

УДК 531/534: [57+61]

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ШИНИРОВАНИЯ ЗУБНОГО РЯДА

В.Ю. Кирюхин, Р.Ф. Гилязева

Кафедра теоретической механики Пермского государственного технического университета, Россия, 614990, Пермь, Комсомольский проспект, 29, e-mail: vkiryukhin@mail.ru

Аннотация. В данной работе авторы обращаются к общепринятым в медицинской практике принципам, которыми руководствуются при выполнении операции шинирования зубов. Авторы делают попытку рассмотреть накопленный в стоматологии опыт, сведенный к ряду утверждений. В результате анализа оказалось, что часть принципов соответствует механическому представлению о процессах, происходящих при шинировании, а другая – требует пересмотра.

Ключевые слова: биомеханика зубочелюстной системы, ортопедическая стоматология, пародонтоз, биомеханика, шинирование зубов, жевательные нагрузки.

ВВЕДЕНИЕ

Все виды заболеваний пародонта объединяются термином «пародонтопатия». Среди прочих ее проявлений в рамках данной работы будем говорить о дистрофической форме пародонтоза (рис. 1). Клинически это заболевание сопровождается резорбцией альвеолярного отростка, образованием патологического десневого кармана и многими другими симптомами, снижающими эффективность работы зуба и окружающих его тканей [1]. Но к наиболее важным из них с позиций механики следует отнести функциональную перегрузку пародонта. Механизм ее образования таков. При нормальном соотношении корня и лунки на ткани пародонта передаются жевательные усилия, не выходящие за пределы физиологических предельных значений, называемых еще физиологической выносливостью [5]. По мере атрофии альвеолы давление на оставшийся пародонт возрастает, вызывая его функциональную перегрузку. Как показали расчеты [3], особо опасной она становится при боковых усилиях. В сложившихся обстоятельствах обычная физиологическая нагрузка становится по мере разрушения пародонта травмирующим фактором [1].

Вместе с тем в процессе убыли лунки появляется физиологическая подвижность зуба, которая часто сопровождается вторичным перемещением зуба (выдвижение из лунки, перемещения в область ротовой полости или наоборот). Механические причины такого процесса обсуждались в работе [2]. Как было показано авторами, вторичное смещение также связано с нарушением комплекса сил взаимодействий зуба и пародонта. В результате процесса вторичного деформирования теряются межзубные контакты, нарушается единство зубного ряда. В результате зубы действуют изолированно, от чего функциональная перегрузка еще более усиливается.



Рис. 1. Иллюстрация атрофии альвеолярного отростка в осевом сечении зуба

Для того чтобы уменьшить функциональную перегрузку и облегчить пародонту выполнение его функции, необходимо: 1) вернуть зубной системе утраченное единство и превратить зубы из отдельных действующих элементов в неразрывное целое; 2) распределить жевательное давление среди оставшихся зубов и разгрузить зубы с наиболее пораженным пародонтом; 3) предохранить зубы от травмирующего действия боковой нагрузки; 4) при частичной потере зубов осуществить протезирование.

Как правило, ортопедическое лечение заболеваний пародонта связано с применением шин различных конструкций, изготовленных из разнообразных материалов и выполненных по различным технологиям [4, 5].

Таким образом, естественный способ ослабить воздействие на перегруженный пародонт заключается в снижении нагрузки, накладываемой на отдельный зуб, за счет распределения усилий жевания среди нескольких соседних зубов. Вовлечение дополнительных зубов в пережевывание пищевого комка при пародонтозе и увеличенной подвижности происходит за счет связывания их в шину. Очевидно, в этом случае врач, выполняющий операцию по установке шины, имеет дело с механической конструкцией, следовательно, он должен понимать механику процесса, чтобы достигнуть желаемого эффекта. На сегодняшний день это происходит за счет использования накопленного опыта, который, с одной стороны, не исключает возникновения ошибок и, с другой стороны, допускает поиск неиспользованных резервов для улучшения результата шинирования. В связи с этим актуальной биомеханической проблемой являются анализ и оптимальное проектирование работы шины в связке с зубами, имеющими различную степень подвижности и дистрофию альвеолярного отростка.

Авторы не претендуют в данном исследовании на окончательное решение вопроса о выборе оптимальной схемы укладки шины, ее конструкции и набора используемых материалов. И даже не ставят перед собой такую задачу. Это, наверное, и невозможно сделать со всей однозначностью. Дело в том, что существует другая проблема биомеханики, остающаяся нерешенной и для многих других процессов, происходящих в живых тканях. Стремление улучшить результат медицинского вмешательства неразрывно связано с необходимостью введения некоторого критерия, значения которого позволяют судить о той или иной степени удачности производимых действий.

