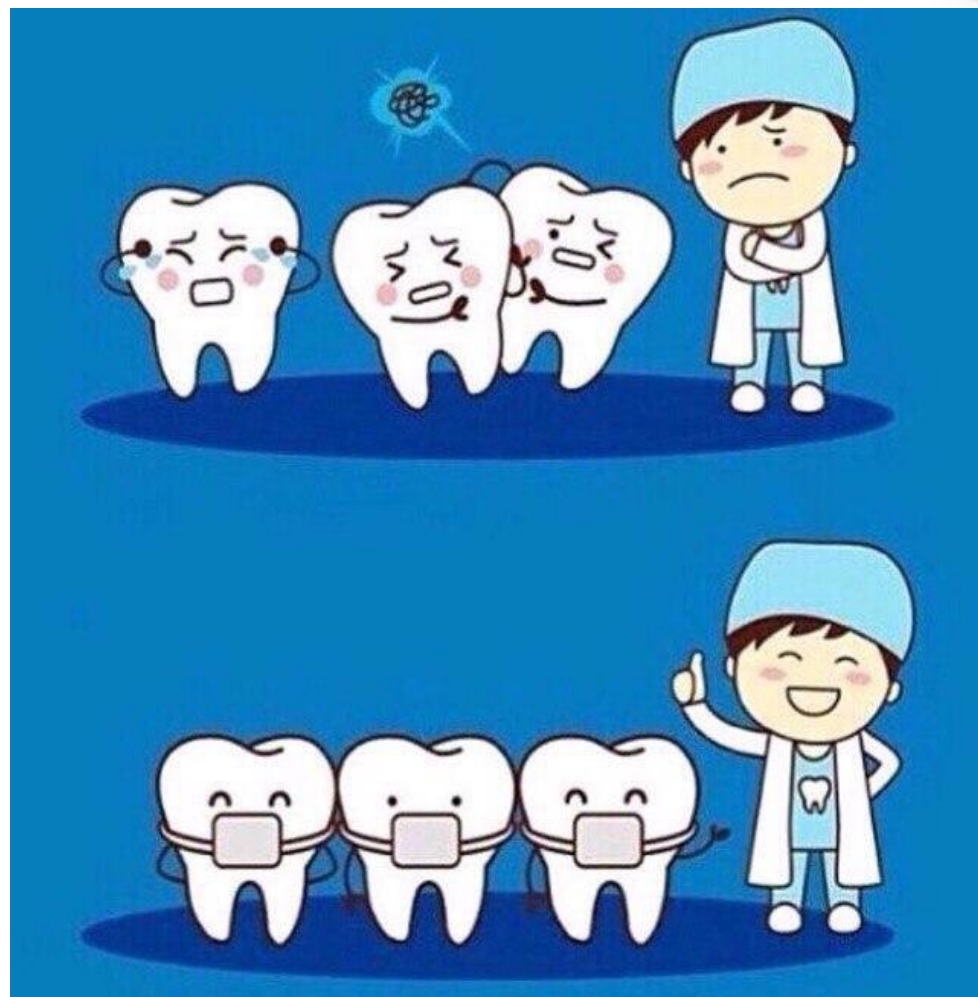




# **БИОМЕХАНИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗУБОВ**

Выполнили студенты 042 группы: Юдина Алина  
Андреевна , Абалмасов Вадим Иванович

В ОСНОВЕ  
ОРТОДОНТИЧЕСКОГО  
ЛЕЧЕНИЯ ЛЕЖИТ  
ПЕРЕМЕЩЕНИЕ  
ЗУБА  
ПОД ДЕЙСТВИЕМ  
РАЗЛИЧНЫХ СИЛ.

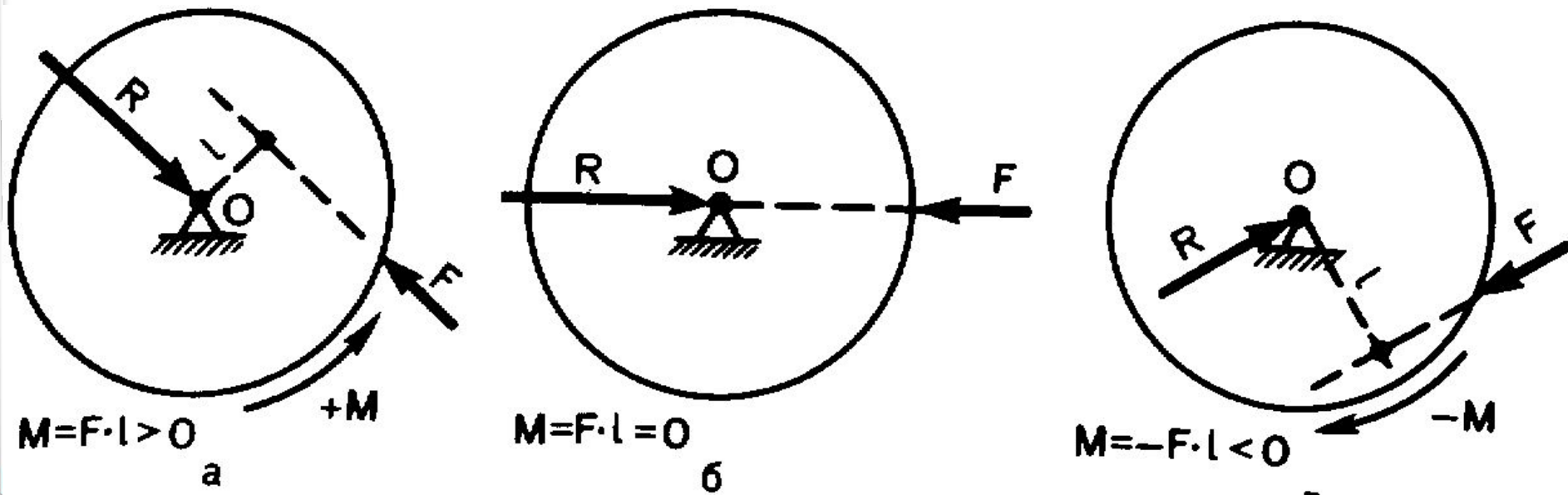


## \* ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ «МЕХАНИКА» И «БИОМЕХАНИКА».

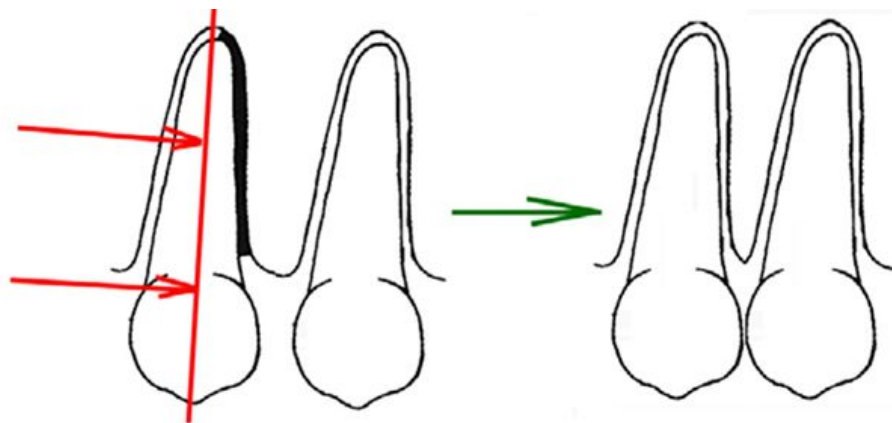
В процессе лечения возникает необходимость перемещать зубы в трех взаимно перпендикулярных направлениях. В связи с анатомическими особенностями зубочелюстной системы нужное давление и тягу можно оказывать в основном на коронку зуба. Его корень, который примерно в 2 раза длиннее коронки, находится в альвеоле. Под воздействием горизонтально направленной силы, приложенной к коронке зуба, происходит его наклон, а не поступательное (корпусное) перемещение.

Основываясь на третьем законе Ньютона, при конструировании ортодонтического аппарата следует определять направление и величину его действующей силы, обозначаемой как активная сила  $F$ , а также направление и величину противодействующей силы, обозначаемой как реактивная сила  $R$

Направление активной ( $F$ ) и реактивной ( $R$ ) сил и их влияние на поступательное или вращательное перемещение тела.



Известно, что любое сложное движение тела по плоскости представляет собой сумму двух простых движений: поступательного, возникающего при совпадении линий действия активной и реактивной сил, и вращательного, возникающего при несовпадении линий действия этих сил. Следует учитывать, что сила характеризуется тремя параметрами – величиной, линией действия и его направлением.



