wearing the modified provisional restoration. A symmetrical and stable gingival contour without signs of inflammation or ischemia indicates successful soft-tissue adaptation to the modified pontic shape

практически ориентированный целевой интервал, требующий дальнейшей проверки в исследованиях с большей выборкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о клинической эффективности внедрения индивидуализированного подхода к формированию промежуточной части временных ортопедических конструкций на этапе непосредственного протезирования. Интеграция технологий FDM-печати и силиконового теста позволяет точно адаптировать форму конструкции к топографии мягких тканей, управлять степенью



Рис. 13. Вид спереди через 2 недели после ношения модифицированной временной конструкции. Отмечается формирование симметричного десневого рельефа и отсутствие признаков воспаления, что подтверждает успешность FDM-модификации и ее адаптацию в клинических условиях

Fig. 13. Frontal view after 2 weeks of wearing the modified provisional restoration. Formation of a symmetrical gingival contour and absence of inflammatory changes confirm successful FDM modification and clinical adaptation

компрессии и, как следствие, достигать более предсказуемых функциональных и эстетических результатов.

Разработанный протокол может быть рекомендован для широкого применения в стоматологической практике, особенно в случаях немедленного протезирования после удаления зубов или одномоментной имплантации. Использование силиконового индикатора давления в сочетании с цифровыми технологиями увеличивает безопасность вмешательства, повышает удовлетворенность пациентов и снижает нагрузку на врача за счет уменьшения количества коррекций и осложнений.

Поступила/Received: 19.08.2025

Принята в печать/Accepted: 16.07.2026

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Szmukler-Moncler S., Morales Schwarz D., Perez J.M., Beuer F. A digital way to assess the stain parameters that lead to soft tissue blanching when delivering an implant-supported crown. — *Int J Implant Dent.* — 2025; 11 (1): 10. PMID: 39928189
2. Son M.K., Jang H.S. Gingival recontouring by provisional implant restoration for optimal emergence profile: report of two cases. — *J Periodontal Implant Sci.* — 2011; 41 (6): 302—8. PMID: 22324008
3. González-Martín O., Lee E., Weisgold A., Veltri M., Su H. Contour management of implant restorations for optimal emergence profiles: Guidelines for immediate and delayed provisional restorations. — *Int J Periodontics Restorative Dent.* — 2020; 40 (1): 61—70. PMID: 31815974
4. Shor A., Schuler R., Goto Y. Indirect implant-supported fixed provisional restoration in the esthetic zone: fabrication technique and treatment workflow. — *J Esthet Restor Dent.* — 2008; 20 (2): 82—95; discussion 96—7. PMID: 18380837
5. Alqutaibi A.Y., Alghauli M.A., Aljohani M.H.A., Zafar M.S. Advanced additive manufacturing in implant dentistry: 3D printing technologies, printable materials, current applications and future requirements. — *Bio-printing.* — 2024; 42: e00356. DOI: 10.1016/j.bprint.2024.e00356
6. Pradies G., et al. Current applications of 3D printing in dental implantology: A scoping review mapping the evidence. — *Clin Oral Implants Res.* — 2024; 35 (8): 1011—1032. PMID: 37929684
7. Nowicki A., et al. Fatigue analysis of 3D-printed materials for temporary reconstructions on dental implants — A pilot study. — *Applied Sciences (Switzerland).* — 2025; 6: 3212. DOI: 10.3390/app15063212
8. Hassanpour M., et al. Effects of post-processing parameters on 3D-printed dental appliances: A review. — *Polymers (Basel).* — 2024; 16 (19): 2795. PMID: 39408505
9. Abe M., et al. Investigation of digital and conventional methods for verifying the fitness of CAD/CAM crowns on abutments with different shapes. — *Int J Implant Dent.* — 2025; 11 (1): 46. PMID: 40591199
10. Ерохин В.А., Трунин Д.А., Ерохин А.И., Русанов Ф.С., Чистякова М.С. Способ изготовления армированного имедиат-протеза. — Патент № 2845785, действ. с 20.01.2025 [Erokhin V.A., Trunin D.A., Erokhin A.I., Rusanov F.S., Chistyakova M.S. Method for manufacturing a reinforced immediate denture. — Patent RU #2845785, effective from 20.01.2025 (In Russian)].
11. Мурадов М.А., Ерохин В.А., Ряховский А.Н. Устройство для изготовления силиконового эталона и способ определения величины зазора между протезом и твердыми тканями зуба. — Патент RU №2792391, действ. с 27.04.2022. [Muradov M.A., Erokhin V.A., Ryakhovskij A.N. Device for the manufacture of a silicone standard and a method for determining the size of the gap between the prosthesis and the hard tissues of the tooth. — Patent RU #2792391, effective from 27.04.2022 (In Russian)]. eLibrary ID: 50432625