

Обоснование комбинированной шины собственной конструкции с помощью методов математического моделирования



Делец А.В.
соискатель кафедры
ортопед. стоматологии
ГОУ ВПО УГМА Росздрава,
врач стоматолог —
ортопед ООО «Белый Кит
Академ», г. Челябинск



Жолудев С.Е.
д.м.н, профессор,
зав. кафедрой
ортопедической
стоматологии
ГОУ ВПО УГМА Росздрава,
г. Екатеринбург



Сапожников С.Б.
д.т.н., профессор, научный
руководитель научно —
образовательного центра
«Материаловедение
и нанотехнологии»
Южно-Уральского
государственного
университета, г. Челябинск

Резюме

При помощи трехмерного моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния зубов, челюстной кости и проволоки — флекс определено действие окклюзионной нагрузки на зубы, иммобилизированные комбинированной шиной собственной конструкции, состоящей из блока коронок в комбинации с проволокой флекс при пародонтите средней тяжести, осложненном малыми дефектами в переднем отделе зубного ряда нижней челюсти.

Ключевые слова: пародонтит средней тяжести, комбинированная шина, проволока флекс, математическое моделирование.

RATIONALE OF COMBINATION TIRE OF THEIR OWN DESIGN USING THE METHODS OF MATHEMATICAL MODELING

Delets A.V., Zholudev S.E., Sapozhnikov S.B.

Summary

By using three-dimensional modeling and analysis of the stress-strain state of the teeth, jaw bone and wire — flex action has been defined occlusal load on the teeth, immobilized with combined tire of our own design, consisting of a block of crowns in combination with wire flex in periodontitis of moderate severity, complicated by small defects in the anterior group of the dentition of the mandible.

Keywords: periodontitis of moderate severity, the combined tire, wire flex, mathematical modeling.

Введение

Проблема заболеваний пародонта до настоящего времени остается в центре внимания многочисленных исследований и является актуальной в стоматологии. Это обусловлено широкой распространенностью (80-95 %) заболеваний пародонта, сложностями диагностики в связи с многообразием клинических проявлений, трудностями лечения и профилактики. В связи с этим поиск новых методов лечения и профилактики заболеваний пародонта остается актуальным [2, 4, 7].

Жевательное давление в физиологических условиях является стимулятором обменных процессов в пародонте. В то же время при чрезмерной, превышающей физиологический уровень нагрузке на зуб, оно из условия, стимулирующего обменные процессы, превращается в фактор, разрушающий ткани опорного аппарата [9, 10].

Под влиянием функциональных нагрузок происходит деформация всех тканевых элементов пародонта и в первую очередь связочного аппарата периодонта и костной ткани [8, 12]. Известно, что в здоровом состоянии смещение зубов под действием горизонтальной силы в 500 г составляет для резцов 0,1-0,12 мм, клыков 0,05-0,09 мм, премоляров 0,08-0,1 мм и моляров 0,04-0,08 мм [5, 11].

По литературным данным, жевательное давление в области резцов составляет 7-12 кг, в области премоляров 11-18 кг, моляров 14-22 кг [6]. В то же время, в литературе нет данных о влиянии окклюзионной нагрузки на костную ткань альвеолярного отростка при пародонтите средней степени тяжести в области шинированных зубов.

В настоящее время наиболее широко при протезировании и шинировании передней группы зубов применяются блоки из искусственных коронок. По данным Белоусова Н.Н. (2009), способность передачи нагрузки от центра к периферии наиболее выражены именно у данных конструкций шин. В меньшей степени эти свойства выражены у адгезивно — волоконных шин и совсем отсутствуют у съемных конструкций [1]. В то же время, коронковые шины, за счет своей жесткости препятствуют физиологической подвижности сохранившихся зубов. Нами предложена комбинированная шина, сочетающая положительные моменты коронковой шины и шины из проволоки флекс [3].