Рассмотрим движение тела, вращающегося вокруг неподвижной оси или центра вращения, каким является, например, маховое колесо на неподвижном стержне. Поскольку центр вращения колеса  $O$  фиксирован, то при действии активной силы  $F$  колесо будет вращаться. Для определения направления вращения колеса из его центра опускают перпендикуляр  $L$  на продолжение линии действия активной силы  $F$ . Маховое колесо вращается по часовой стрелке  $-M$  (см. рис. 10.2, в) или против нее  $+M$  (см. рис. 10.2, а). При совпадении линий действия активной силы  $F$  и реактивной  $R$  и их прохождений через центр махового колеса оно вращаться не будет (см. рис. 10.2, б). Вращение колеса произойдет, если активная сила  $F$ , линия действия которой не проходит через центр вращения колеса  $O$ , вызовет появление пары сил. Эта пара состоит из активной силы  $F$  и реактивной  $R$ , возникающих в центре вращения колеса  $O$ ; последняя всегда параллельна силе  $F$ , равна ей по величине и направлена в противоположную сторону. Суммарная величина вращающего момента ( $M$ ), возникающего при данной паре сил, может быть вычислена по формуле:

$$M = F \cdot \frac{l}{2} + R \cdot \frac{l}{2}$$

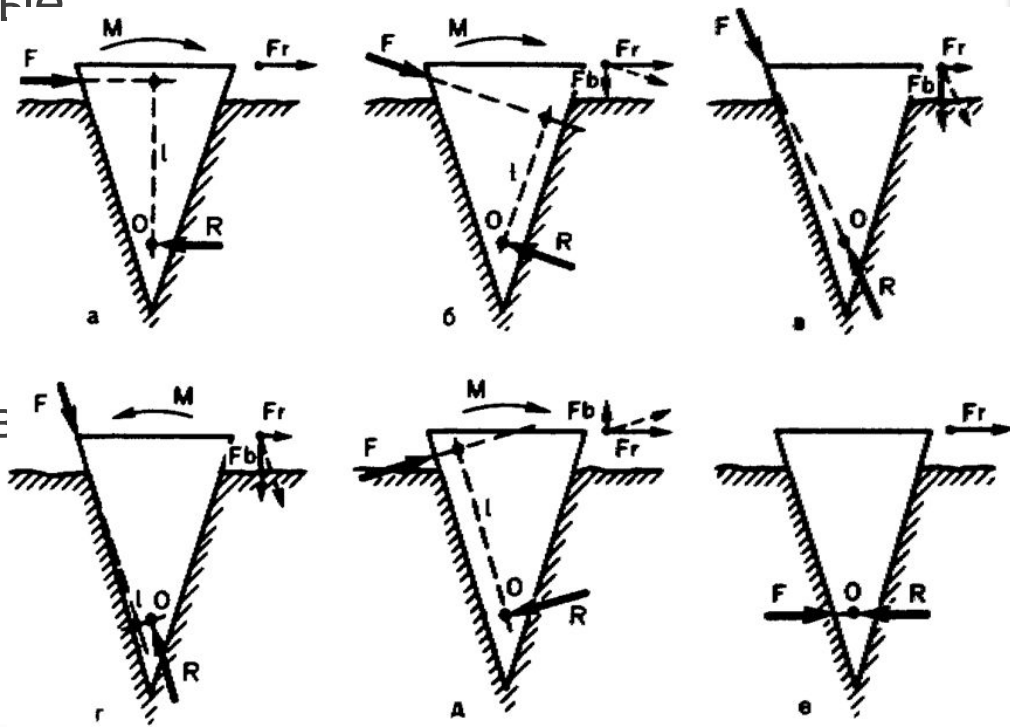
\* при равнозначной ей формуле  $M = F \cdot L$ , так как  $F = R$ . Из последней формулы видно, что величина вращающего момента  $M$  прямо пропорциональна величине активной силы  $F$  и длине перпендикуляра  $L$ . Следовательно, чем дальше проходит линия действия силы от центра вращения колеса, т. е. чем больше  $L$ , тем больше вращающий момент для той же величины силы  $F$ .

А. М. Schwarz (1929) сравнил движение зуба в альвеоле с движением твердого тела в вязкой среде. Опираясь на законы механики и поведение твердого тела в упругой среде (закон Гусса), он математически определил центр вращения перемещаемого зуба с учетом длины его корня, а также удаленности точки приложения одной горизонтальной силы от шейки зуба. По данным А. М. Schwarz, центр вращения перемещаемого зуба расположен между верхушечной и средней третями корня; иногда он может сместиться в сторону середины корня, но не достигает ее.

На местоположение центра вращения перемещаемого однокорневого зуба влияет форма его корня [Камышева Л. И., 1969; Schwarz А. М., 1928, 1929; Markorza, 1962].

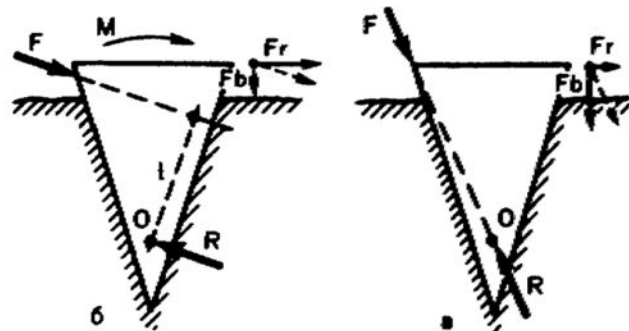
\* Рассмотрим механизм воздействия активной силы на жесткое клиновидное тело, частично погруженное в густую вязкую среду, с нефиксированным центром вращения. Примером может служить кол, вбитый в землю. На рис. 10.3 представлены возможные варианты воздействия активной силы  $F$  на такой кол:

- а) только вправо, вращение по часовой стрелке;
- б) вправо и вниз, вращение по часовой стрелке;
- в) вправо и вниз, без вращения;
- г) влево и вниз, вращение против часовой стрелки;
- д) вправо и вверх, вращение по часовой стрелке.

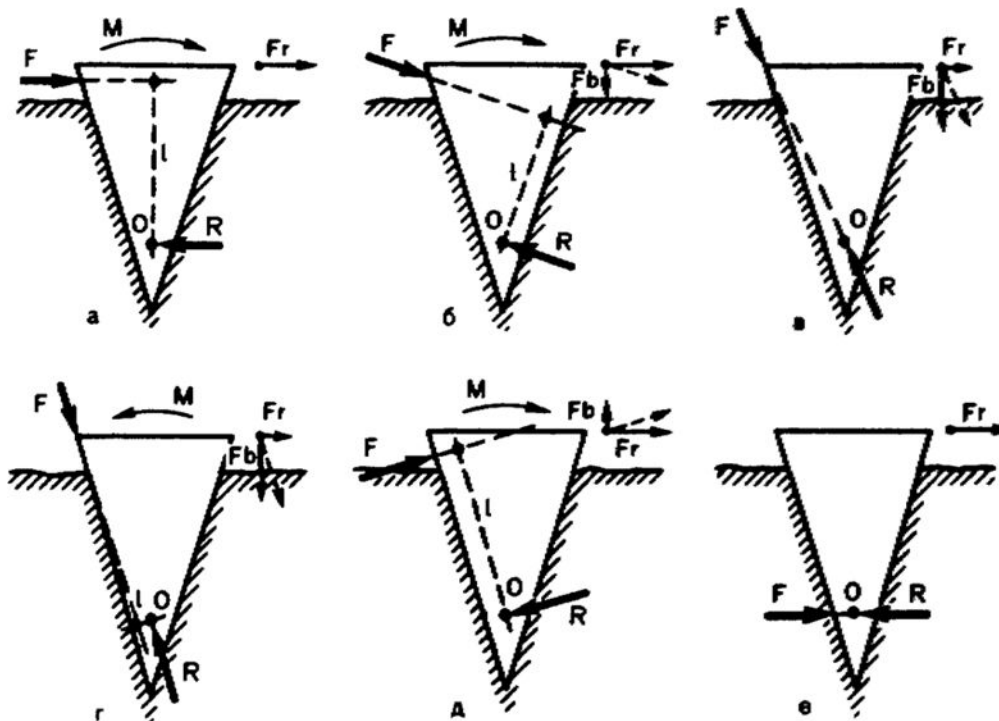




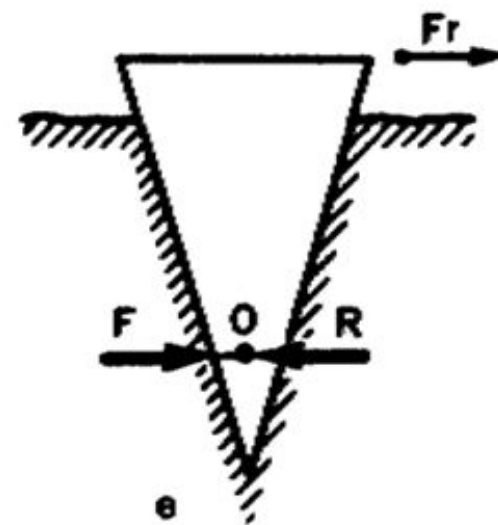
\* Результат перемещения кола зависит от направления действующей силы, точки ее приложения, положения центра вращения кола в почве и противодействующих сил среды, в которой находится кол. В случаях, иллюстрируемых рисунком, действующая сила направлена вправо, но под разными углами. В связи с этим появляется компонент силы, направленный вниз, который стремится погрузить кол в землю (см. рис. 10.3, б, в)



или направленный вверх и стремящийся вытянуть кол из земли (см. рис. 10.3, д). Компонент, направленный по вертикали, отсутствует (см. рис. 10.3, а). Согласно принципу вращения махового колеса, кол будет вращаться по часовой стрелке (см. рис. 10.3, а, б, д), против нее (см. рис. 10.3, г) или вращения не будет (см. рис. 10.3, в).

