Kaare Reitan, L.S.D., M.S.D., PhD., Oslo, Norway

РЕАКЦИЯ ТКАНЕЙ НА ОРТОДОНТИЧЕСКОЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ЗУБА

Окончание. Начало в №3, 2013
American Journal of Orthodontics, Vol.46, December 1960, No. 12

Корпусное передвижение зуба. На рис. 18 показано сравнение корпусного и наклонно-вращательного передвижения зуба. У пациента отсутствовали оба центральных резца нижней челюсти, было решено сдвинуть боковые резцы. Левый боковой резец передвигали корпусно и с большой осторожностью, а правый — наклонным способом. Постоянная сила постепенно возрастала с 40 до 140 граммов. Передвижение длилось 3 месяца. Было обнаружено, что на участке, прилежащем к зубу, который передвигался наклонно-вращательно, область компрессии образовывалась ближе к маргинальной части, что привело к некоторой резорбции корня. Также наблюдалась небольшая резорбция корня в апикальной части. У зуба, передвигаемого корпусно, резорбция корня не отмечалась. В этом случае происходила резорбция кости вдоль всей зоны давления и, соответственно, слой новой кости на стороне натяжения. Вот что происходит в идеальном случае (рис. 19). При корпусном передвижении зуба наблюдается меньшая тенденция к образованию участков компрессии благодаря тому, что сила распределяется по всей поверхности корня. На рис. 20 показан поперечный срез зуба, который передвигали корпусно. Можно наблюдать прямую резорбцию кости.

Рис. 18. Мезиальное передвижение двух латеральных резцов. Левый зуб передвигали наклонно-вращательным методом, что привело к резорбции корня на участке x и в апикальной части. Правый зуб передвигали корпусно: не резорбции корня

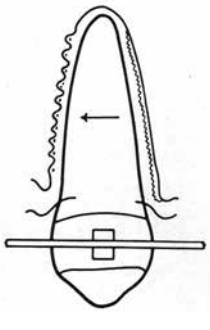

Рис. 19. Идеальное корпусное перемещение зуба

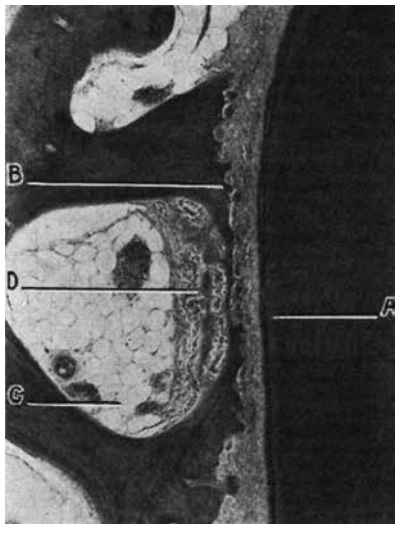

Рис. 20. Сторона давления при корпусном передвижении. A — поверхность корня. B — прямая резорбция кости. C — большие пространства с жиром в костно-мозговых лакунах. D — трансформация жира в свободные фиброзные волокна и образование компенсаторных остеоидных слоев в ответ на резорбцию кости вдоль внутренней костной стенки

Тем не менее, существуют другие пути корпусного передвижения зуба, например, когда корень передвигают относительно точки, установленной в области брекета. При таком виде вращения необходимо отличать изменение торка и мезио-дистального наклона. Прибор для измерения прилагаемой силы при изменении торка зуба показан на рис. 21. Если измерить длину корня зуба по рентгенограмме и расположить прибор на дуге перед цементировкой кольца, можно определить силу с помощью формулы и, таким образом, получить информацию о величине силы в интересуемой апикальной области. При проведении серии экспериментов [7] было обнаружено, что изменение торка приводит к реакции тканей, которую можно охарактеризовать как благоприятную (рис. 22). Как видно из формулы, механика также благоприятна. Так как точка вращения установлена точно в области брекета, а также благодаря тому, что сила распределяется по всей

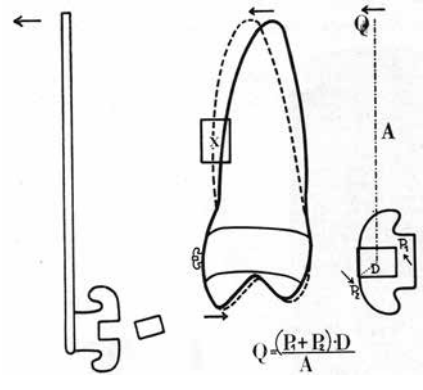

Рис. 21. Инструмент для измерения силы при изменении торка зуба

Рис. 22. Сила при изменении торка зуба. Реакция (Q) равна силе, прилагаемой в углах P1 и P2, умноженной на половину длины диагонали D, и деленная на длину корня A