Цель исследования

При помощи трехмерного моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния зубов, челюстной кости и проволоки — флекс определить действие окклюзионной нагрузки на зубы, иммобилизированные комбинированной шиной собственной конструкции, состоящей из блока коронок в комбинации с проволокой флекс при пародонтите средней степени тяжести, осложненном отсут-

вием одного — двух зубов в переднем отделе зубного ряда нижней челюсти (рис. 1).

Материалы и методы

Настоящая работа посвящена математическому обоснованию рациональности предложенной конструкции.

Разработанная нами методика шинирования позволяет избежать препарирования зубов, которые стоят рядом с зубами, где имеется поражение пародонта. Резцы нижней челюсти покрываются блоком коронок, в котором с помощью паза укрепляется проволока флекс, а свободные ее концы цементируются в пазы, сделанные на язычной поверхности клыков.

Для моделирования переднего отдела нижней челюсти с блоком коронок и проволокой флекс были использованы следующие исходные данные: передний отдел нижней челюсти человека, средние размеры исследуемых зубов (длина резца нижней челюсти — 22 мм, длина клыка нижней челюсти — 26 мм). Соотношение внутри и внекостной частей зуба в норме — 2:1, при моделировании пародонтита средней степени тяжести — 1:2. Физиологическая подвижность зуба — у резцов нижней челюсти — 0,1-0,12 мм; — у клыков нижней челюсти — 0,05-0,09 мм. Сила, действующая на режущие поверхности резцов при откусывании пищи, — 100Н. Проволока флекс круглого сечения диаметром 0,0195 дюйма и проволока флекс прямоугольного сечения размером 0,019×0,025 дюйма, показатель жесткости — 0,09 (9% от нержавеющей стали) [5, 6, 11].

В работе использованы два пакета прикладных программ — пакет трехмерной графики SolidWorks и пакет расчетов на прочность методом конечных элементов ANSYS WorkBench (рис. 2).

Результаты исследований

При действии окклюзионной нагрузки на резцы нижней челюсти при здоровом пародонте перемещение резцов нижней челюсти составило 0,11-0,12 мм, а давление на костную ткань составило 1,5-2,5 МПа, что является физиологическими показателями функционирования пародонта при нагрузке.

При пародонтите средней степени тяжести для стабилизации и предотвращения его дальнейшего развития требуется шинирование зубов. При попытке иммобилизовать зубы с пораженным пародонтом в единый блок без привлечения в этот блок рядом стоящих зубов с имеющимися резервными силами приводит к временному благополучию т.к. нагрузка на костную ткань составила 5-9 МПа (Рис. 3).

Для придания шинирующей конструкции жесткости и снятия давления на кость челюсти требуется дополнительное включение в шину зубов, у которых имеются резервные силы. При использовании несъемной коронковой шины требуется дополнительное препарирование зубов (в нашем случае клыков), на что пациенты идут с неохотой.

Исследование напряженно-деформированного состояния элементов нижней челюсти при окклюзионной нагрузке с применением комбинированной шины и проволоки флекс круглого сечения диаметром 0,0195 дюйма.

При действии окклюзионной нагрузки на резцы нижней челюсти иммобилизированной комбинированной шиной при моделировании пародонтита средней степени тяжести перемещение резцов нижней челюсти составило 0,13-0,14 мм, а давление на костную ткань составило 2-6 МПа, что является



Рис. 1. Комбинированная шина: а) шина смоделирована из воска; б) шина на гипсовой модели, проволока флекс будет закреплена на естественных зубах; в) вид шины в полости рта сразу после наложения

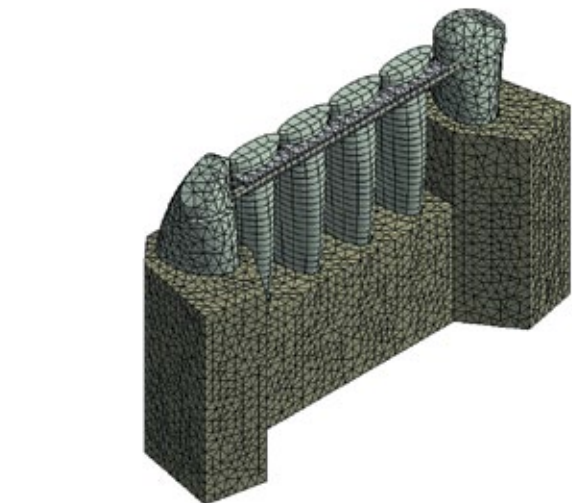


Рис. 2. Сетка конечных элементов (~ 80000 узлов)