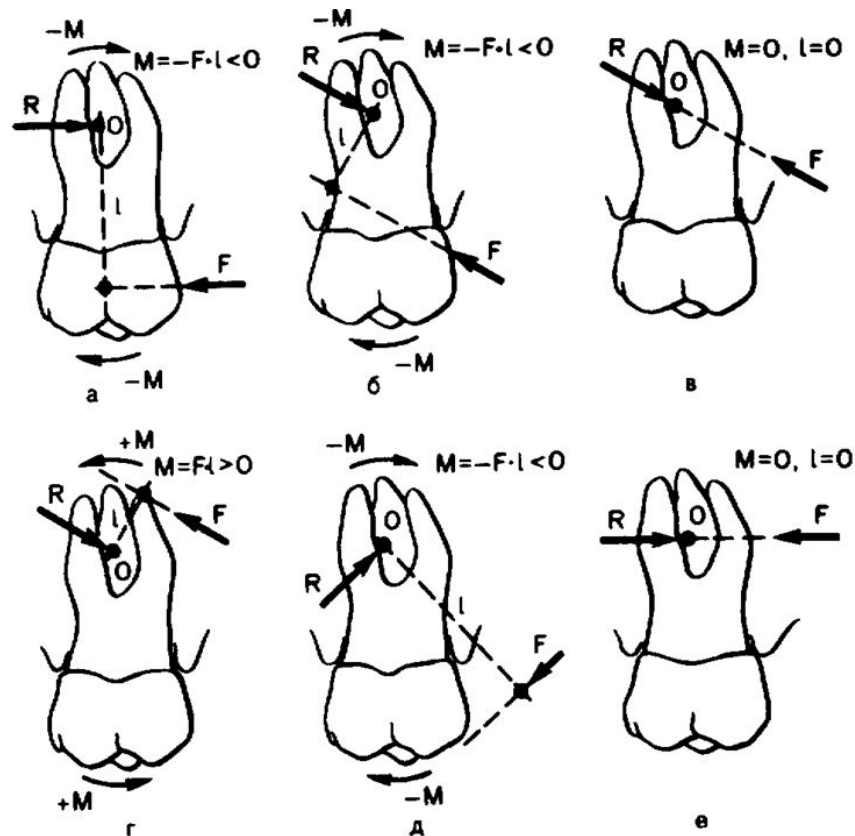


\* Если можно было бы приложить силу в горизонтальном направлении через центр вращения, то кол переместился бы поступательно (см. рис. 10.3, е).  
Корень зуба, расположенный в альвеоле, можно сравнить с колом, вбитым в землю. Подобно такому колу, под действием приложенной силы зуб может совершать поступательное и вращательное движения.

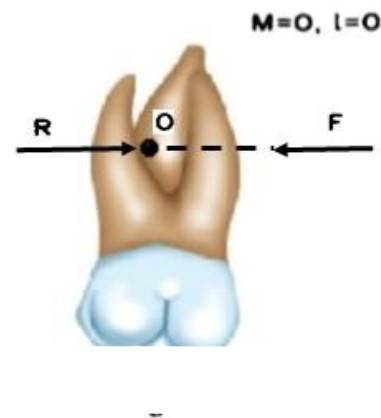
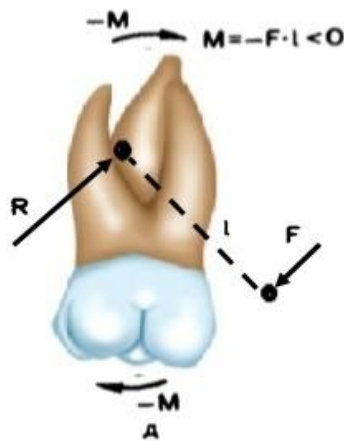
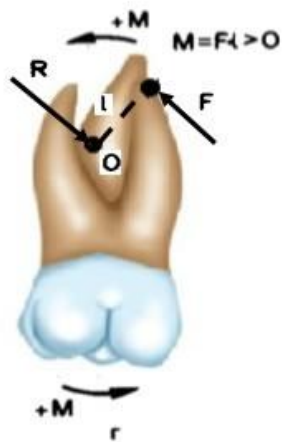
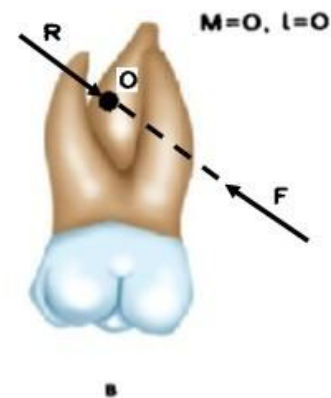
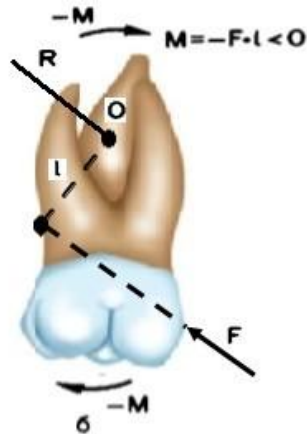
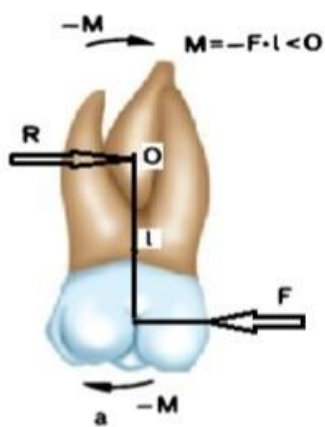


\* На рис. схематично представлено действие в дистальном направлении активной силы  $F$  на первый постоянный моляр. Центр вращения зуба обычно находится на границе между средней и апикальной третью корня.

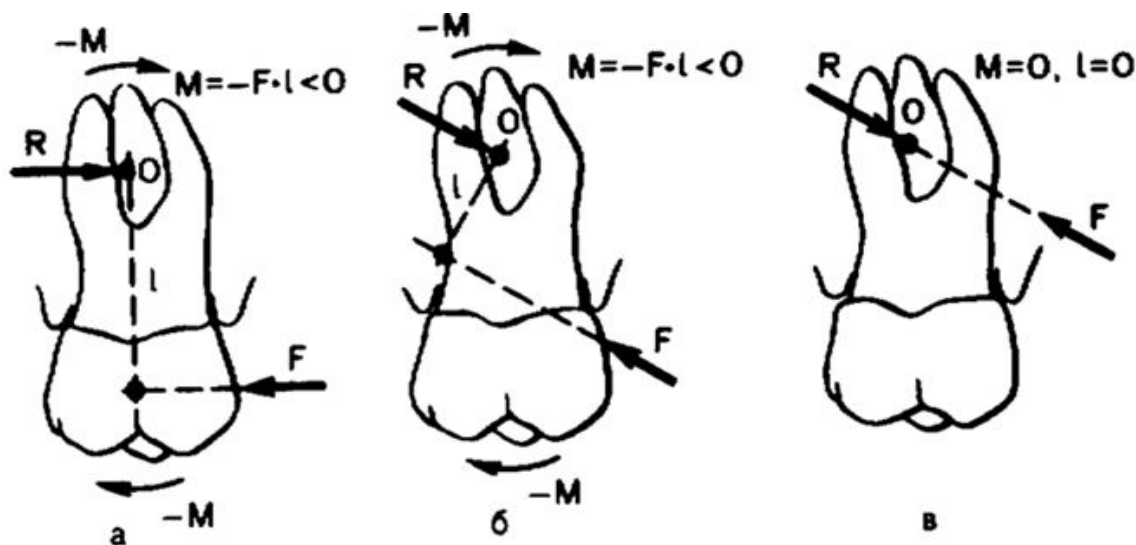
Виды воздействия активной силы  $F$  на верхний первый постоянный моляр.  $O$  — центр вращения зуба;  $F$  — активная (действующая) сила;  $R$  — реактивная (противодействующая) сила;  $L$  — длина перпендикуляра, опущенного из центра вращения зуба на линию действия силы  $F$ ;  $M$  — момент вращения (прямыми стрелками обозначено направление силы, вызывающей поступательное перемещение зуба, дугообразными — вращательное). Направлению воздействия по часовой стрелке соответствует дистальный наклон зуба, против часовой стрелки — мезиальный.



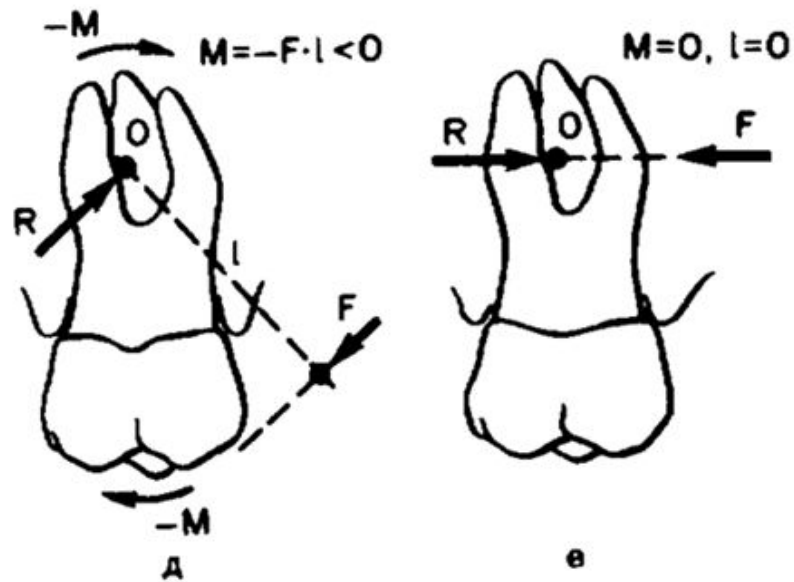
Виды  
воздействия  
активной  
силы на  
верхний  
первый  
постоянный  
моляр



