

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-2-46-54

УДК: 616.314-085

АСПЕКТЫ ШИНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ЗУБОВ ПРИ ПАРОДОНТИТЕ. МЕТОДИКИ. МАТЕРИАЛЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Мирошниченко В. В., Салимова Н. К., Давтян С. С., Юсупова Л. А.

Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

Аннотация

Предмет. Вопрос о фиксации подвижных зубов при пародонтите с помощью шин остается актуальным в стоматологии. Стоматологи сталкиваются с определенными трудностями при осуществлении комплексного плана лечения пародонтита. Перед ними стоит задача исключить окклюзионную травму, сохранить зубы и, соответственно, улучшить качество жизни пациентов. Трудности заключаются в выборе подходящей конструкции, методики и материала шины. Осложнения, с которыми пациентам приходится сталкиваться после проведенного шинирования, — это сколы, отломы, гидрофильность шины, плохая адгезия. На отечественном и зарубежном рынке материалы, используемые для шинирования, представлены достаточно широко. Они различаются по химическому составу и свойствам, однако их сравнительные характеристики не до конца изучены. Проблема изучения свойств шинирующих материалов требует дальнейшего исследования.

Цель. Проанализировать современную научную литературу и рассмотреть используемые материалы и методы для шинирования подвижных зубов.

Методология. Проведен поиск и анализ современной специальной научно-методической литературы с использованием научных поисковых библиотечных баз данных PubMed, Elibrary, Elsevier. Основу для обзора литературы составили 35 источников, опубликованных за период с 2017 по 2024 год.

Выводы. Типы шинирующих конструкций и свойства материалов, из которых изготавливаются шины, недостаточно освещены в литературе и требуют дальнейшего изучения и структурирования для разработки тактики и критериев выбора, исходя из конкретной клинической ситуации. Соблюдение требований будет способствовать уменьшению риска дебондинга и поломок шины, хорошему уровню компенсации жевательных нагрузок. Отсутствие поломок, хорошее прилегание, полируемость будут способствовать низкой адгезии бактерий, что приведет к более стойкой ремиссии пародонтита.

Ключевые слова: шинирование, подвижность зубов, материалы для шинирования зубов, методы шинирования зубов, адгезивные системы

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Виктория Владиславовна МИРОШНИЧЕНКО ORCID ID 0000-0001-8664-0778

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии, Институт стоматологии,

Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (922) 0401715

vikam73@mail.ru

Нелли Кадимовна САЛИМОВА ORCID ID 0009-0001-8388-8943

ассистент кафедры терапевтической стоматологии, Институт стоматологии, Тюменский

государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (982) 9212788

Nelledy88@gmail.com

Сергей Самвелович ДАВТЯН ORCID ID 0009-0005-1590-9510

аспирант Института стоматологии, Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (905) 8218211

Sdavtan67@gmail.com

Луиза Арслановна ЮСУПОВА ORCID ID 0009-0009-4817-1910

студентка 5 курса, Институт стоматологии, Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (904) 4899995

luiza.yusupova.2001@mail.ru

Адрес для переписки: Виктория Владиславовна МИРОШНИЧЕНКО

625023, г. Тюмень, Одесская, 54

+7 (922) 0401715

vikam73@mail.ru

Образец цитирования:

Мирошниченко В. В., Салимова Н. К., Давтян С. С., Юсупова Л. А.

АСПЕКТЫ ШИНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ЗУБОВ ПРИ ПАРОДОНТИТЕ. МЕТОДИКИ.

МАТЕРИАЛЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ. Проблемы стоматологии. 2024; 2: 46-54.

© Мирошниченко В. В. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-2-46-54

Поступила 25.06.2024. Принята к печати 13.07.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-2-46-54

MODERN METHODS OF PERMANENT SPLINTING OF MOVABLE TEETH, MATERIALS, METHODS, INDICATIONS AND CONTRAINDICATIONS

Miroshnichenko V.V., Salimova N.K., Kammertsel' N.A., Yusupova L.A.

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

Annotation

Subject. The issue of fixing movable teeth in periodontitis with splints remains relevant in dentistry, Dentists face certain difficulties in implementing a comprehensive periodontitis treatment plan. They are faced with the task of eliminating occlusive injury, preserving teeth and, accordingly, improving the quality of life of patients. The difficulties lie in choosing the appropriate design, technique and material of the tire. The complications that patients have to face after the polishing are chips, fractures, hydrophilicity of the tire, poor adhesion. The materials used for splinting are widely represented in the domestic and foreign markets. All of them are different in chemical composition and properties. However, their comparative characteristics have not been fully studied. The problem of studying the properties of splinting materials requires further research.

Purpose. To analyze the modern scientific literature and consider the materials and methods used for splinting movable teeth.

Methodology. The search and analysis of modern special scientific and methodological literature was carried out using scientific search library databases PubMed, Elibrary, Elsveir. The basis for the literature review was 35 sources published between 2017 and 2024.

Conclusions. The types of splinting structures and the properties of the materials from which the tires are made are insufficiently covered in the literature and require our further study and structuring to develop tactics and criteria for choosing a tire based on a specific clinical situation. Compliance with the requirements will help reduce the risk of debonding and tire breakdowns, and a good level of compensation for chewing loads. The absence of breakages, good fit, and polishability will contribute to low bacterial adhesion, which will lead to a more stable remission of periodontitis.

Keywords: *splinting, tooth mobility, materials for splinting teeth, methods of splinting teeth, adhesive systems*

The authors declare no conflict of interest.