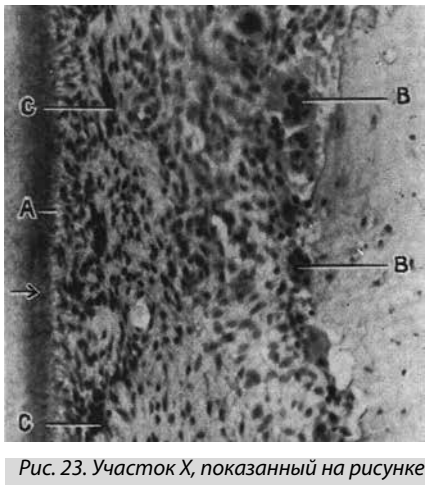

Рис. 23. Участок X, показанный на рисунке 22, это середина верхнего первого премоляра при изменении торка. A — поверхность корня. B — остеокласты, прямая резорбция кости. C — остатки эпителия

стороне корня, в таких случаях часто наблюдается прямая резорбция, при условии удержания лимита величины силы. На рис. 23 показана реакция, которая наблюдается в средней части первого премоляра верхней челюсти у 12-летнего мальчика при наклоне, при котором зуб перемещали в губном направлении в течение трех недель. Так как это типичное корпусное передвижение, на стороне давления наблюдалась прямая резорбция кости. В этом случае сила, прилагаемая к апикальной области, составляла 130 граммов, что является слабой силой. После наклонного передвижения на этой стороне корня можно обнаружить сдавленную бесклеточную ткань.

В отличие от этого вида передвижения дистальный и мезиальный наклоны являются более сложными. Реакция тканей, наблюдаемая после дистального наклона, исследовалась в экспериментах на собаках. Для облегчения процесса измерения прилагаемой силы к кольцу приваривали консоль с крючком (рис. 24). Когда крючок поднимали к проволочной дуге, апикальная часть зуба двигалась в мезиальном направлении, а коронковая — в дистальном. Использовалась тонкая дуга, так что ничто не препятствовало движению корня. Выяснилось, что если длину отрезка от брекета, помноженную на прилагаемую силу в конце отрезка при помещении дуги, поделить на длину корня, то получится сила, прилагаемая в апикальной области:

$$\frac{\text{Длина отрезка}*\text{действующая сила}}{\text{Длина корня}} = \text{Сила, действующая в апикальной области}$$

Но так как сила распределяется по мезиальной поверхности корня, то это число необходимо опять поделить на площадь поверхности стороны корня. Можно предположить, что на дистальной стороне сила будет сконцентрирована в маргинальной области. На рис. 25 изображены области приложения давления — маленькая ограниченная область в маргинальной области на дистальной стороне и обширная область — на мезиальной стороне. Поэтому более благоприятным можно считать передвижение на мезиальной стороне по сравнению с дистальным.

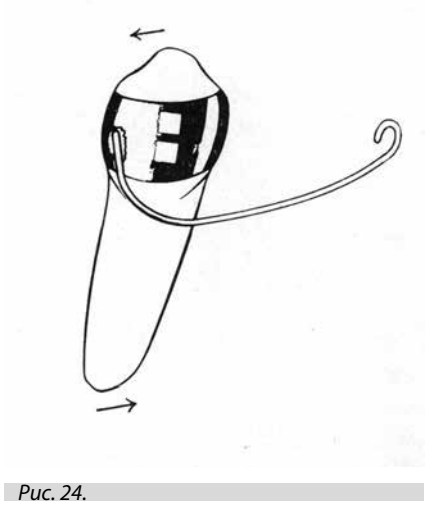

Рис. 24.