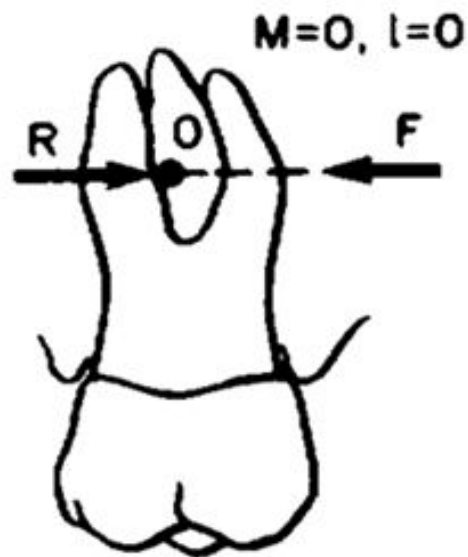
- \* В зависимости от его расположения и направления активной силы  $F$  возможны следующие варианты перемещения моляра:
- а) сила  $F$  направлена перпендикулярно вертикальной оси зуба, линия ее действия проходит ниже центра его вращения; результат – дистальное перемещение зуба с его дистальным наклоном;
  - б) сила  $F$  направлена дистально и вверх, линия ее действия проходит ниже центра вращения зуба, результат – дистальное перемещение зуба с дистальным наклоном его коронки и зубоальвеолярным укорочением;
  - в) сила  $F$  направлена дистально и вверх, линия ее действия проходит через центр вращения зуба, результат – дистальное перемещение зуба с зубоальвеолярным укорочением, но без наклона;



- \* г) сила  $F$  направлена дистально и вверх, линия ее действия проходит выше центра вращения зуба, результат – дистальный наклон корней зуба с мезиальным наклоном его коронки и зубоальвеолярным укорочением;
- д) сила  $F$  направлена дистально и вниз, линия ее действия проходит ниже центра вращения зуба, результат – дистальное перемещение зуба с дистальным наклоном его коронки и зубоальвеолярным удлинением;



\* е) сила  $F$  направлена дистально и перпендикулярно вертикальной оси зуба, линия ее действия проходит на уровне центра вращения; результат – поступательное перемещение зуба. Анализируя представленные на схеме варианты силового воздействия на зуб, можно констатировать, что в зависимости от направления линии действия активной силы  $F$  и ее отношения к центру вращения зуба он может перемещаться в дистальном направлении с дистальным или мезиальным наклоном коронки, поступательно; одновременно может происходить зубоальвеолярное удлинение или укорочение.





\* Для достижения поступательного (корпусного) перемещения зуба с помощью одной силы необходимо исключить вращательный момент путем максимального смещения центра вращения зуба за его пределы. При показаниях к перемещению корня зуба без значительного смещения его коронки силу нужно приложить в области середины корня. Для предупреждения наклона перемещаемого зуба сочетают прямолинейное воздействие на него с воздействием обратной пары сил, т. е. с вращательным воздействием. Поступательного перемещения зуба достигают при оптимальном соотношении между названными силовыми воздействиями.

# ЦЕНТР СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗУБА

Один из главных принципов биомеханики, использующийся в ортодонтии, — концепция центра сопротивления.

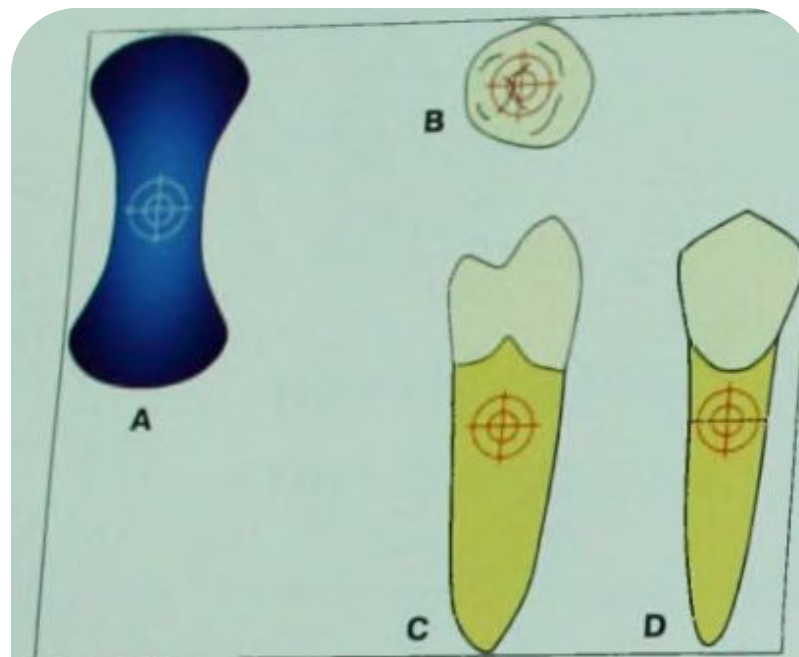


Рис. 1-1 Центр сопротивления. А. Центр массы свободного тела. Центр сопротивления одиночного зуба с окклюзионной (В), мезиальной (С) и вестибулярной (D) поверхностями.

мезиальной (С) и вестибулярной (D) поверхностями

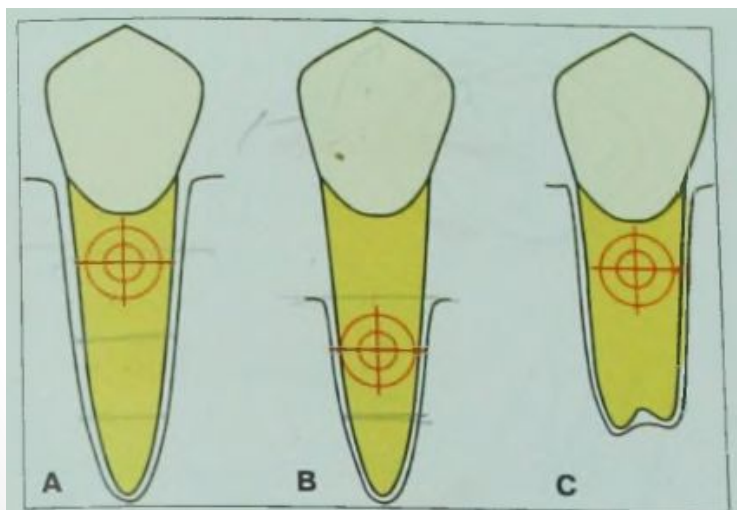
Локализация центра сопротивления зуба зависит от:

длины и морфологии его  
корня

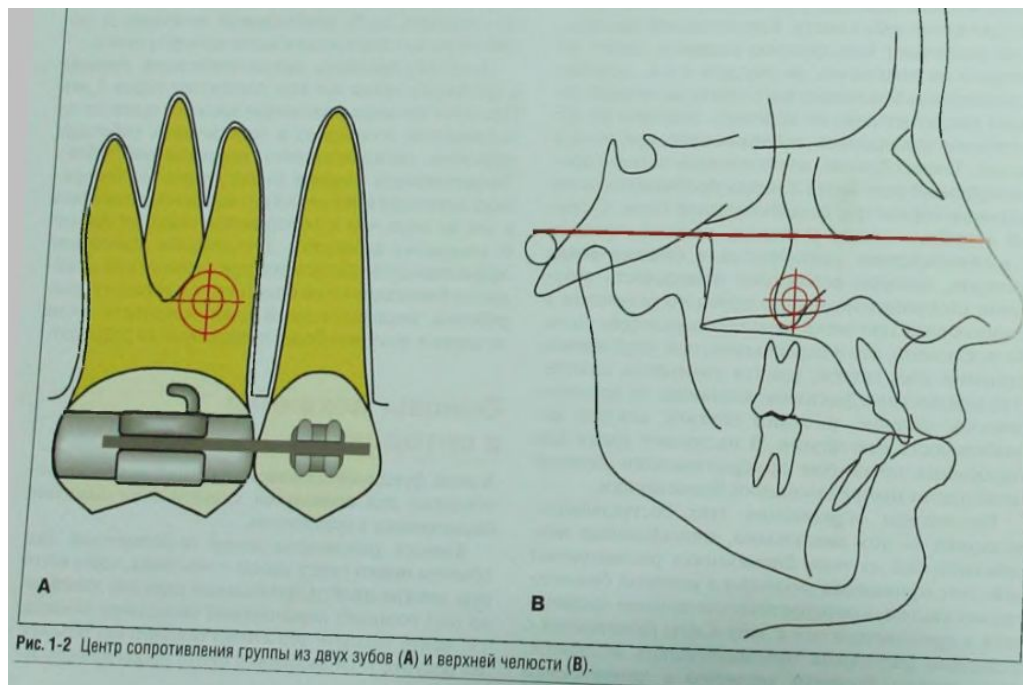
количества корней

количества поддерживающей  
костной ткани

**Центр сопротивления однокорневого зуба находится на  $1/4$ – $1/3$  расстояния от цементно-эмалевой границы до вершины корня.**



**Рис. 1-3** Локализация центра сопротивления зуба зависит от количества костной ткани и длины корня (А). Локализация центра сопротивления зуба при атрофии альвеолярной кости (В) и при коротком корне зуба (С).



**Рис. 1-2** Центр сопротивления группы из двух зубов (А) и верхней челюсти (В).

# \*БИОМЕХАНИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗУБОВ

При передаче сил на зубы, зубные ряды, на челюстные кости и лицевой скелет в целом, следует рассматривать три компонента: действующую силу, приложение действующей силы и опору.