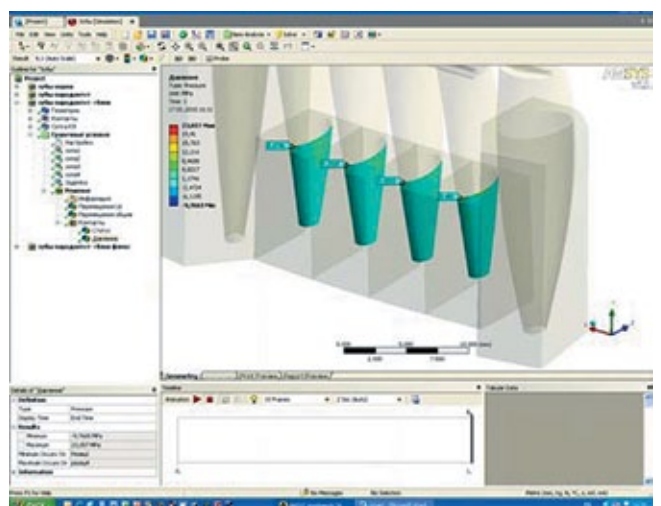


Рис. 3. Давление на челюстную кость, 5...9 МПа

показателями, превышающими физиологические параметры функционирования пародонта при нагрузке. Нагрузка на проволоку флекс в свободном месте составляет 410 МПа, а в месте ее соединения с цементом — 85 МПа, что превышает допустимые нагрузки из соображений долговечности.

Поэтому, рекомендуется использовать проволоку флекс прямоугольного сечения, с размером 0,019x0,025 дюйма, расположенную длинной стороной вертикально, для усиления жесткости, т.к. усилия откусывания пищи почти вертикальны.

Исследование напряженно-деформированного состояния элементов нижней челюсти при окклюзионной нагрузке с применением комбинированной шины и проволоки флекс прямоугольного сечения размером 0,019x0,025 дюйма.

При действии окклюзионной нагрузки на резцы нижней челюсти иммобилизированной комбинированной шиной при моделировании пародонтита средней степени тяжести перемещение резцов нижней челюсти составило 0,125 мм, а давление на костную ткань составило 1-1,8 МПа, что является физиологическими показателями функционирования пародонта при нагрузке. Нагрузка на проволоку флекс в свободном месте составляет 267 МПа, а в месте ее соединения с цементом — 35 МПа, что является допустимыми напряжениями в проволоке флекс.

Исследование напряженно-деформированного состояния элементов нижней челюсти при окклюзионной нагрузке с применением комбинированной шины и проволоки флекс прямоугольного сечения размером 0,019x0,025 дюйма с малыми дефектами в переднем отделе нижней челюсти.

При исследовании действия окклюзионной нагрузки на резцы нижней челюсти иммобилизированной комбинированной шиной при моделировании пародонтита средней степени тяжести с отсутствием зуба 3.1 были получены следующие результаты. Перемещение резцов нижней челюсти составило 0,135 мм (рис. 4).

Давление на костную ткань составило 1,4-1,6 МПа (рис. 5), что является физиологическими показателями функционирования пародонта при нагрузке.