Viktoriya V. MIROSHNICHENKO ORCID ID 0000-0001-8664-0778

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Therapeutic and Pediatric Dentistry Department, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia
vikam73@mail.ru
+7 (922) 0401715

Nelli K. SALIMOVA ORCID ID 0009-0001-8388-8943

Assistant of the Department of Therapeutic and Pediatric Dentistry, Institute of Dentistry, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia
+7 (982) 9212788
Nelledy88@gmail.com

Sergey S. DAVTYAN ORCID ID 0009-0005-1590-9510

Postgraduate Student of the Institute of Dentistry, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia
+7 (905) 8218211
Sdavytan67@gmail.com

Luiza A. YUSUPOVA ORCID ID 0009-0009-4817-1910

5th year Student, Institute of Dentistry, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia
+7 (904) 4899995
luiza.yusupova.2001@mail.ru

Address for correspondence: Viktoriya V. MIROSHNICHENKO

625023, Tyumen, Odesskaya str., 54
+7 (922) 0401715
vikam73@mail.ru

For citation:

Miroshnichenko V.V., Salimova N.K., Kammertsel' N.A., Yusupova L.A.
MODERN METHODS OF PERMANENT SPLINTING OF MOVABLE TEETH, MATERIALS, METHODS,
INDICATIONS AND CONTRAINDICATIONS. *Actual problems in dentistry.* 2024; 2: 46-54. (In Russ.)

© Miroshnichenko V.V. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-2-46-54

Received 25.06.2024. Accepted 13.07.2024

Актуальность

По оценкам Всемирной организации здравоохранения, пародонитом страдают около 19% взрослого населения нашей планеты. Это более 1 миллиарда случаев. Предрасполагающими факторами риска развития и поддержания воспалительных заболеваний пародонта считаются плохая гигиена полости рта и употребление табака (Wu, Cz., Yuan, Yh., Liu, Hh. et al., 2020). Пародонтит — воспалительное заболевание, индуцируемое бактериальными биопленками, которые по причине дисбиотического состояния излишне накапливаются в десневом крае и провоцируют воспаление десны с последующей потерей прикрепления соединительной ткани и альвеолярной кости (Kwon T.H., Lamster I.V., Levin L., 2021). При пародонтите в тканях пародонта образуются глубокие карманы, в которых содержатся анаэробные организмы. К колонизирующим организмам относятся *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Eikenella corrodens* и многие грамотрицательные бациллы. Микроорганизмы вызывают хроническое высвобождение медиаторов воспаления, включая цитокины, простагландины и ферменты из нейтрофилов и моноцитов. Возникающее в результате воспаление разрушает периодонтальную связку, десну, цемент и альвеолярную кость. При прогрессирующей потере костной массы зубы теряют свою устойчивость. Появившиеся дефекты зубного ряда приводят к значительным морфологическим и функциональным изменениям в зубочелюстной системе. Возникает комбинированная травматическая окклюзия, когда ослабленный пародонт несет дополнительную нагрузку. В таких условиях не стоит рассчитывать на эффективность лечения и активизацию процессов регенерации. Такую ситуацию можно назвать порочным кругом. В данном случае лечение окажется неэффективным, пока не будут выявлены и устранены все факторы поддержания протекающего процесса.

Окклюзионная травма — это термин, используемый для описания патологических повреждений или адаптационных изменений, которые развиваются в пародонте в результате воздействия чрезмерных сил. Это только один из многих терминов, которые использовались для описания подобных изменений в пародонте. Другие термины — *травматическая окклюзия*, *травматогенная окклюзия*, *травма пародонта* и *перегрузка*. В дополнение к повреждению тканей пародонта, чрезмерная окклюзионная сила может также избыточно нагрузить, например, височно-нижнечелюстной сустав, мышцы и ткани пульпы. Интересен тот факт, что утром физиологическая подвижность всех зубов максимальна, но в течение дня она снижается. Лица со здоровыми тканями обычно демонстрируют меньшую подвижность, по сравнению с лицами с парафункциональными привычками (Littlewood, S.J.; Mitchell, L., 2019) [3]. Оценку подвижности зубов есть возможность проверить более объективными методами: цифровым способом или с помощью таких

инструментов, как пародонтометр, лазерная виброметрия, периостет. Для научных целей можно использовать и фотограмметрический метод измерения [4].

Патологическая подвижность или прогрессивное увеличение подвижности зубов может быть вызвано такими факторами, как обострение заболеваний пародонта, потеря поддерживающей альвеолярной кости, бруксизм, окклюзионная травма, патология корня или воспаление пульпы. Подвижность возникает в результате количественных и/или качественных изменений в опорных структурах зуба. Подвижность зубов можно разделить на две стадии: начальную стадию и вторичную стадию. Начальная стадия происходит внутри периодонтальной связки и объясняется повреждением периодонтальных волокон и межпучкового содержимого. Этот этап обычно включает перемещение в пределах от 50 до 100 мкм под нагрузкой 100 фунтов. С другой стороны, вторичная стадия возникает в результате упругой деформации альвеолярной кости в ответ на увеличение горизонтальных сил. Подвижность зубов является полезным клиническим индикатором биофизического состояния структур, поддерживающих зубы [5].

Эффективным методом лечения заболеваний пародонта, по мнению многих врачей-стоматологов, является комплексный подход. К нему относят обязательное проведение профессиональной гигиены; обучение, коррекцию и контроль индивидуальной гигиены полости рта, совместную работу врачей-терапевтов, ортопедов и хирургов. Цель работы врачей — создание непрерывных зубных рядов с воссозданием правильной формы зубов и архитектоники мягких тканей. Это облегчит ежедневный уход за полостью рта пациента и создаст условия для поддержания репаративных процессов в тканях пародонта [6]. Цель шинирования — ускорить заживление и повысить комфорт и функциональность пациента (Morimoto J. et. Al., 2019) [9].

Большое значение в лечении имеет последовательность выполнения этапов и их обоснованность. Например, нельзя начинать хирургическое лечение, направленное на устранение пародонтальных и костных карманов, без предварительной стабилизации зубов в зубном ряду. Необходимо шинировать зубы при любой степени патологической подвижности. Но и это нужно начинать делать после снятия обострения и периода реабилитации, который длится от 6–8 недель. Это период, когда мы смотрим на ответную реакцию организма после создания для него условий, максимально пригодных для регенерации тканей. После этого периода клиническая ситуация меняется, часть пародонтальных карманов уменьшается за счет активизации репаративной зоны, находящейся в глубине пародонтального кармана. Необходимо провести повторное обследование пациента с заполнением пародонтограммы и коррекцией предварительного плана лечения (Клиническое национальное руководство