При ортодонтическом лечении действует третий закон Ньютона, который гласит: “Действие равно противодействию”



# ОРТОДОНТИЧЕСКИЕ СИЛЫ

В ортодонтии основным определяющим моментом является *сила*, так как именно благодаря ей происходит перемещение зубов.

Единицами измерения силы являются ньютоны (Н) или г (мм/с).

Ортодонтическое лечение заключается в приложении сил к зубу.

# Ортодонтические силы принято классифицировать по следующим основным принципам

## По величине воздействия

- Слабые
- Умеренные
- Большие
- Очень большие

## По времени воздействия

- Перемежающие
- Постоянно действующие

## По характеру (принципу) воздействия

- Механические
- Функциональные

## По направлению

- Активные
- Реактивные

# \* По величине воздействия

Впервые ортодонтические силы *по величине воздействия* систематизировал А.М. Шварц на основе проведенных клинико-экспериментальных исследований.

В основе расчетов лежит величина внутрикапиллярного давления - 20 г/см<sup>2</sup>.



# \*Классификация сил по величине воздействия по Шварцу А.М.

1-К *первой* группе А.М. Шварц отнес малые силы - 3-5 г/см<sup>2</sup> — эти силы малы и не вызывают реакции пародонта.

2-К *второй* группе сил относят силы меньшие или равные внутрикапиллярному давлению - 15 — 20 г/см<sup>2</sup> . При применении таких сил подавляется микроциркуляторное кровообращение в области зоны давления, что сопровождается обратимыми изменениями в стенке альвеолы и корня перемещаемого зуба.


3-К *третьей* группе - относятся силы 30-40 г/см<sup>2</sup>. Они подавляют кровообращение, что сопровождается гипоксией тканей и выраженными обратимыми реактивными изменениями.


4-К *четвертой* группе - относятся большие силы - более 60 г/см<sup>2</sup>; они разрушают мягкие ткани путем раздавливания, то есть такие явления необратимы после прекращения действия силы.

Таким образом, оптимальной является сила второй степени.

# \* Характер тканевых изменений под действием ортодонтических аппаратов по Д.А.Калвелису

- \* Д.А.Калвелис разделил характер тканевых изменений под действием ортодонтических аппаратов на 4 степени по их тяжести и величине действующей силы.
- \* *Первая степень* определяется небольшим повышенным давлением в периодонте, т.е. применением малой силы. При этой же первой степени А.Schwarz применял силу в 15–20 г на 1 см<sup>2</sup>. Применяемая сила в опытах обоих авторов была крайне мала, поэтому процессы резорбции и образования кости лунки зуба были уравновешены и зуб оставался устойчивым.
- \* *Вторая степень* определяется полным сдавливанием периодонта в каком-то участке с нарушением кровообращения, и в нем резорбция происходить не может, но она осуществляется в жизнеспособных тканях, окружающих этот участок. В условиях рассасывания только ущемленного участка периодонта происходит полное морфологическое и функциональное восстановление. По А.Schwarz, при этой степени сила давления хотя и ниже внутрикапиллярного (20–26 г на 1 см<sup>2</sup>), но она способна вызывать перестройку.
- \* *Третья степень* характеризуется ущемлением периодонта с нарушением кровообращения на большом протяжении, и в процесс резорбции вовлекается также корень зуба. Если в ходе восстановительного процесса образуется периодонт и резорбционные лакуны в корне зуба выстилаются цементом, то конечным исходом может быть восстановление функциональной способности, но с морфологическими дефектами. По А.Schwarz, конечный результат несколько иной, а именно сила давления средняя, но выше капиллярного, поэтому в зоне давления может наступить застойная резорбция стенки лунки, которая клинически сопровождается болью. Конечный исход при таком давлении – функциональное и анатомическое восстановление.
- \* *Четвёртая степень* практически аналогична у обоих авторов. Изменения обусловлены сдавливанием периодонта на большом участке, и рассасыванию подвергаются не только ущемлённый периодонт и альвеолярная лунка, но в значительной степени и твёрдые ткани зуба, в которых образуются глубокие лакуны. Последние уже не выстилаются цементом, а заполняются костной тканью, и в результате происходит сращение корня зуба со стенкой альвеолы, т.е. своеобразный «анкилоз». И конечным исходом являются не только морфологические дефекты, но и функциональные, так как нарушается эластичность укрепления зуба в лунке.

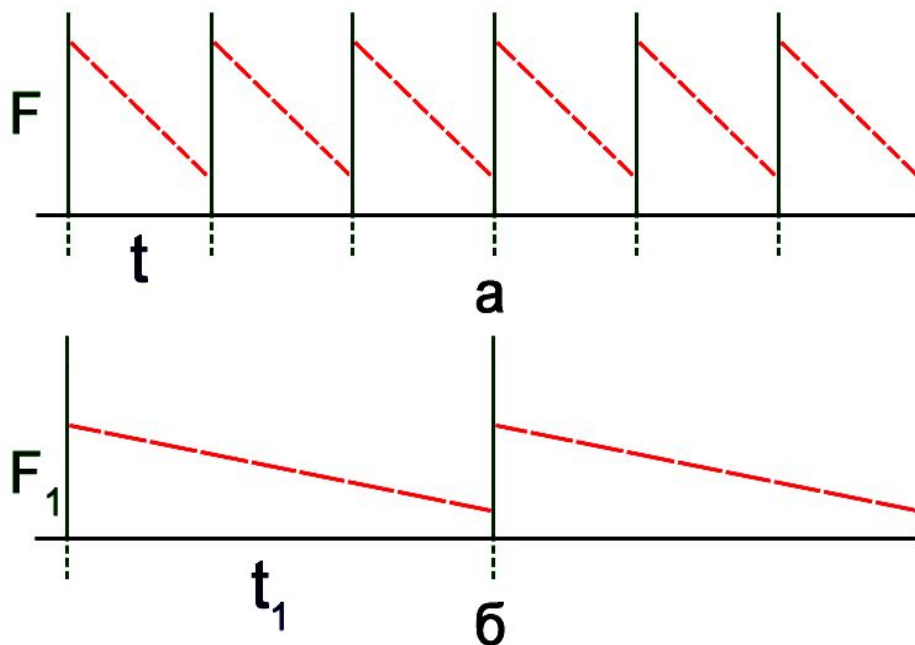
- 
- \* На основании проведенных опытов A.Schwarz сделал вывод, что наиболее оптимальная сила давления должна быть 15–20 г на 1 см<sup>2</sup>. По данным расчётов Райтена (1968), величина силы, необходимой для перемещения одного зуба, составила примерно:
  - \* при наклонно-вращательном движении однокорневого зуба =50–70 г, многокорневого – 150 г;
  - \* • при корпусном перемещении однокорневого зуба «70–90 г, а много корневого «150 г;
  - \* • экстррузия зуба «25 г;
  - \* • интрузия «50 г.
  - \* Эти величины, на наш взгляд, весьма относительноны, так как есть точка зрения, что для экстррузии сила должна быть больше, чем для интрузии.

- 
- \* Характер, интенсивность и тяжесть тканевых преобразований при ортодонтической нагрузке зависят от двух основных факторов (Калвелис Д.А.):
    - \* 1) общего состояния соматического и психического здоровья, пластической реактивности организма и состояния пародонта;
    - \* 2) от характера, величины и продолжительности действующей силы, причём решающим фактором является степень сдавливания периодонта, а следовательно, нарушение кровообращения и иннервации.
  - \* При нормальной реактивности даже сильная нагрузка не влечёт за собой расшатывания. При пониженной же реактивности уже незначительная нагрузка может привести к патологической подвижности зубов, как, например, при пародон-титах, когда процессы резорбции кости и её восстановления не уравновешены.

\*

# \* По времени воздействия

А- перемежающаяся сила, Б- постоянная сила



Графическое изображение действия сил ортодонтических аппаратов:  
 $F$  - действующая сила,  $t$  - период действия аппарата при каждой активации

# \* По характеру (принципу) воздействия

Относят силы, воздействующие посредством механических и функциональных ортодонтических аппаратов.

❖ **Механические:** источник силы заложен в самой конструкции



❖ **Функциональные:** (пассивные). Основная особенность этой группы аппаратов состоит в том, что они не содержат источника внешней силы, а их действие осуществляется за счет целенаправленной передачи силы сокращения жевательных мышц на определенный участок зубного ряда. При этом другие участки, наоборот, разгружаются.



# \* По направлению

- ❖ **Активные** силы - это силы, которые действуют на перемещаемый участок. То есть, это силы, с помощью которых осуществляется перемещение отдельных зубов, групп зубов, нижней челюсти и т.п.
- ❖ **Реактивные** силы - это силы, действующие на точку опоры.  
Под точкой опоры подразумевают участок зубного ряда, на котором укрепляют аппарат.

# \* ТИПЫ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗУБОВ

В зависимости от направления действующей силы перемещение зубов может быть:

- ❖ наклонно-вращательным;
- ❖ Корпусным:
  - ❖ экструзия (зубоальвеолярное удлинение);
  - ❖ интрузия (зубоальвеолярное укорочение);
  - ❖ параллельное движение зуба.
- ❖ ротационным.

Взаимосвязь между прилагаемой системой сил и типом перемещения описывает *соотношение момент/сила*.