Так, в механике состояние конструкций различного рода, подверженных силовым нагрузкам, оценивается, как правило, на языке напряженно-деформированного состояния. Положительный эффект от шинирования выражается в наблюдаемой сразу подвижности зуба, впоследствии – в прочности шины и развитии (или приостановке) процесса дистрофии и увеличения подвижности зубов. В этом смысле для операции шинирования в перспективе актуально рассматривать вопрос: «Какие напряжения и деформации необходимо создавать в области пародонта и в зубах, чтобы они в наилучшей степени соответствовали целям шинирования?» На сам процесс создания искомых напряжений можно повлиять, выбирая параметры совершения операции шинирования: тип шины (нить или штампованная конструкция), тип материалов и пр. Но, в любом случае, необходимо совершенно ясно представлять, какие механические цели достигаются при выборе оптимальной конструкции.

В связи с вышесказанным авторы предлагают сделать первый шаг в данном направлении, заключающийся в попытке оценить с позиций механики те принципы работы, которые выработались в процессе многолетней практики и были обобщены признанными авторитетами ортопедической стоматологии Е.И. Гавриловым и И.М. Оксманом [1]. Метод анализа при этом сводится к структурному представлению предлагаемых тезисов и соответствующему сравнению с инженерными (механическими) представлениями. Притом, что уже существуют примеры анализа напряженно-деформированного состояния шинирующей конструкции [3], авторы в перспективе предполагают провести ряд оценочных расчетов, чтобы сделать результаты наиболее наглядными и адекватными.

ПРИНЦИПЫ ШИНИРОВАНИЯ И БИОМЕХАНИКА

Как уже говорилось, для увеличения лечебного эффекта шины необходимо опираться на механические представления о ее поведении при жевательной нагрузке. Е.И. Гавриловым и И.М. Оксманом [1] была сделана попытка обобщить накопленный в практике опыт в виде свода законов биомеханики, с тем, чтобы применять их в соответствии с конкретной клинической картиной. Ниже авторы работы приводят эти принципы, ссылаясь на необходимые источники.

1. Укрепленная на зубах шина вследствие ее жесткости ограничивает свободу их подвижности. Зубы могут совершать движения лишь вместе с шиной и в одном с ней направлении. Уменьшение патологической подвижности зубов благоприятно сказывается на больном пародонте.

Какой бы ни была жесткость шины, она должна и будет обеспечивать некоторую подвижность зубов из-за упругих свойств ее материала, а также за счет подвижности зубов. Так, значения перемещений в нормальном состоянии за счет периодонтальной щели доходят до 0,1 мм. При абсолютно жестком соединении зубов шиной их перемещения при любой нагрузке должны быть одинаковы, что противоречит целям ортопедического лечения. Следовательно, необходимо, чтобы шина имела определенную гибкость, причем ее необходимо рассчитывать, исходя из клинической ситуации: количество зубов в шине, степень поражения их альвеолярных отростков, подвижность и прочее.

А уменьшение патологической подвижности не должно происходить за счет запредельной подвижности изначально более здоровых зубов. Всё это опять приводит к выводу о необходимости установки гибкой шины.

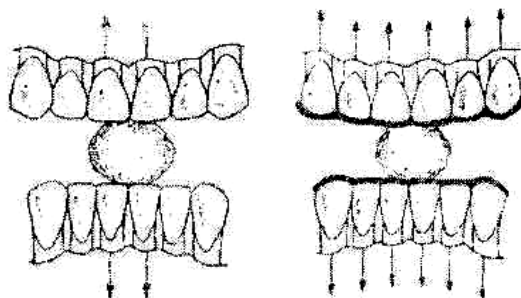


Рис. 2. Изменение нагрузки на пародонт вследствие применения шины (справа) по отношению к разобщенному зубному ряду (слева)

Справедливости ради необходимо сказать, что обвязывание нитями ряда соседних зубов не создает жесткой связи, особенно при нагружении в поперечном для шины направлении. Это вызвано тем, что натяжение в нитях в этом случае на порядок превосходит сами приложенные усилия, что влечет за собой упругое деформирование и относительное смещение зубов внутри блока.

2. Шинирующая конструкция разгружает пародонт при откусывании или разжевывании пищи. Этот эффект растет с увеличением количества шинируемых зубов. При откусывании пищи до шинирования давление приходится на два верхних и два нижних зуба (рис. 2). После шинирования это же давление распределяется уже на всю группу зубов.