под редакцией академика РАН О.О. Янушевича, 2024). Шинирование зубов стало одним из широко используемых методов лечения подвижных зубов. Это помогает в изменении положения и стабилизации зубов [7]. Шинирующая конструкция — устройство, используемое для поддержания или стабилизации подвижных зубов в их функциональном положении во избежание возможного повреждения пульпы и ткани пародонта. В работе Варакиной А.С. [8] были описаны результаты исследования, целью которого являлась оценка влияния шинирующих конструкций на состояние пародонта. В исследовании участвовали 30 пациентов с диагнозом «пародонтит средней степени тяжести с патологической подвижностью передних зубов 2 степени» в возрасте от 31 до 58 лет, с соматическими заболеваниями в стадии ремиссии. Из них было 9 мужчин и 21 женщина. Для регистрации состояния тканей использовались индексы: пародонтальный индекс, гингивальный индекс по Silness, упрощенный индекс гигиены полости рта Green, Loe. В выводах авторы работы указывают, что шинирование передней группы зубов шинирующей конструкцией из диоксида циркония и адгезивной системой «Splint-it» при пародонтите средней тяжести приводит к стабилизации подвижных зубов и повышению выносливости пародонта, а также они отмечают, что проведенное лечение способствовало улучшению гигиенического состояния полости рта пациентов.

Материалы и методы

Проведен поиск и анализ современной специальной научно-методической литературы с использованием научных поисковых библиотечных баз данных PubMed, Elibrary, Elsevier. Основу для обзора литературы составили 35 источников, опубликованных за период с 2017 по 2024 год.

Результаты исследования и их обсуждение

Шинирующая конструкция должна стабилизировать подвижные зубы в правильном положении на протяжении всего периода использования, сохраняя при этом их физиологическую подвижность. Конструкция не должна раздражать мягкие ткани, препятствовать проверке чувствительности пульпы, мешать эндодонтическому лечению, ухудшать состояние гигиены полости рта, ограничивать окклюзионные движения. Она должна иметь эстетичный внешний вид и быть удобной для пациента. Почему для шинирования подвижных зубов рекомендуется использовать полужесткие конструкции? До конца 1970-х годов использовались жесткие шины, которые не допускали физиологического движения зубов — и это было связано с большей частотой некроза пульпы и облитерации пульпового канала. При потере кости на половину длины корня рекомендуется проводить шинирование зубов в сагитальном и трансверсальном направлениях. Если потеря составляет больше, до 3/4 длины корня, то необходимо

дополнительно дополнить конструкцию вертикальным шинированием. Прежде чем начать процедуру установки шины, нужно устранить провоцирующий фактор и минимизировать, а лучше исключить окклюзионную травму тканей пародонта, оптимально подобрав план окклюзионной схемы и необходимой шинирующей конструкции. При нарушении целостности зубных рядов имеется возможность одновременно проводить шинирование подвижных зубов с восстановлением дефекта. Но для каждого материала есть свои ограничения, риски. Также выживаемость будет зависеть от техники выполнения шинирующей конструкции. Будет она выполнена лабораторно или кабинетно в течение одного приема, инвазивно или неинвазивно.

По назначению конструкции подразделяются на постоянные, полупостоянные и временные. Для длительного или постоянного шинирования используют ортопедические мосты и коронки — более надежные и прочные конструкции. Однако исследования показали, что коронки, используемые для шинирования, имеют высокий процент неудач или осложнений после пяти лет применения. Систематический обзор и метаанализ 32 исследований показали, что частота поломок несъемных зубных протезов может достигать 33,6% через 5 лет [10]. В том же исследовании также сделан вывод, что основной причиной отказа несъемных зубных протезов является перелом облицовочного материала (13,5%). И наоборот, сообщалось, что металлические несъемные мосты имеют 15-летнюю выживаемость в 74% случаев. Если говорить о временных протезах, которые мы можем использовать при лечении пародонтита до возможности изготовления постоянной конструкции и для стабилизации подвижных зубов, то акриловые частичные протезы служат от 6 до 12 месяцев. А вот съемные металлические протезы имеют 75% выживаемость за 5-летнее использование. Если же используется комбинированная конструкция, то переломы на границе раздела акрил–металл могут составлять до 38% случаев в период использования. Возможно, самым большим преимуществом каркасов, которые укрепляют акриловые протезы, является то, что они позволяют преодолеть несоответствие механических свойств металлических каркасов и акриловых компонентов обычных съемных протезов [11]. К недостаткам статистики данных исследований относят ряд ограничений. К существенному недостатку — точность описаний причин клинических случаев при отсутствии крупных систематических мета-анализов.

Полупостоянные конструкции для шинирования подвижных зубов размещаются на один или несколько месяцев, до года. Можно использовать их во время наблюдения на этапах лечения до определения долгосрочного прогноза зубов. Также показанием к данному виду шинирования является повышение комфорта пациента. Такой вариант широко принимается пациентами, так как это исключает обширное, инвазивное и дорогостоящее вмешательство. Однако и пациенты,

и врачи сталкиваются с непрочностью, ломкостью, разволокнением шинирующих конструкций, что приводит к появлению в полости рта пациентов дополнительных ретенционных пунктов скопления бактерий и поддержанию хронического воспаления.

Виды полупостоянного шинирования

Для выполнения данной техники используют следующие материалы.

Ретейнеры металлические.

Самые популярные и давно нам известные — ретейнеры, заимствованные из ортодонтии. Исследования показали, что выживаемость приклеенных ретейнеров составляет от 90 до 30% в течение 3–10-летнего периода. По данным Artun в 1988 году, общая частота неудач колеблется от 10,3 до 47% (Aye ST, Liu S, Byrne E, El-Angbawi A., 2023) [12].