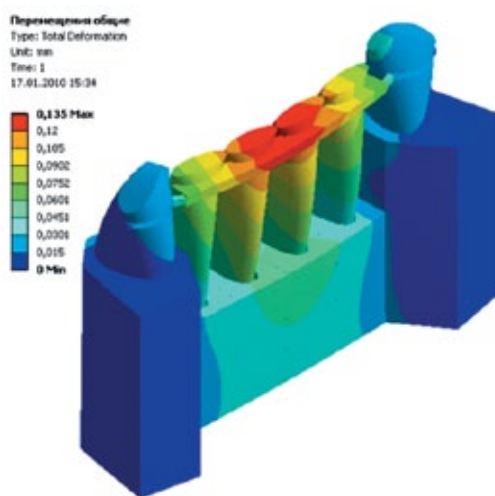


Рис. 4. Исследование напряженно-деформированного состояния элементов нижней челюсти при окклюзионной нагрузке с применением комбинированной шины и проволоки флекс прямоугольного сечения размером 0,019 x 0,025 дюйма с малыми дефектами в переднем отделе нижней челюсти. Общие перемещения максимум равны 0,135 мм

Нагрузка на проволоку флекс в свободном месте составляет 278 МПа, а в месте ее соединения с цементом — 35-37 МПа, что является допустимыми напряжениями в проволоке флекс.

Таким образом, с помощью методов математического моделирования нами установлено:

При физиологической подвижности резцов нижней челюсти, равной 0,1-0,12 мм, и при имитации откусывания с силой в 100 Н давление, передаваемое на костную ткань нижней челюсти, равно около 2 МПа, что является стимулирующим фактором репаративных процессов в костной ткани. Использование блока коронок на резцах нижней челюсти при пародонтите средней степени не решает проблему, так как при применении той же силы в 100 Н перемещение блока коронок равно 0,32 мм, а давление, передаваемое на костную ткань, увеличивается до 5-9 МПа, что также превышает физиологические границы в 3,5-4,5 раза и является разрушающим фактором.

Предложенная нами комбинированная шина, состоящая из блока коронок в сочетании с искусственным одним-двумя зубами с укреплением ее проволокой флекс на клыках, позволяет передавать давление на костную ткань в пределах смоделированной нормы.

Проволока флекс круглого сечения диаметром 0,0195 дюйма не обеспечивает нужного эффекта, т.е. все показатели превышают норму по подвижности на 20%, а по передаче давления на костную ткань в два раза. Тогда как проволока флекс прямоугольного сечения размером 0,019x0,025 дюйма (с вертикальной ориентацией длинной грани) решает поставленную задачу, т.е. более приближена к норме: подвижность резцов в блоке коронок с проволокой флекс 0,019x0,025 дюйма равна 0,12 мм.

Продолжительность проволоки флекс, которую необходимо укрепить на клыке, не должна превышать 2,5...3 мм.

Выводы

Методами математического моделирования установлено, что при пародонтите средней степени для шинирования подвижных зубов в переднем отделе нижней челюсти на-

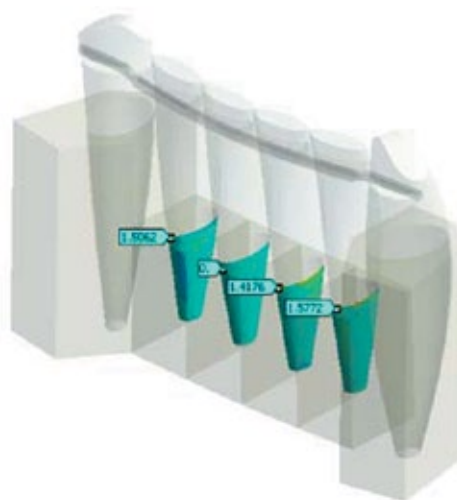


Рис. 5. Исследование напряженно-деформированного состояния элементов нижней челюсти при окклюзионной нагрузке с применением комбинированной шины и проволоки флекс прямоугольного сечения размером 0,019 x 0,025 дюйма с малыми дефектами в переднем отделе нижней челюсти. Давление на челюстную кость 1,4–1,6 МПа

ибо более оптимальной конструкцией является блок коронок, в сочетании с проволокой флекс прямоугольного сечения, размером 0,019x0,025 дюйма, расположенную длинной стороной вертикально, для усиления жесткости.