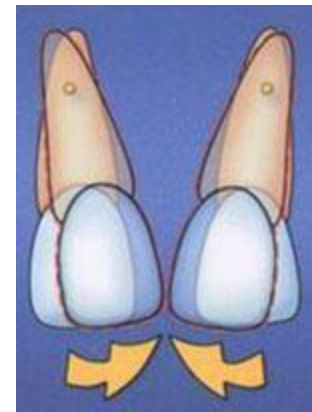
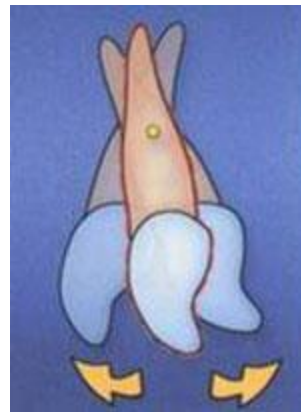
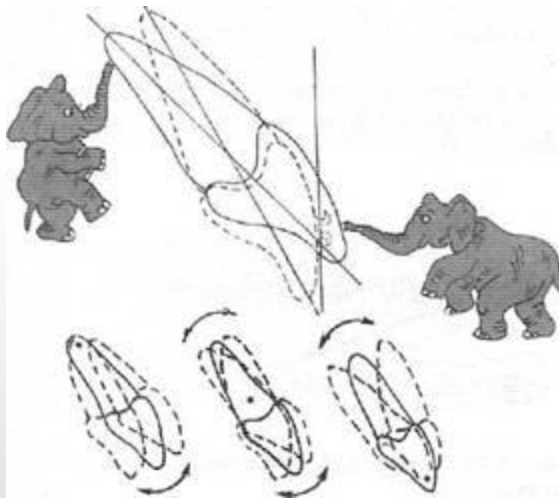
Соотношение момент/сила определяет тип перемещения или центр вращения.



# \* Наклонно-вращательное перемещение зубов

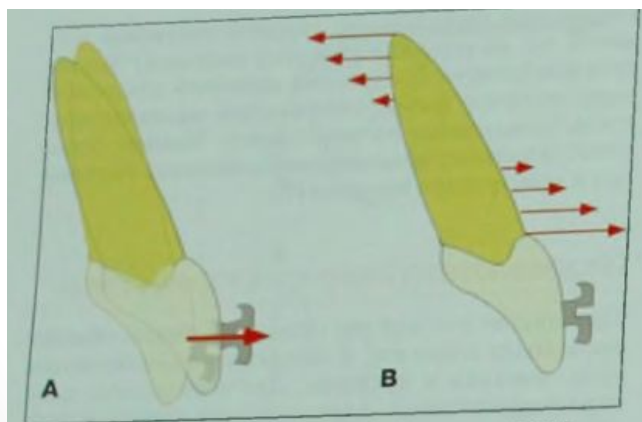
Коронка с частью корня наклоняется в направлении действующей силы, в то время как апикальная часть корня смещается в противоположном направлении.

К указанному виду движений относится вестибуло-оральный наклон (торк или инклинация) и мезио-дистальный (ангуляция).

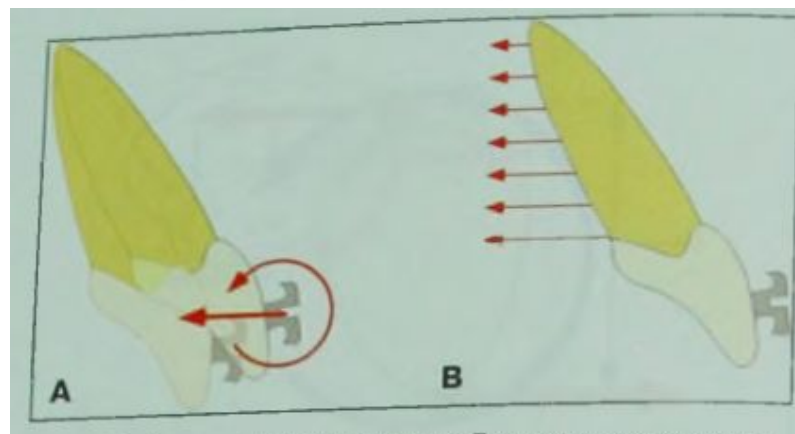


В свою очередь, в зависимости от локализации центра вращения, наклон можно подразделить на контролируемый и неконтролируемый.

При неконтролируемом наклоне центр вращения находится между центром сопротивления и вершкой корня, а при контролируемом наклоне - непосредственно в области вершины корня зуба.



**Рис. 1-12** Неконтролируемый наклон. А. Неконтролируемый наклон вызван приложением простой силы (без момента). В. Модель распределения давления в периодонтальной связке. Обратите внимание, что коронка и корень зуба перемещаются в противоположных направлениях.



**Рис. 1-13** Контролируемый наклон. А. При контролируемом наклоне центр вращения находится в области вершины корня. В. Модель распределения давления в периодонтальной связке при контролируемом наклоне. Давление максимально в пришеечной области.

# \* Корпусное

## перемещение зубов

Корпусное перемещение зубов предусматривает одновременное перемещение корня и коронки зуба *только в одном направлении.*

К данному виду перемещения относятся:

- ❖ экструзия (зубоальвеолярное удлинение);
- ❖ интрузия (зубоальвеолярное укорочение);
- ❖ параллельное движение зуба.

# Корпусное перемещение зубов

Для *корпусного перемещения* зуба необходимо создать такое усилие, чтобы его равнодействующая проходила через центр вращения или, по крайней мере, в непосредственной близости от него. Решение этого вопроса может быть двояким: первое – переместить точку приложения силы ближе к центру вращения, что трудно сделать непосредственно в отношении корня, но можно удлинить жёсткое крепление с вестибулярной стороны применяемого аппарата по направлению к верхушке корня, создав пару сил; второе – создать путём сочетания двух аппаратов пару противоположно действующих сил, равных по величине. Например, если при ретрузии переднего зуба прилагается усилие какого-либо съёмного аппарата в области шейки к перемещению его лабиально, то можно создать второе усилие ближе к режущему краю с вестибулярной стороны, направив действие силы в оральную сторону.

## ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

При горизонтальном перемещении зуба коронка вместе с частью корня наклоняется в сторону действующей силы, а верхушечная часть его движется в противоположном направлении .

Наклон зуба происходит вокруг неподвижной точки оси вращения, положение которой зависит от многих условий, и в частности от длины корня и коронки, точки приложения силы, анатомической особенности лунки зуба и др. Благодаря этому образуется не две, а четыре зоны, где разворачиваются тканевые преобразования: две зоны давления (1 и 4) и две зоны натяжения (2 и 3). В зонах давления появляются остеокласты и происходит резорбция внутренней стенки, что дает возможность зубу продвигаться в определенном направлении. В зонах натяжения, наоборот, отмечается новое образование кости на внутренней стенке альвеолы, способствующей выравниванию размеров расширенной периодонтальной щели.

## ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

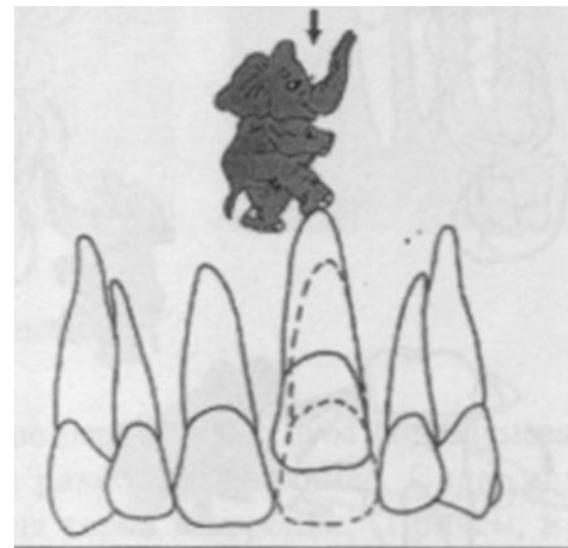
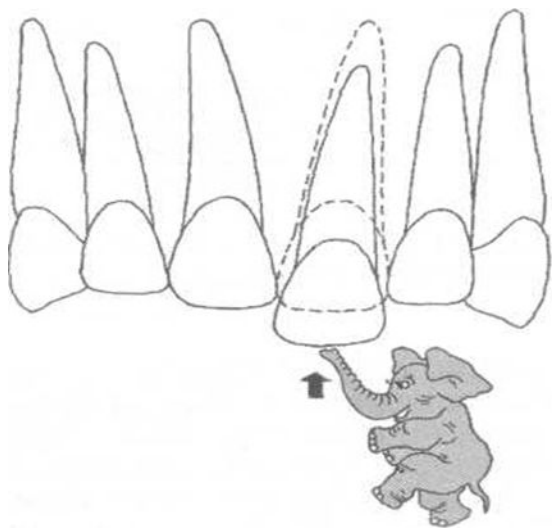
В проявлении этих процессов во времени имеются некоторые особенности. По данным Б. Готлиба и Б. Орбана через 48 часов после появления нагрузки наступает образование новой кости на стороне натяжения. Процесс резорбции на стороне давления возникает несколько позднее. Эту закономерность подметил и Д.А. Калвелис. При действии больших сил имеет место не только рассасывание альвеолярной кости, но и лакунарная резорбция цемента и дентина.