Частота неудач крепления ретейнера в два раза выше на верхней челюсти, чем на нижней. Это можно объяснить повышенным риском воздействия окклюзионных сил на верхнюю челюсть вместе с деформацией дуги в соответствии с морфологией клыка. Этого можно избежать, определив окклюзионные контакты нижней дуги перед изготовлением ретейнера. Это поможет избежать окклюзионной травмы. Из-за больших окклюзионных сил и перегиба проволоки во время фиксации риск неудачи увеличивается, когда верхние клыки или нижние премоляры являются частью ретейнеров. Большая часть поломок конструкции происходит в первый год, после чего срок службы фиксатора увеличивается. Чаще всего проблема возникает на системе ретейнер — композит. Следовательно, рекомендуется использовать композит с большей стойкостью к истиранию, чтобы снизить вероятность выхода из строя (Allassiry A. M., 2019) [14]. Основные показатели в работе [9] сообщали о сроках фиксированных ретейнеров в течение 12–24 месяцев. Что касается материала ретейнера, одно исследование показало, что армированный волокном термопластичный фиксированный ретейнер с матричной смолой из полиэтилентерефталатгликоля выжил значительно меньше, чем армированный волокном термопластичный фиксированный ретейнер с поликарбонатной матричной смолой.

Два других исследования не выявили существенной разницы в длительности ношения фиксированных ретейнеров из нержавеющей стали и эстетических ретейнеров, изготовленных из тканой полиэтиленовой ленты или композита из смолы, армированного полиэфилеволокном (Al-Moghrabi, 2016) [13]. Статистической разницы в длительности установки между фиксированными ретейнерами на верхней и нижней челюсти обнаружено не было. Интересно, что в одном исследовании выживаемость термопластичных несъемных ретейнеров, армированных волокном, была напрямую связана с толщиной проволоки и количеством склеенных зубов [6].

2. Полимерная адгезивная шина.

Сегодня в клинической практике наиболее часто используют полимерные адгезивные шины. Показаниями к использованию полимерных адгезивных шин являются подвижность зубов 1–3 степени, сохранение эстетики у пациентов, необходимость дополнительного времени для психологической мотивации пациента на дальнейшее лечение. Рассмотрим характеристики материалов для изготовления полимерной адгезивной шины.

2.1. Акриловая пластмасса.

Данный вид материала чаще используют для краткосрочного использования. Например, до периода постоянного ортопедического лечения, если оно запланировано. Наиболее часто используемым материалом в ортопедической стоматологии является акриловая пластмасса. Однако она способна вызвать аллергические реакции. Зачастую шины из акриловой пластмассы, по исследованиям Ю.С. Мазуркевича [15], достаточно хрупкие, и частота поломок составляет до 40% — у них низкая прочность на излом. Модуль упругости акриловой пластмассы на растяжение составляет 1900–2100 МПа. Она имеет большую усадку (6–8%). Это будет проявляться в несоответствии рельефа шины прилегающей поверхности зубов [3]. Если говорить об эстетике акриловой пластмассы, то она достаточно хороша. Но при этом меняет цвет во время службы за счет пористости и проникновения красящих пигментов из пищи. Таким образом, акриловая пластмасса характеризуется низкой прочностью на излом, высокой усадкой, недостаточной адгезией, но неплохой эстетикой, что может послужить причиной выбора данного материала.

2.2. Армированная композитная шина.

Ее можно установить неинвазивным способом, когда шина располагается на поверхности коронок зубов без нарушения целостности твердых тканей зуба — и инвазивным, когда шина располагается частично или полностью в предварительно подготовленной по размеру шины борозде прямым или непрямым способами. В других дисциплинах стоматологии, таких как ортодонтия, армированная композитная шина FRC была предложена для активного и пассивного ортодонтического применения (т. е. в качестве фиксации или единицы массового перемещения), для постортодонтической ретенции зубов, а также в пародонтологии для шинирования подвижных зубов в попытке отсрочить момент удаления зуба (Scribante A. et al., 2018) [16]. Эта группа материалов весьма неоднородна в зависимости от природы волокна, геометрического расположения волокон и используемой покрывающей смолы. Волокна внутри композитной матрицы идеально соединяются со смолой посредством клеевого слоя.

Используемые армируемые материалы для шинирования по своему химическому составу можно разделить на следующие группы:

2.2.1. Стекловолокно.

Стекловолокно представляет из себя плоские ленты или круглого диаметра шнурки диаметром

от 1 до 10 мм, которые в процессе работы необходимо пропитать адгезивными системами и жидкотекучими композиционными материалами (А.С. Варакина) [17]. В результате взаимодействия с композитом существенно увеличивается прочность материала. К стекловолокну относятся материалы на основе неорганической матрицы («Glass Span», «Splint-it», США; «Fiber Splint», Швейцария, «Армосплинт», Россия). Стекловолокно сделано из расплавленной стеклянной массы специального состава, протянутой через мельчайшие отверстия — фильеры. Их диаметр около 10 мкм. Прочность достигает 2000 МПа. В настоящее время выпускается стекловолокно, уже наполненное смолой, что обеспечивает прочность, сравнимую с прочностью сплавов драгоценных металлов (прочность на изгиб до 1200 МПа), и превосходящую прочность других металлов, используемых с этими же целями (Пархамович С.Н.) [18]. Р.С. Гулуев и соавторы анализировали стекловолоконные шинирующие материалы при лечении заболеваний пародонта. Материал EverStick показал более выраженные пластические свойства. Он же и деформируется при более высоких показателях силы, то есть более прочен [19]. По данным Д.В. Матвеева, наибольшую прочность (127,88 МПа) соответственно усилиям разрушения обнаружили образцы группы, армированные стекловолокном, при разрушении образцов методом трехточечного изгиба [20]. Например, М.У. Дадабаева и соавторы определили, что средняя величина силы, при которой происходил отрыв шинирующей конструкции Fiber-Splint ML, составила $96,75 \pm 11,31$ Н.

Итак, считается, что стекловолокно образует достаточно прочную структуру за счет нескольких эффектов: микромеханической ретенции и химической адгезии армирующей ленты к композитному материалу. Также стекловолокно имеет лучшую биосовместимость с тканями человеческого организма и обладает достаточно хорошей адгезией [21]. Однако авторами исследований было отмечено, что высокие показатели жесткости Fiber-Splint ML становятся причиной неудобств в процессе адаптации ленты к поверхности шинируемых зубов. Это может привести к появлению силового напряжения в межзубных промежутках на границе композит — зуб, отрыву, сколу и нарушению краевого прилегания соответственно. В исследовании Р.С. Гулуева, по результатам математического программного моделирования шинируемого зубного ряда, стекловолоконные системы обеспечивают более равномерное распределение жевательного давления (в 1,45 раза) в сагитальном, вестибуло-оральном и трансверзальном направлениях [22]. А.В. Александрова в своей работе, используя при шинировании гибкую ленту «GlassPan», оценила эффективность лечения генерализованного пародонтита и подтвердила купирование воспаления в тканях пародонта. Все это говорит о хороших свойствах данного материала для шинирования [23].