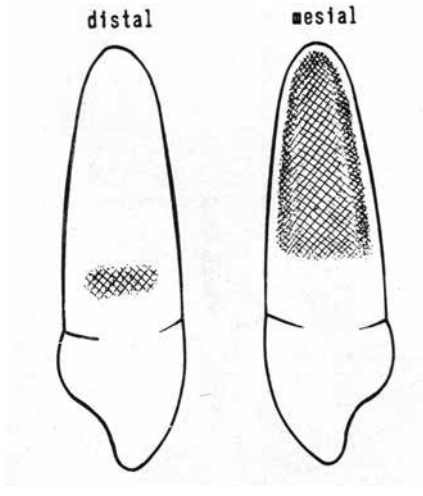

Рис. 25. Участки под давлением во время дистального наклона

Для этого эксперимента использовали премоляры и боковые резцы собак. За некоторым исключением, сила прилагалась к апикальной области и составляла 120—150 граммов. Вскоре обнаружилось, что положение исследуемых зубов является определяющим фактором (рис. 26). Если передвигаемый зуб находится в межаппроксимальном контакте с дистально расположенным зубом, то на дистальной стороне не будет выраженной гиалинизации. На протяжении начальной стадии рядом с выступающими костными спикулами можно обнаружить полугиалинизированные области с временно сжатыми несколькими пучками волокон. Но в дальнейшем превалирует прямая резорбция кости на обеих сторонах.

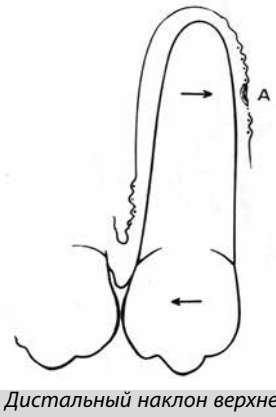

Рис. 26. Дистальный наклон верхнего латерального резца у собаки. На дистальной стороне нет гиалинизации благодаря проксимальному контакту с дистально расположенным зубом. А — полугиалинизированный участок при коротком воздействии

Другим важным фактором является длина корня. Если корень короткий, то гиалинизированные участки можно обнаружить на начальной стадии дистального наклона зуба, даже если действующая сила относительно слабая. Это происходит по законам механики. Пример таких процессов можно увидеть на вторых премолярах собак, корни которых относительно короткие у некоторых животных.

Кроме того, в противоположность передним зубам, премоляры имеют пространство, так что задействованная механика при их передвижении существенно отличается. Так как брекет дистально скользит по дуге, ткани пародонта будут сдавливаться больше. Таким образом, начальная стадия гиалинизации наблюдалась во всех экспериментах на премолярах. Прямая резорбция кости была обнаружена на мезиальной стороне, особенно в тех случаях, где корни зубов, принимающих участие в эксперименте, были хорошо развиты (рис. 27). Такие наблюдения склонны доказать, что изменения тканей при дистальном наклонном передвижении благоприятны, при условии, что корень зуба хорошо развит и что область брекета остается относительно стабильной во время начальной стадии передвижения.

В практике результат мезиального или дистального наклона можно наблюдать на рентгенограмме. На рис. 28 показа-

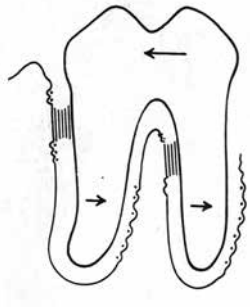

Рис. 27. Дистальный наклон нижнего второго премоляра у собаки. Гиалинизированные участк на дистальной стороне. Нет гиалинизации на мезиальной стороне

Рис. 28. Рентгенограмма нижнего второго премоляра и клыка после их сближения и выпрямления. Образования кости (А), как показано и на рис. 9

ны клык и второй премоляр, которые сдвигали и выпрямляли после удаления первого премоляра. Было обнаружено, что результаты передвижения были благоприятными. На стороне давления превалировала прямая резорбция кости. На стороне натяжения видно формирование новых костных слоев вдоль растянутых пучков волокон. Эти новые костные спикулы будут трансформироваться в течение последующего периода покоя (рис. 9 и 10).

Ротация зубов. Экспериментальная ротация может выявить несколько интересных факторов о поведении тканей. При ротационном движении, например, можно обнаружить прямую резорбцию. Большинство зубов, которые подвергаются ротации, имеют более-менее овальные в поперечном сечении корни. По этой причине, на начальной стадии передвижения могут формироваться бесклеточные участки на стороне давления, чаще всего с обеих сторон корня. В своей исследовательской работе Stuteville [13] указал, что прямая резорбция кости происходит преимущественно на участках, где корень передвигается к костной стенке без какого-либо сдавления пародонтальных волокон. Было доказано, что это утверждение верно. На рис. 29 лабиальная и лингвальная стороны зуба перемещаются относительно параллельно костной стенке, и поэтому в таких участках всегда наблюдается прямая резорбция. Когда корень перемещается параллельно кости, прямая резорбция наблюдается вдоль поверхности кости, и часто происходит компенсаторная перестройка костной стенки в тканях пародонта проксимального корня. Отмечалось, что контур новых костных слоев изменяется и формируется согласно расположению капилляров. Если формирование тканей продолжается, эти капилляры, в конце концов, могут являться центральными участками в новых костномозговых пространствах.