Когда перемещение зуба закончено, и он фиксируется в новом положении (период ретенции), характер тканевых изменений становится несколько иным. В зонах натяжения путем резорбции сглаживаются остеофиты, образовавшиеся во время перемещения зуба, благодаря чему и выравнивается внутренняя поверхность альвеолы, и периодонтальная щель становится ровной. Поскольку резорбция кости на стороне давления происходит неравномерно, образовавшиеся лакуны в стенке альвеолы в этот период заполняются новообразованной костью, а лакуны в цементе – цементоподобной тканью. На стороне давления может также происходить образование кости и на наружной поверхности альвеолы. Это напластование кости, по мнению Д.А.Калвелиса, носит компенсаторный характер. Таким образом, в стадии ретенции, в одной и той же зоне рядом могут иметь место и процессы резорбции, и процессы наслоения новой кости.

## ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Тканевые изменения, которые наблюдаются при вертикальном перемещении зуба, принципиально не отличаются от только что описанных. При действии на зуб силы, погружающей его, явление резорбции наблюдается на дне альвеолы с распространением их и на боковые стенки лунки (Х.А.Каламкаров, Д.А. Калвелис). При вытяжении зуба происходит постепенное выдвигание его из альвеолы. Образование новой кости происходит на дне альвеолы, а также в области межкорковых перегородок. Результатом этого является так называемое зубоальвеолярное удлинение.

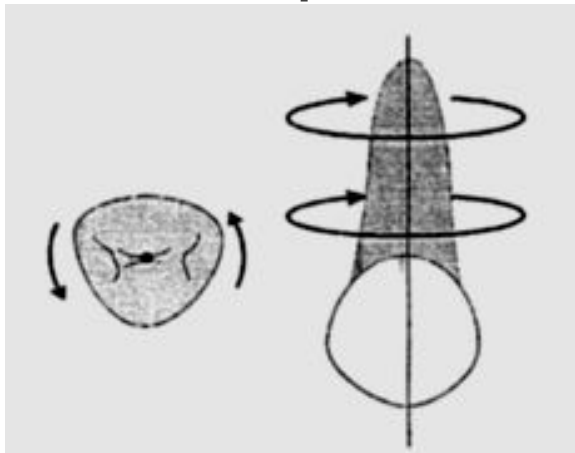
Тканевые преобразования при расширении верхней челюсти.



# \*Ротация

Это вращение зуба вокруг своей продольной оси без эффекта перемещения в других направлениях.

Применяется при различных видах и степени аномалийно расположенного зуба, или при так называемой тортоаномалии.





# \* Ротация

- \* На рисунке изображена модель распределения давления в периодонтальной связке при перемещении корня. Величина давления в области верхушки корня при этом вызывает значительную резорбцию костной ткани в этой области. Такая концентрация давления может привести к подрывающей резорбции, что заметно уменьшает скорость перемещения. Это может быть преимуществом при использовании такого типа перемещения для усиления опоры.
- \* Перемещение корня в ортодонтическом лечении часто определяется термином «торк». Торк - это приложение сил, вызывающих ротацию. Торком называют скручивающие изгибы на прямоугольной дуге или наклон паза брекета по отношению к длинной оси зуба и окклюзионной плоскости. Он обычно определяется при измерении угла изгиба дуги. Угловые измерения не характеризуют механические параметры пружины или давления, вызывающего перемещение зуба. Величина торка зависит от размера паза брекета, диаметра дуги, величины зазора между дугой и брекетом, а также от начального положения зуба. Например, утверждение, что дуга размером  $0,018 \times 0,025''$  дает для четырех верхних резцов торк, равный  $17^\circ$ , не характеризует величину момента или давления, действующих на зуб.

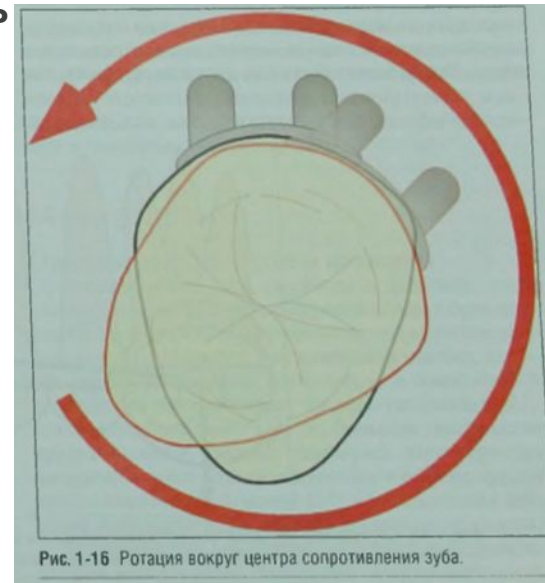


Рис. 1-16 Ротация вокруг центра сопротивления зуба.

# \*Расширение челюстей.

Важное место в ортодонтии занимает исправление суженных челюстей, чаще верхней, которое обычно связано с перекрёстным прикусом, когда имеется обратное соотношение боковых зубов\*\*\*.

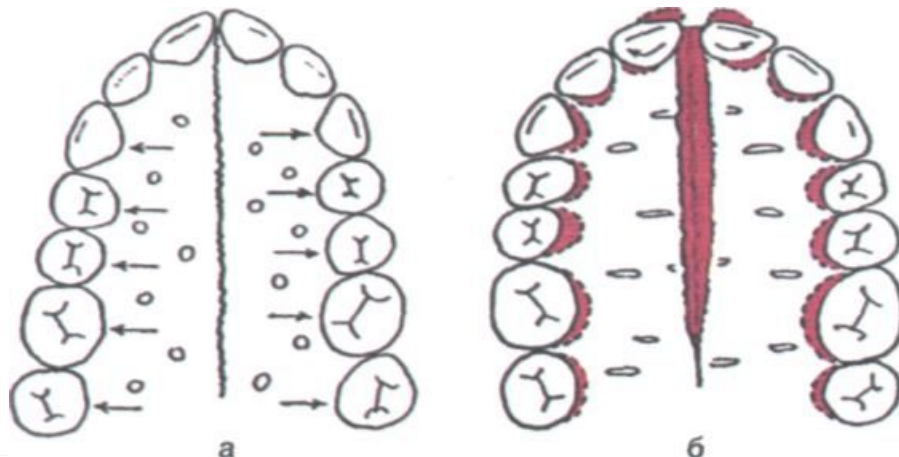
Механизм расширения верхней челюсти основан на трёх принципах (Калвелис Д.А.):

- 1) в качестве опоры для ортодонтического аппарата нередко используются боковые зубы, испытывающие нагрузку в щёчном направлении, и если эту опору не усилить за счет лин-гвальной дуги или лицевой, то будет происходить только расширение зубного ряда;
- 2) из боковых зубов должен быть создан единый блок с каждой стороны; 3) при правильном определении опорной части нагрузка передаётся на нёбный свод, кость растягивается и он становится более плоским.

Расширение лучше проводить малыми силами и медленнее, так как при применении мощных аппаратов для быстрого раскрытия нёбного шва костеобразование происходит нерегулярно и шов может приобрести ненормальную структуру (рис. 159). Расширение верхней челюсти проводится у детей и подростков, у взрослых без хирургического вмешательства это сделать трудно, так как шов становится более извилистым и плотным.

В ретенционном периоде внутренняя структура кости перестраивается путём трансформации и челюсть приобретает новую форму (рис. 158, 159).

Что касается расширения нижней челюсти, то возможности более ограничены, так как используется только один механизм, а именно за счёт вестибулярного перемещения или, точнее сказать, изменения наклона боковых зубов. Растяжение самой челюсти малоэффективно из-за массивности и полного костного сращения её половин.



# \* **БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ЗУБОВ**

В результате воздействия на зубочелюстную систему силы ортодонтического аппарата изменяется ее *анатомическое строение*.

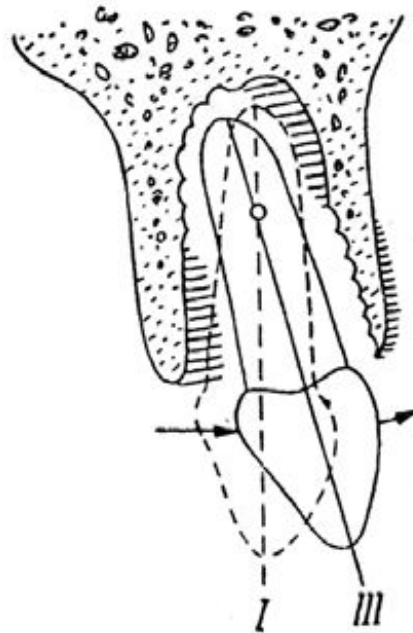
Тканевые преобразования, возникающие как ответная реакция организма, являются *биологическими проявлениями жизнедеятельности* организма.

Таким образом, сталкиваются два разных явления: действие ортодонтического аппарата и ответная биологическая реакция в форме тканевой перестройки.

# \* Изменения в КОСТНОЙ ТКАНИ

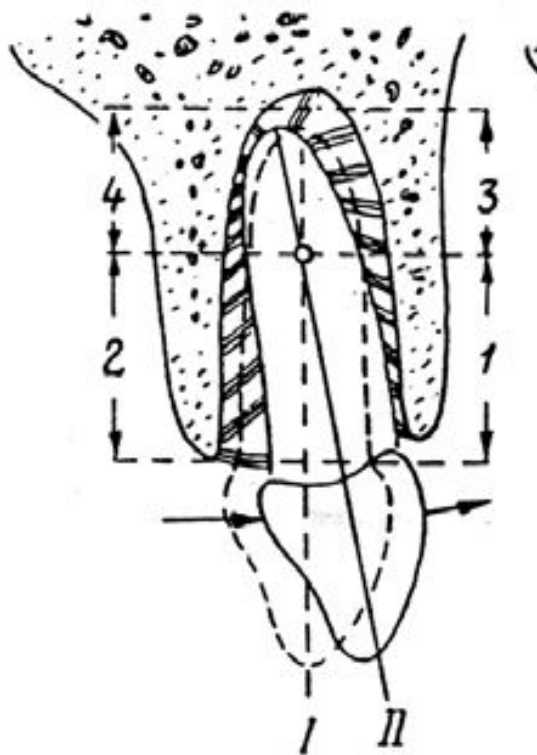
Многочисленными исследованиями было установлено, что на стороне повышенного давления имеет место резорбция кости альвеолы, а на стороне натяжения ее — аппозиционный рост

аппозиция и резорбция костной ткани.