Также для стекловолокну характерна эстетичность конструкции (полная имитация цвета тканей естественного зуба) за счет прозрачности материала, оно незаметно при разговоре или улыбке пациента. Усадка у стекловолокну отсутствует. Таким образом, стекловолокно обладает высокой прочностью на излом, низкой усадкой, высокой адгезией к тканям зуба, хорошей эстетикой, что важно для пациента.

2.2.2. Полиэтилен.

Полиэтилен (полимер этилена) представляет собой материал на основе органической матрицы. Его представителями являются Ribbond («Ribbond», США), Connect («Kerr», США), «DVA» (Dental Ventures of America), «Арамидная нить»). Риббонд производители позиционируют как сверхпрочный высокомолекулярный полиэтилен. Материал в виде плоских лент из плетения разной ширины по 2, 3, 4 и 9 мм. Его толщина 0,4 мм. При изготовлении волокна полиэтилена подвергаются плазменной обработке, это улучшает их пропитывание его композитом. Именно это и создает прочный блок [18]. Еще один представитель, Арамид, состоит из бензольных колец, обладает не только высокой механической, но и термической прочностью. В зависимости от марки, прочность на разрыв — от 280 до 550 кг/мм. Р.С. Гулуев оценил прочностные характеристики шины из материала Ribbond в диапазоне $74,8 \pm 18,04$ Н, что меньше, чем для шины из стекловолокну. При исследовании М.У. Дадабаевой с соавторами прочность (средняя величина силы на отрыв) у полиэтиленового материала была равна $73,5 \pm 6,5$ Н, что также ниже, чем у стекловолокну [19]. Однако определено, что Ribbond Original имеет в своей структуре поперечное узловое плетение (Leno weave), что обуславливает достаточную гибкость, которая способствует оптимальной адаптации ленты к поверхностям шинируемых зубов и их устойчивости к нагрузкам в различных направлениях, а также препятствует образованию трещин в стоматологическом полимере, что очень важно в процессе использования шины [18]. Также ограниченные данные в литературе указывают на то, что Ribbond, по-видимому, способен улучшать как прочность композитных реставраций на изгиб, так и на разрушение [24]. По данным Д.В. Матвеева, арамидная нить по характеристике «прочность» показала результат значительно выше, чем стекловолокно [20]. Адгезия у полиэтилена к тканям зуба хорошая, однако все-таки меньше, чем у стекловолоконных материалов [25]. Полиэтилен в качестве материала для шинирования обладает хорошими эстетическими свойствами, поскольку они едва заметны при погружении в полимерную матрицу. Усадка у полиэтилена отсутствует. Таким образом, полиэтилен обладает достаточными характеристиками для использования его при изготовлении шин.

2.2.3. Композитные шины.

Композитные шины изготавливают из композитных материалов. По данным авторов (Д.В. Грачев), композитные шины простые, удобные, легко восстанавливающиеся при повреждениях, но менее прочные,

чем композитные шины с армированием, например стекловолокном. Согласно ГОСТ 31574-2012 прочность при диаметральной разрыве должна составлять не менее 34 МПа [26]. Эстетика композитных шин зависит от того, какой применяется композит: чем наполненнее материал, тем более эстетичнее он будет выглядеть. Адгезия композитного материала к тканям зуба достаточно высокая, что обеспечивается хорошей пропитываемостью структур дентина бондами. У композитного материала также достаточно высокая усадка: минимально 1,6%, максимально 5,5% [27]. В настоящее время в основном используют армированные композитные шины, так как они обладают лучшими характеристиками. Таким образом, композитные шины характеризуются низкой прочностью на излом, достаточно выраженной усадкой, однако отличными эстетическими качествами и высокой адгезией к тканям зуба, что определенно обуславливает выбор армированных композитных шин и подтверждается мнением авторов.

Целью исследования Menon A. et al. [28] является оценка распространенности волокна с композитом по сравнению с проволокой с композитом для шинирования. В этом исследовании принял участие в общей сложности 281 пациент, перенесший процедуру шинирования проволокой и композитом, а также волокном и композитом. По результатам исследования видно, что наиболее часто врачи используют материалом для шинирования проволоку и композит, но не волокно и композит. Возможно, это связано с низкой осведомленностью врачей-практиков. Они должны ориентироваться в выборе адгезивной системы для клинической ситуации, уметь подобрать нужную смолу для более надежной адгезии и предотвращения разволокнения или поломки шины. Так, исследователи рекомендуют для шинирования зубов с невыраженной подвижностью использовать адгезивные системы 4-го (без праймера) и 5-го поколения (All-Bond, Opti Bond Solo и др.), а для пациентов с выраженной подвижностью зубов для инвазивной техники фиксации шины использовать адгезивные системы 5–7 поколения. Хотелось бы отметить, что у адгезивных шунтирующих конструкций хороший потенциал и они могут решить многие стоматологические проблемы для наших пациентов. Например, шины FRC показали высокую устойчивость к изгибу даже при полимеризации непосредственно с помощью полимеризационной лампы без постполимеризации в лабораторной печи, что позволило сократить количество клинических этапов и количество посещений пациентов. Но есть и проблемы, о которых нужно помнить и врачам. Распространенными типами отказов являются отслоение и переломы. Фактически, шинирование FRC-материалами зубов с нарушениями пародонта, имеющих разную степень подвижности, склонно к расслоению, при этом степень подвижности является основным причинным фактором этой поломки. Однако шины легко поддаются ремонту, поэтому во многих случаях нет необходимости полно-

стью расклеивать каркас с заменой на новый (Scribante A. et al., 2018) [29].

Современные тенденции в изготовлении шин и новые материалы.