В значительной степени описываемая ситуация прокомментирована в предыдущем пункте. Однако следует отметить, что относительно пародонта в целом для зубов, вовлеченных в шину, жевательная нагрузка не уменьшается и не увеличивается. Речь идет лишь о перераспределении напряжений за счет упругих сил, возникающих внутри шины, на что могут повлиять и материал нитей (или штампованных соединений) и конструкция.

Комментируя первые два принципа шинирования, следует обратить внимание на ту физиологическую подвижность и нагрузку, которые были бы благоприятны для каждого зуба (включая наиболее пораженные). Так, на основании резервных сил пародонта строятся пантограммы и делается вывод о ресурсных способностях зубного ряда [5]. Однако это еще не говорит о реальных благоприятных нагрузках на костную ткань, периодонт вокруг каждого зуба.

Авторы видят реализацию первых двух принципов шинирования следующим образом: определение оптимальной нагрузки и подвижности для каждого из зубов, решение задачи оптимального проектирования конструкции шины с помощью развиваемых в механике технологий управления напряжениями, деформациями и перемещениями и применение полученных расчетным путем решений на практике. Другими словами, этап численного анализа для улучшения качества ортопедического лечения исключить невозможно.

3. Нагрузка в шинируемом блоке в первую очередь воспринимается зубами, имеющими меньшую патологическую подвижность; они разгружают зубы с более пораженным пародонтом. Поэтому в шинируемый блок следует включать как более, так и менее устойчивые зубы.

Во-первых, комментарий к данному принципу следовало бы начать с того, что необходимо определиться с самим термином «подвижность». Известно, что даже здоровые зубы имеют нормальную, физиологическую подвижность, обеспеченную периодонтальной щелью и растяжимостью волокон периодонта. Полное исключение подвижности может привести к противоположному эффекту, а именно атрофии периодонта, что вряд ли можно отнести к положительному результату лечения.

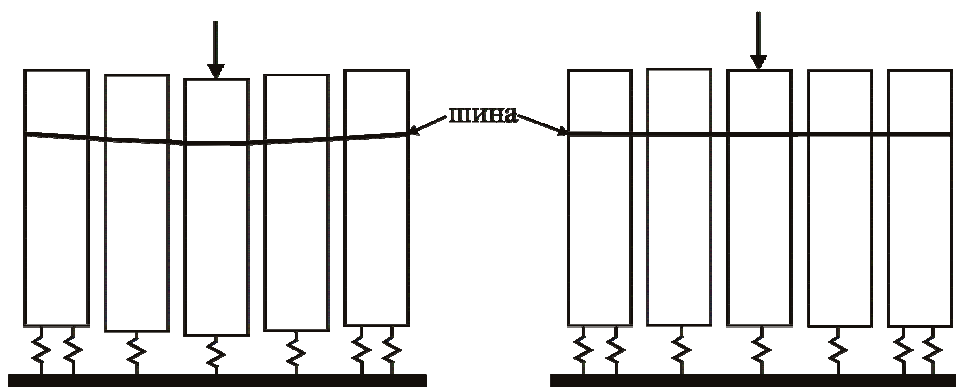


Рис. 3. Схематическая иллюстрация влияния жесткости шины на подвижность отдельных зубов в шинирующем блоке: справа изображена шина из более жесткого материала, чем слева

Во-вторых, поскольку любая шина, имея в своей связке три и более зубов, представляет собой статически неопределенную систему, связь между нагрузкой на зубы и приложенной жевательной нагрузкой зависит от жесткости элементов системы. Простая структурная схема (рис. 3) показывает, что при одной и той же точке приложения жевательного усилия нагрузка и перемещения существенно меняются при изменении жесткости шины (авторы намеренно не показывают здесь расчетов с целью упростить изложение).

4. Зубы расположены по дуге, кривизна которой наиболее выражена в переднем отделе. По этой причине движения зубов в щечно-язычном направлении совершаются в пересекающихся областях, а объединяющий их шинированный блок превращается в жесткую систему.

5. Шинирующая конструкция, расположенная по дуге, более устойчива к действию наружных сил, чем шина, расположенная линейно.

Последние два принципа предполагают, что для усиления лечебного действия шины ее следует удлинить, включив в нее передние зубы и придав ей таким образом аркообразную форму.

Вообще говоря, эти принципы можно считать и геометрическими, поскольку фиксируют достаточно очевидный и логичный факт, а именно: при сравности размеров в различных направлениях система будет наиболее устойчива.

6. Порядок распределения жевательной нагрузки на шинированные зубы зависит от точки приложения силы. По мере приближения точки приложения силы к опорному зубу (крайнему в шине) возрастает величина его перегрузки. Желательно, чтобы линейно расположенные шины не имели большой протяженности.