При пародонтите средней степени для шинирования подвижных зубов в переднем отделе нижней челюсти при отсутствии одного — двух зубов наиболее оптимальной является разработанная нами конструкция в виде мостовидного протеза в сочетании с проволокой флекс прямоугольного сечения, с размером 0,019x0,025 дюйма, расположенную длинной стороной вертикально.

Продолжительность проволоки флекс, которая укрепляется на клыках, составляет 2,5...3 мм.

Использование шины авторской конструкции при шинировании переднего отдела нижней челюсти позволяет сохранить физиологическую подвижность сохранившихся зубов, что является не только лечебным, но и профилактическим фактором.

Литература

1. Белоусов Н.Н. Определение эффективности шинирования зубов при тяжелых формах воспалительных заболеваний пародонта / Н.Н.Белоусов // Пародонтология. — 2009. — № 3. — С. 41-44.
2. Грудянов А.И. Заболевания пародонта / А.И. Грудянов. — М.: Медицинское информационное агентство, 2009. — 334 с.
3. Делец А.В., Жолудев С.Е., Луганский В.А. Способ шинирования зубов при пародонтите / Патент РФ на изобретение № 2289357 // Опул. 20.12.2006.
4. Еловицова Т.М. Арифметика пародонтологии / Т.М. Еловицова. — М.: МЕДпрессинформ, 2006. — 192 с.
5. Котенко С.А. Клинико-функциональная оценка ранних реакций тканей пародонта при проведении байтового шинирования: дис. ... канд. мед. наук / С.А.Котенко. — М., 2008. — 94 с.
6. Савченков Ю.И. Стоматологическая физиология: учеб. пособие / Ю.И. Савченков, Ю.С. Пац — Ростов-на-Дону: Феникс; Красноярск: Издат. проекты, 2007. — 201с.
7. Цепов Л.М. Взгляд на проблему этиологии, патогенеза и лечения воспалительных заболеваний пародонта / Л.М. Цепов, А.И. Николаев, Н.А. Голева // Дентал Юг. — 2008. — № 8. — С. 14-16.
8. Чуйко А.Н. Особенности биомеханики в стоматологии / А.Н. Чуйко, В.Е. Вовк. — Харьков: Прапор, 2006. — 300 с.
9. Gilbert A.D. The effect of chronic periodontal disease on human jaw muscles: a pilot study using computer tomography / A.D.Gilbert // J. Oral Rehabil. — 1997. — Vol. 23, № 4. — P. 259-264.
10. Clark M.O. Personal risk factors for generalized periodontitis // J. Clin. Periodontal. — 1995. — Vol. 22. — P. 136-145.
11. Muhemann H.R. Ten years of tooth mobility measurement / H.R. Muhemann // J. Periodontol. — 1960. — Vol. 31. — P. 110-122.
12. Ziegler A. Numerical simulation of the biomechanical behaviour of multi-rooted teeth / A. Ziegler, L. Keilig, A. Kavarizadeh et al. // Eur. J. Orthodont. — 2005. — Vol.27. — P. 333-339.

ДРАЙ ТИПС
СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ ПОД КОНТРОЛЕМ!

DRY TIPS „ПАМПЕРС“ ДЛЯ ПОЛОСТИ РТА

- Впитывает слюну намного лучше валика, почти в 30 раз больше собственного веса!
- Не выделяет накопленную влагу при надавливании.
- В некоторых случаях может заменить Rubber Dam.
- Уменьшает риск воспаления слюнных желез, который может быть вызван контаминацией.
- Легко прилипает к слизистой, эластичен, повторяет движения щек, легко удаляется.
- Более комфортен для пациента, не оставляет волокон в полости рта.
- Прицельно изолирует протоку околоушной железы, при любом ее топографическом положении.
- Сохраняет стабильное положение на месте прикрепления даже во время активной работы.
- В отличие от ватного валика, занимает меньше пространства, оставляя большее рабочее поле.

dry tips



Поставщик Dry Tips в России:
ООО «Крафтвэй Медикал»
Тел. (495) 232-69-33. www.kraftwaydental.ru

Только оригинальное
изделие, произведенное
Меллике Хелс Кеа (Швеция)
может называться
Драй Типс