В последние годы широко применяется метод интроорального сканирования и изготовления на CAD/CAM-системах сплинтов и постоянных шин. Цифровые системы снятия оттисков дают немедленную информацию о целостности сканирования (т. е. оттиска), и это помогает обеспечить более высокий уровень точности и аккуратности, чем традиционные средства. Для модификации шины необходимы повторные оттиски, данную процедуру не всегда есть возможность провести. Компьютерное проектирование и производство (CAD/CAM) позволяет упростить этот процесс. В качестве предшественника изготовления шин CAD/CAM было проведено экспериментальное исследование для сравнения трехмерных шин, напечатанных с альгинатных оттисков, с цифровыми сканированиями. Leberfinger A.N. et al. [30] предположили, что интрооральное цифровое сканирование будет выгодно отличаться от альгинатных оттисков при регистрации неба и последующем изготовлении шин при сокращении времени производства.

Левченко И.М. с соавт. [31] было рассмотрено напряженно-деформированное состояние всех компонентов исследуемых моделей в случаях наличия и отсутствия шинирующей конструкции. Доказана эффективность шинирования зубов с появлением равномерного распределения перемещений и напряжений в зубах; как следствие этого, создаются благоприятные условия для регенерации тканей пародонта и стабилизации деструктивного процесса [32]. Al-Dwairi et al. [33] в своих работах проверяли сопротивление изгибу для обычной шины и шины, сделанной по методике CAD/CAM. Результаты показали, что CAD/CAM PMMA обладает большей прочностью на изгиб и более долговечен, чем обычный. Bernsten et al. [34] клинически сравнили традиционные и аддитивные стабилизирующие шины. Выводы заключались в том, что пациенты предпочитали цифровое внутриворотное сканирование альгинатным слепкам, хотя это занимало больше времени. В то же время испытуемые сообщили, что чувствовали себя лучше при использовании шин CAD/CAM.

Другое исследование, проведенное Dedem et al. [35], подчеркнуло преимущества устройств CAD CAM: экономия времени, высокое качество материала и возможность изготовления дубликатов шин. Еще одно важное преимущество напечатанной шины по сравнению с фрезерованной шиной связано с изменением величины вертикального размера окклюзии (ВРО), то есть толщины шины, когда изменение может оказаться недостаточным для обеспечения всех необходимых окклюзионных характеристик. Самый большой размер диска на рынке составляет 25 мм. В случае печатных шин это не было проблемой. Статистических данных

по выживаемости и отломам данных конструкций выявлено не было.

Выводы

Основными требованиями к материалам для изготовления шин являются высокая прочность на излом, низкая усадка, высокая эстетика, высокая адгезия к тканям зуба. Соблюдение требований будет способствовать уменьшению риска дебондинга и поломок шины, хорошему уровню компенсации жевательных нагрузок. Отсутствие поломок, хорошее прилегание, полируемость будут способствовать низкой адгезии бактерий, что приведет к более стойкой ремиссии пародонтита.

В работе рассмотрены материалы для изготовления металлических, полимерных (адгезивных) и композитных шин соответственно, проанализированы их свойства. Ретейнеры обладают достаточно хорошими свойствами прочности на излом, низкой усадкой, однако недостаточной эстетикой и способностью к адгезии. Полимерные адгезивные шины: акриловая пластмасса характеризуется низкой прочностью на излом, высокой усадкой, недостаточной адгезией, но неплохой эстетикой. Стекловолокно обладает достаточно высокой прочностью на излом, низкой усадкой, высокой адгезией к тканям зуба, хорошей эстетикой,

что важно для пациента. Полиэтилен, в свою очередь, обладает достаточными характеристиками для использования его при изготовлении шин, однако по некоторым параметрам уступает стекловолокну. Композитные шины отличаются низкой прочностью на излом, достаточно выраженной усадкой, но отличными эстетическими качествами и высокой адгезией к тканям зуба.

Итак, в настоящее время наиболее рационально, проведя сравнительную оценку материалов, использовать шины волоконных арматур неорганического или органического типа. Однако для шин характерна высокая частота поломок, до 75%, и почти половину шин приходится ремонтировать ежегодно. Выделяют несколько причин, включающих и характеристики материала: низкая прочность на излом, недостаточная адгезия к тканям зуба или значительная усадка. Не стоит забывать, что причинами поломок могут быть ошибки со стороны врача, техника, нарушения рекомендаций со стороны пациента.

Типы шинирующих конструкций и свойства материалов, из которых изготавливаются шины, недостаточно освещены в литературе и требуют дальнейшего изучения и структурирования для разработки тактики и критериев выбора, исходя из конкретной клинической ситуации.