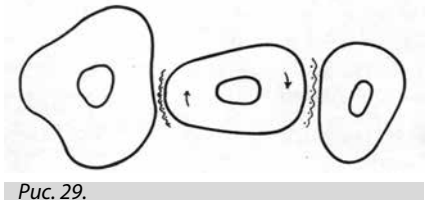

Рис. 29.

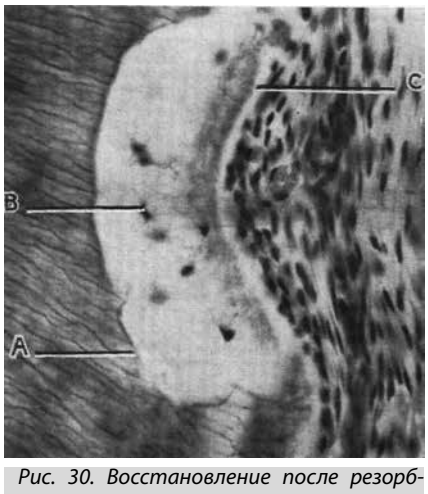

Рис. 30. Восстановление после резорбции корня. Поперечное сечение области резорбции после ротации и последующей ретенции в течение 9 недель. А — демаркационная линия между дентином и клеточным цементом. В — клетки, встроенные в новый цемент. С — новый цементоидный слой, ограниченный цементобластами

Если корень передвигается непараллельно поверхности кости, то во время ротации часто наблюдается резорбция корня. Такие резорбированные участки восстанавливаются, как только прекращается передвижение. На рис. 30 показано, как слой клеточного цемента заполняет лакуны, образованные вследствие резорбции корня, в период ретенции длительностью 9 недель. После длительного ретенционного периода можно увидеть, как участки резорбции заполняются клеточным цементом.

При ротационном передвижении волокна периодонта частично растягиваются и частично удлиняются. Обычно наблюдается косое расположение всех основных фиброзных пучков, включая и волокна апикальной области. Такое косое расположение также наблюдается в супраальвеолярных структурах (рис. 31). В этом участке, тем не менее, структуры скорее смещены, чем удлинены, в то время как свободные десневые волокна сплетаются окончаниями с фиброзной тканью десны. Skogsborg [11] (Швеция) пытался предупредить рецидив после перемещения зуба путем пересечения этих волокон. Однако, если передвижение зубов прекращено недавно, то пересечение или даже хирургическое удаление супраальвеолярных структур оказалось неэффективным. Он добился успеха в предупреждении рецидива только путем более глубокого разреза в аппроксимальной области с двух сторон корня [12]. Это эффективно в том случае, когда можно ожидать, что в короткий период времени после ротации все волокна выстраиваются в косом направлении, и может быть некоторое сокращение этих волокон, идущих от корня к костной стенке.

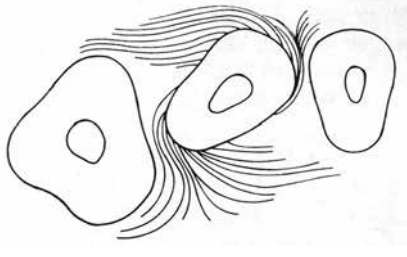

Рис. 31.

Рис. 32. Волокна периодонта полностью перестроены в апикальном участке зуба после 147 дней ретенции. А — корень. В — периодонт. С — перестроенная альвеолярная кость

Ретенция ротированных зубов может менять гистологическую картину. В одной серии экспериментов, которые проводились год назад, шесть зубов собаки удерживались на протяжении разных периодов времени (табл. 1). Как видно в табл. 1, перестройка фиброзной ткани на протяжении ретенционного периода происходит намного раньше в средней и апикальной частях. После 15 дней ретенционного периода перестройка вообще не происходила. После 26 дней перестройка в маргинальной области по-прежнему, не наблюдалась, но отчетливо видна в среднем и апикальном участке. Ретенция после 57 дней показала частичную перестройку маргинальных фиброзных структур на проксимальных сторонах корня, но на лабиальной и лингвальной стороне она отсутствовала. После 83 и 147 дней ретенционного периода наблюдались подобные отличия в перестройке маргинальных структур и структур средней и апикальной части. Полная перестройка была обнаружена в средней и апикальной областях после 147 и 232 дней ретенционного периода.