При увеличении жесткости шины уровень нагрузки на опорные зубы увеличивается. Поэтому передвижение точки приложения жевательной силы по длине шины в большей степени сказывается на перегрузке опорных зубов. И если в нормальном физиологическом состоянии на зуб, впоследствии оказавшийся крайним в шине, действуют в среднем те же нагрузки, что и на соседние, то теперь ему приходится испытывать повышенную силу давления, даже при отдалении от него точки приложения жевательного усилия. И чем выше жесткость, тем выше будут перегрузки.

7. При линейном расположении шины, когда все зубы имеют подвижность, возможно колебание шины при боковых усилиях. Для нейтрализации вредных поперечных колебаний шину следует соединить с аналогичной, но расположенной на противоположной стороне.

Выводы

Несмотря на то, что ряд выводов авторы сделали сразу по ходу изложения, следует сделать несколько дополнительных выводов.

Во-первых, очевидно, что разработка и изготовление шинирующего устройства предполагает несколько, вообще говоря, противоречивых требований:

- необходима повышенная жесткость для объединения зубов в общий блок, но необходима и подвижность, распределенная неоднородно по зубному ряду;
- шина должна быть максимально короткой, но при этом геометрически устойчивой;
- шина должна нормализовать жевательную нагрузку на каждом из пораженных зубов, но не должна перегрузить относительно здоровые зубы.

Принципиальный выход из этого затруднения видится в том, что для начала врачам стоит определить значимость каждой из решаемых в процессе шинирования задач (не все из них авторы приводят в целях краткости). Впоследствии было бы логично решить ряд задач механики по оценке влияния каждого из факторов на результат операции в целом. До сих пор в литературе не встречалось таких данных.

Во-вторых, к механическим принципам следовало бы отнести практически все из них, кроме 5-го и 7-го, поскольку 5-й фактически дублирует содержание 4-го принципа, а 7-й следует отнести к правилам выполнения операции с целью выполнить тот же 4-й принцип. Поэтому к нему нет комментариев в тексте работы.

В-третьих, трудно называть приведенные утверждения «принципами» в том смысле, в котором их принято использовать в классической механике и прочих естественных науках. Так, наиболее близкое к науке определение слова «принцип» звучит так: основное исходное положение какой-либо теории, учения, науки, мировоззрения, политической организации и т.д. В рассматриваемых принципах шинирования обобщен огромный опыт практической работы с заболеваниями пародонта, но на их основании нельзя развить теорию или учение, которое могло бы привести к новым, до этого неизвестным результатам.

В-четвертых, авторы считают, что на сегодняшний день наличествует большой пробел между указанными принципами и их объективно подтвержденной реализацией на практике, что, вероятно, объясняется молодостью такой науки, как биомеханика.

Благодарности

Авторы работы выражают искреннюю благодарность коллегам с кафедры теоретической механики Пермского государственного технического университета за плодотворное обсуждение содержания данной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гаврилов, Е.И.* Ортопедическая стоматология / Е.И. Гаврилов, И.М. Оксман. – М.: Медицина, 1978.
2. *Вершинин, В.А.* Биомеханические аспекты вторичной деформации зубов / В.А. Вершинин, В.Ю. Кирюхин, Г.И. Рогожников // Российский журнал биомеханики. – 2004. – Том 8, № 2. – С. 19–28.
3. *Кирюхин, В.Ю.* Об эффективности применения шинирования зубов жгутом из титановой нити при заболеваниях пародонта / В.Ю. Кирюхин, Г.И. Рогожников, М.В. Мартюшева, Р.Ф. Гилязева // Российский журнал биомеханики. – 2007. – Том 11, № 2. – С. 65–74.
4. *Курляндский, В.Ю.* Учебник ортопедической стоматологии / В.Ю. Курляндский. – М: Медгиз, 1962.
5. *Ряховский, А.Н.* Байтовые зубные протезы. Ч. 1. Шинирование зубов / А.Н. Ряховский // Стоматология. – 2003. – № 2 – С. 45–50.

BIOMECHANICAL PRINCIPLES OF DENTITION SPLINTAGE

V.Y. Kiryuhin, R.F. Gilyazeva (Perm, Russia)

In the present paper, the authors turn to the commonly accepted principles of practical dental clinics imposing the way of the dentition splintage. Authors attempt to revise the experience accumulated in the dentistry practice and reduced to a number of statements. In the end, the analysis admits a usage of some principles from mechanical point of view. Nevertheless, the other part needs to be revised.

Key words: biomechanics of the dentofacial system, prosthetic dentistry, parodontosis, biomechanics, teeth splintage, masticatory forces.

Получено 21 мая 2008