Литература/References

1. Wu Ch., Yuan Ya., Liu, H. et al. Epidemiologic relationship between periodontitis and type 2 diabetes mellitus // BMC Oral Health. – 2020;20:204. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32652980/> DOI: 10.1186/s12903-020-01180-w
2. Kwon T.H., Lamster I.B., Levin L. Current concepts in the management of periodontitis // International dental journal. – 2021;71(6):462-476. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34839889/> DOI: 10.1111/ijdj.12630
3. Littlewood S.J., Mitchell L. An Introduction to Orthodontics. Oxford : Oxford University Press. 2019. https://www.researchgate.net/publication/275133808_An_introduction_to_orthodontics
4. Menon A., Kareem N., Vadivel J.K. Assessment of Periodontal Splinting Procedures Done Using Fiber and Composite Versus Wire and Composite // Int J Dentistry Oral Sci. – 2021;8(8):4000-4004. DOI:10.19070/2377-8075-21000817
5. Kim G.Y. et al. Advancements in Methods of Classification and Measurement Used to Assess Tooth Mobility: A Narrative Review // Journal of Clinical Medicine. – 2023;13(1):142. DOI:10.3390/jcm13010142
6. Синева И.И. и др. Современный взгляд на комплексное лечение пациентов с хроническим локализованным пародонтитом средней степени тяжести (обзор литературы). Аспирантский вестник Поволжья. 2020;1-2:108-121. [I.I. Sineva et al. A modern view on the comprehensive treatment of patients with chronic localized periodontitis of moderate severity (literature review). Postgraduate Bulletin of the Volga region. 2020;1-2:108-121. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.1.108-121>
7. Goswami M., Eranhikkal A. Management of Traumatic Dental Injuries Using Different Types of Splints: A Case Series // Int J Clin Pediatr Dent. – 2020;13(2):199-202. DOI:10.5005/jp-journals-10005-1746
8. Варакина А.С., Варакина А.С. Применение адгезивного стекловолоконного шинирования на фронтальной группе зубов нижней челюсти. Молодежь и наука. 2022;2022:210-217. [A.S. Varakina, A.S. Varakina. Application of adhesive fiberglass splinting on the frontal group of teeth of the lower jaw. Youth and science. 2022;2022:210-217. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=odyqsx>
9. Morimoto J., Varghese J., Bhat V., Chianeh Y.R. Sucrose and starch intake contribute to reduced alveolar bone height in a rodent model of naturally occurring periodontitis // PLoS One. – 2019;14(3):e0212796. DOI:10.1371/journal.pone.0212796
10. Khurshid Z. et al. Insufficient evidence to ascertain the long-term survival of PEEK dental prostheses: A systematic review of clinical studies // Polymers. – 2022;14(12):2441. DOI:10.3390/polym14122441
11. Harb I.E., Abdel-Khalek E.A., Hegazy S.A. CAD/CAM Constructed Poly(etheretherketone) (PEEK) Framework of Kennedy Class I Removable Partial Denture: A Clinical Report // J. Prosthodont. – 2019;28:e595-e598. DOI:10.1111/jopr.12968
12. Aye S.T., Liu S., Byrne E., El-Angbawi A. The prevalence of the failure of fixed orthodontic bonded retainers: a systematic review and meta-analysis // Eur J Orthod. – 2023;45(6):645-661. DOI:10.1093/ejo/cjad047
13. Al-Moghrabi D., Pandis N., Fleming P.S. The effects of fixed and removable orthodontic retainers: a systematic review // Prog Orthod. – 2016;17:24. DOI:10.1186/s40510-016-0137-x
14. Alassiry A.M. Orthodontic retainers: A contemporary overview // J Contemp Dent Pract. – 2019;20(7):857-862. doi: 10.1016/j.ortho.2020.02.008
15. Мазуркевич Ю.С. Сравнение прочности окклюзионных шин, изготовленных различными методами. Стоматологическая весна в Белгороде. Сборник трудов Международной научно-практической конференции в рамках международного стоматологического фестиваля «Площадка безопасности стоматологического пациента», посвященного 100-летию Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Белгород, 09 июня 2022 года. Белгород : Белгородский государственный национальный исследовательский университет. 2022:152-155. [Yu.S. Mazurkevich. Comparison of the strength of occlusal splints made by various methods. Dental spring in Belgorod. Proceedings of the International scientific and practical conference within the framework of the international dental festival «Site of dental patient safety» dedicated to the 100th anniversary of the Moscow State Medical and Dental University named after A.I. Evdokimova, Belgorod, June 09, 2022. Belgorod : Belgorod State National Research University. 2022:152-155. (In Russ.)]. https://www.researchgate.net/publication/324840730_elibrary_32828283_54218270
16. Scibante A. et al. Fiber-reinforced composites for dental applications // BioMedresearch international. – 2018;2018. DOI:10.1155/2018/4734986
17. Варакина А.С., Варакина А.С. Применение адгезивного стекловолоконного шинирования на фронтальной группе зубов нижней челюсти. Молодежь и наука-2022. 2022:210-217. [A.S. Varakina, A.S. Varakina. Application of adhesive fiberglass splinting on the frontal group of teeth of the lower jaw. Youth and science-2022. 2022:210-217. (In Russ.)]. <https://patents.google.com/patent/RU2254097C1/ru>
18. Пархамович С.Н., Тюкова Е.А. Использование волоконных армирующих систем для адгезивного шинирования. Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева. 2022;3:127-129. [S.N. Parhamovich, E.A. Tyukova. The use of fiber reinforcing systems for adhesive splinting. Bulletin of the Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbayev. 2022;3:127-129. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49806550_34776589.pdf
19. Гулуев Р.С., Матросов В.И., Гусева Т.А. Биомеханические параметры адгезивно-волоконных материалов для временного шинирования методом математического моделирования. Научный послы высшей школы - реальные достижения практического здравоохранения. Сборник научных трудов, посвященный 30-летию стоматологиче-