Эту разницу может проиллюстрировать сравнение между апикальным и маргинальным участками на этой стадии. На рис. 32 показаны периодонтальные волокна в апикальном участке

Таблица 1.

Перестройка фиброзной ткани

Зуб	Ретенция (дней)	Маргинальная область	Срединная область	Апикальная область
+2	15			
2+	28		++	++
+2	57	+	++	++
2+	83	+	++	+++
+2	147	+	+++	+++
2+	232	+	+++	+++

+=легкая перестройка
++=структуры хорошо перестроены
+++=полная перестройка

после 147 дней ретенционного периода. Костные спикулы перестроились, а фиброзные пучки снова расслаблены, как будто вообще не было ротационного передвижения. Но ситуация в маргинальном участке совсем иная. На рис. 33 показана область лабиальной стороны зуба после 232 дней ретенции. Как вы можете видеть, эти фиброзные волокна по-прежнему расположены косо, что указывает на существующее натяжение и смещение супраальвеолярных структур.

Рис. 33. Продолжающееся косое расположение свободных гингивальных волокон; зуб находится в ретенции 232 дня. А — зуб. В — растянутые волокна периодонта. С — слой цементоида вдоль поверхности корня

Что бы произошло с этими свободными гингивальными волокнами, если бы зуб удерживался в новом положении определенный промежуток времени, а потом освобождался от ретенционных аппаратов? Для ретенции использовался аппарат, состоящий из колец и коротких отрезков проволоки (рис. 34). В другом эксперименте после 110 дней ретенционного периода левая часть ретенционного аппарата удалялась, а за зубом наблюдали в течение 22 дней. Произошел небольшой рецидив. Гистологические срезы «освобожденного» зуба (рис. 35) с поддерживающими структурами показали, что свободные гингивальные волокна были более перестроены, хотя и не полностью, вокруг «освобожденного» зуба, чем вокруг зуба, ретенция которого продолжалась все время (132 дня).

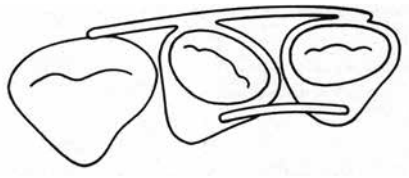

Рис. 34. Кольца для ретенции бокового резца

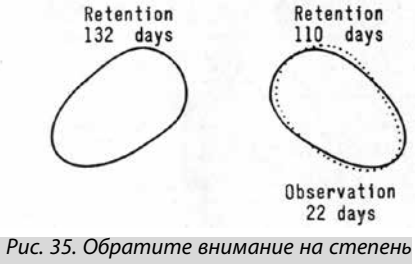

Рис. 35. Обратите внимание на степень рецидива зуба после удаления ретейнера

Это наблюдение подтверждает убеждение, что желательно проводить гиперротацию. В результате будет допустим минимальный рецидив, а, следовательно, расслабление смещенных супраальвеолярных волокон перемещаемого зуба. Также можно заметить, что было бы лучше применять такой метод ретенции, который предусматривает определенную степень индивидуального движения зуба. Насколько быстро свободные гингивальные волокна перестроятся под воздействием повышенного индивидуального движения зуба является материалом для последующих исследований.

Тем не менее, существуют и другие факторы проблемы рецидива. Например, у некоторых людей склонность к рецидивам больше, чем у других. Необходимо учитывать индивидуальные характеристики и качество фиброзных структур. Это опять же связано с возрастным фактором [6]. Раннее лечение — до того, как апикальная часть корня полностью сформируется,— может предупредить тенденцию к рецидиву, особенно это относится к ротациям зубов.

Выводы

Из некоторых описанных исследований можно заключить: сокращение фиброзных структур после передвижения зуба нужно рассматривать как нормальную реакцию тканей. После наклонно-вращательного передвижения такое сокращение может приводить к образованию сдавленных бесклеточных участков на стороне натяжения. Последующая подрывная резорбция кости может повышать тенденцию к рецидиву.

При корпусном передвижении зуба происходит более благоприятная прямая резорбция кости на стороне давления.

Натяжение и смещение после ротации могут сохраняться даже после ретенционного периода. Раннее лечение или гиперротация могут, с большой долей вероятности, предупредить склонность к рецидиву.

Перевод И. П. Котюк