- ского факультета Приволжского исследовательского медицинского университета. Нижний Новгород : Ремедиум Приволжье. 2018:475-485. [R.S. Guluev, V.I. Matrosov, T.A. Guseva. Biomechanical parameters of adhesive fiber materials for temporary splinting by mathematical modeling. Scientific promise of higher school - real achievements of practical healthcare : A collection of scientific papers dedicated to the 30th anniversary of the Faculty of Dentistry of the Volga Research Medical University. Nizhny Novgorod : Remedium Privolzhye. 2018:475-485. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36471563_43301980.pdf
20. Матвеев Д.В., Соколов П.Е., Лазе Р., Петрикас О.А. Исследование прочности на изгиб армированного композита. Молодежь, наука, медицина. Материалы 62-й Всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием с проведением открытого конкурса на лучшую студенческую научную работу, Тверь, 21 апреля 2016 года. Тверь : Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации. 2016:319-321. [D.V. Matveev, P.E. Sokolov, R. Laze, O.A. Petrikas. Investigation of the bending strength of reinforced composite // Youth, science, medicine. Materials of the 62nd All-Russian interuniversity student scientific conference with international participation with an open competition for the best student scientific work, Tver, April 21, 2016. Tver : State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Tver State Medical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2016:319-321. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28774342>
 21. Дадабаева М., Мирхусанова Р., Шомуродова Г. Сравнительный анализ механических свойств волоконных армирующих систем для адгезивного шинирования. Медицина и инновации. 2021;1(1):87-89. [M. Dadabaeva, R. Mirkhusanova, G. Shomurodova. Comparative analysis of mechanical properties of fiber reinforcing systems for adhesive splinting. Medicine and innovations. 2021;1(1):87-89. (In Russ.)]. https://inlibrary.uz/index.php/medicine_and_innovations/article/view/36
 22. Гулуев Р.С., Матросов В.И., Гусева Т.А. Материалы для шинирования зубов при заболеваниях пародонта. Научный послы высшей школы - реальные достижения практического здравоохранения. Сборник научных трудов, посвященный 30-летию стоматологического факультета Приволжского исследовательского медицинского университета. Нижний Новгород : Ремедиум Приволжье. 2018:513-519. [R.S. Guluev, V.I. Matrosov, T.A. Guseva. Materials for splinting teeth in periodontal diseases. Scientific message of the higher school - real achievements of practical healthcare. A collection of scientific papers dedicated to the 30th anniversary of the Faculty of Dentistry of the Volga Research Medical University. Nizhny Novgorod : Remedium Privolzhye. 2018:513-519. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36471898>
 23. Александрова А.В., Чимитова С.Б. Эффективность лечения пародонтита тяжелой степени с использованием шинирования материалом «Glasspan». Медицина завтрашнего дня. Материалы XXI межрегиональной научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием, Чита, 19–22 апреля 2022 года. Чита : Читинская государственная медицинская академия. 2022:56-57. [A.V. Alexandrova, S.B. Chimitova. The effectiveness of the treatment of severe periodontitis using splinting with Glasspan material. Medicine of tomorrow. Proceedings of the XXI interregional scientific and practical conference of students and young scientists with international participation, Chita, April 19-22, 2022. Chita : Chita State Medical Academy. 2022:56-57. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48553893_28006265.pdf
 24. Zotti F., Hu J., Zangani A., Albanese M., Paganelli C. Fracture strength and ribbon fibers: In vitro analysis of mod restorations // Journal of clinical and experimental dentistry., – 2023;15(4):e318-e323. <https://doi.org/10.4317/jced.60334>
 25. Варакина А.С., Варакина А.С. Применение адгезивного стекловолоконного шинирования на фронтальной группе зубов нижней челюсти. Молодежь и наука – 2022. Сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 18 августа 2022 года. Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.). 2022:210-217. [A.S. Varakina, A.S. Varakina. The use of adhesive fiberglass splinting on the frontal group of teeth of the lower jaw. Youth and science – 2022. Collection of articles of the II International Scientific Research Competition, Petrozavodsk, August 18, 2022. Petrozavodsk : International Center for Scientific Partnership «New Science» (IP Ivanovskaya I.I.). 2022:210-217. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49318401_48347451.pdf
 26. Грачев Д.В., Узденова Ф.К., Зыкина М.А. Эффективность применения различных материалов для временного шинирования на этапах комплексного лечения заболеваний пародонта. Актуальные вопросы стоматологии. Сборник научных трудов, посвященный основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману. Казань : Казанский государственный медицинский университет. 2018:107-109. [D.V. Grachev, F.K. Uzdenova, M.A. Zykina. The effectiveness of using various materials for temporary splinting at the stages of complex treatment of periodontal diseases. Topical issues of dentistry. A collection of scientific papers dedicated to the founder of the Department of Orthopedic Dentistry of KSMU, Professor Isaac Mikhailovich Oxman. Kazan : Kazan State Medical University. 2018:107-109. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35064437_61559884.html
 27. Клишко К.А., Наумович С.А. Возможности применения композиционных материалов для обширных реставраций как альтернатива ортопедическим конструкциям, последствия для окклюзии и височно-нижнечелюстного сустава. Современная стоматология. 2017;1(66). [K.A. Klimko, S.A. Naumovich. Possibilities of using composite materials for extensive restorations as an alternative to orthopedic structures, consequences for occlusion and temporomandibular joint. Modern dentistry. 2017;1(66). (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-primeneniya-kompozitsionnyh-materialov-dlya-obshirnyh-restavratsiykak-alternativa-ortopedicheskim-konstruktsiyam>
 28. Menon A., Karim N., Vadivel J.K. Assessment of Periodontal Splinting Procedures Done Using Fiber and Composite Versus Wire and Composite // Int J Dentistry Oral Sci. – 2021;8(8):4000-4004. DOI:10.19070/2377-8075-21000817
 29. Scribante A. et al. Travel beyond clinical uses of fiber reinforced composites (FRCs) in dentistry: a review of past employments, present applications, and future perspectives // BioMed research international. – 2018;2018. DOI:10.1155/2018/1498901
 30. Leberfinger A.N. et al. Computer-aided design and manufacture of intraoral splints: a potential role in cleft care // Journal of Surgical Research. – 2021;261:173-178. doi: 10.1016/j.jss.2020.11.085.
 31. Левченко И.М. и др. Персонализированный биомеханический анализ подвижности зубов нижней челюсти при пародонтологическом лечении несъемными полимерными шинами с учетом различного подхода к определению физико-механических характеристик костной ткани. XXXI Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения (МИКМУС-2019). 2020:385-388. [I.M. Levchenko et al. Personalized biomechanical analysis of the mobility of mandibular teeth in periodontal treatment with non-removable polymer splints, taking into account a different approach to determining the physico-mechanical characteristics of bone tissue. XXXI International Innovative Conference of Young Scientists and Students on problems of mechanical engineering (MICMUS-2019). 2020:385-388. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/quickfl>
 32. Buduru S. et al. CAD-CAM occlusal splints: Milling and printing methods // Rev Chim. – 2018;69(12):3461-3463. DOI:10.37358/RC.18.12.6769
 33. Al-Dwairi Z., Tahboub K., Baba N., Goodacre C. A Comparison of the Flexural and Impact Strengths and Flexural Modulus of CAD/ CAM and Conventional Heat-Cured Polymethyl Methacrylate (PMMA) // Journal of Prosthodontics. – 2018;1-9. DOI:10.1111/jopr.12926
 34. Berntsen C., Kleven M., Heian M., Hjortsjo C. Clinical comparison of conventional and additive manufactured stabilization splints // Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica. – 2018;4(1):81-89. DOI:10.1080/23337931.2018.1497491
 35. Dedem P., Turp J.C. Digital Michigan splint - from intraoral scanning to plasterless manufacturing // Int J Comput Dent. – 2016;19(1):63-76. https://www.researchgate.net/publication/301893814_Digital_Michigan_splint_-_from_intraoral_scanning_to_plasterless_manufacturing