# \* Морфологические изменения пародонта


При перемещении зубов в пародонте возникают зоны сжатия и зоны натяжения тканей.



При воздействии силы на коронку зуба происходит его наклон, в пришеечной области возникает зона сжатия, в которой периодонтальная щель сужается, с противоположной стороны — зона натяжения.

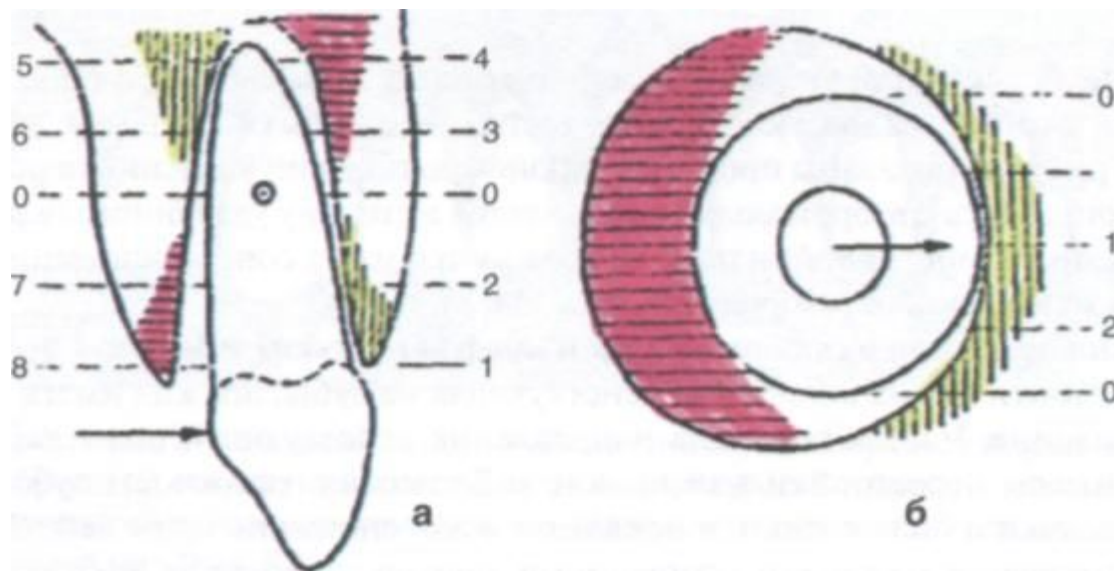
Аналогичная картина, но в противоположных направлениях наблюдается в области верхушки корня зуба. Сдавливаются кровеносные и лимфатические сосуды, периодонтальные волокна, клеточные элементы и нервные окончания.

По данным экспериментальных исследований вследствие изменения трофических процессов в течение суток в первую очередь разрушаются нервные окончания, поэтому в дальнейшем давление, оказываемое на зуб, не вызывает болезненных ощущений.



При действии ортодонтического аппарата происходит сжатие периодонтальной связки (зона давления) и ток крови уменьшается, а при растяжении (зона тяги) он поддерживается на прежнем уровне или усиливается. Последнее, в свою очередь, способствует повышению уровня кислорода и простагландина, которые стимулируют деятельность остеокластов и остеобластов, облегчая процесс перемещения зуба. При работе с ортодонтическими аппаратами практически невозможно избежать ситуации, чтобы действующая сила не приводила к полному сдавливанию кровеносных сосудов и прекращению кровообращения. В этих случаях клеточные элементы из соседних неповреждённых участков периодонта начинают через некоторое время после действия аппарата проникать в места некроза, а остеокласты резорбировать некротическую массу. Это происходит при использовании больших сил, когда, казалось бы, смещение зуба должно происходить быстрее, а на самом деле оно замедляется из-за необходимости выработки остеокластов в костном мозге и очень большой толщины резорбируемого участка. Это ещё раз подчёркивает необходимость применения малых сил и разработки методов их точного дозирования.

***Сдавление* или *натяжение* тканей должно быть таким, чтобы оно немного превышало капиллярное давление в периодонте, затрудняя ток крови и являлось причиной направленной перестройки формы лунки зуба.**



Данные гистологических исследований подтвердили высказанные Флюренсом (1847) и Тоумсом (1859) предположения о том, что при перемещении зуба с помощью небольшой постоянно действующей силы в костной ткани наблюдаются процессы резорбции и построения кости. В результате силового воздействия аппарата резорбция костной ткани происходит в лунке зуба на стороне давления корня зуба на стенку альвеолы (“зона давления”). На противоположной стороне корень зуба отдалеяется от стенки альвеолы, связка зуба натягивается (“зона тяги”), стимулируя построение новой костной ткани. Благодаря резорбции кости в зоне давления и построению ее в зоне тяги зуб перемещается в направлении действующей силы.

Гистологические препараты показывают, что при действии на коронковую часть зуба горизонтально направленной силы в случаях перемещения зубов в направлении неба, преддверия полости рта, мезиально или дистально в пародонте возникают зоны давления и натяжения.

На стороне давления периодонтальная щель сужается, на стороне натяжения - расширяется. Если происходит корпусное, поступательное перемещение зуба, т.е. когда коронка и корень зуба перемещаются в одном и том же направлении, без наклона в какую-либо сторону, то зоны давления и натяжения формируются на противоположных сторонах лунки (рис. 2.1).

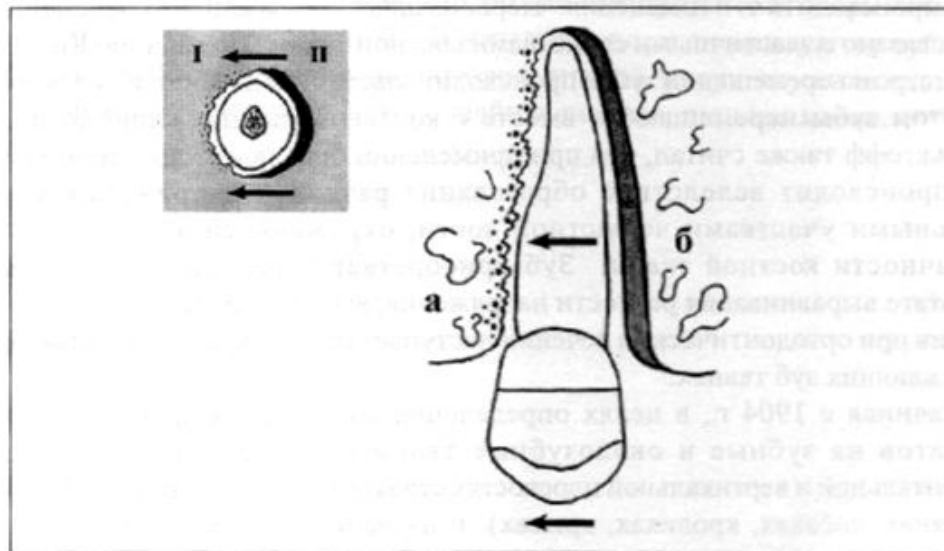


Рис. 2.1. Зоны давления (а) и натяжения (б) при корпусном горизонтальном перемещении зуба. Резорбция (I) и построение (II) новой костной ткани.



# \* Изменения в пульпе зуба

В пульпе зуба во время активного действия аппаратов отмечается резкая гиперемия, сетчатая атрофия, слой одонтобластов вакуолизирован.



# \*ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время для управления процессом ортодонтического лечения необходимо знание принципов *биомеханики*.

Значительное повышение эффективности достигается при применении принципов биомеханики на практике, это позволяет разработать индивидуальный план, сократить время лечения и получить более предсказуемый результат.

Оптимальным является применение дозированных нагрузок, не превышающих фиксирующую способность пародонта перемещаемых зубов (Иванов Л. П., 1990). При нарушении динамического равновесия между применяемой нагрузкой и реакцией пародонта процессы резорбции приводят к необратимым изменениям в тканях пародонта, расшатыванию зубов (Щербакова Э. В., 1999; Тугарин В. А., Персии Л. С., 1996; Митке Р. Р., 2004; Dargee F., 1992). Показано, что при отсутствии ретенционного периода возникали рецидивы, процессы перестройки в тканях пародонта становились неуправляемыми и непредсказуемыми (Оспанова Г. Б., 2004; Филимонова

# \* СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ❖ Нанда, Р. Биомеханика и эстетика в клинической ортодонтии/ Р. Нанда.-М.: МЕДпресс-информ, 2009.-388с
- ❖ Хорошилкина Ф.Я. - Руководство по ортодонтии/Под ред. Ф. Я. Хорошилкиной. —2-е изд., перераб. и доп. —М.: Медицина, 1999. —800 с:
- ❖ Персин Л.С. - Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстно-лицевых аномалий и деформаций : учебник / Л. С. Персин [и др.]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 640 с
- ❖ Аболмасов Н.Г., Аболмасов Н.Н. - Ортодонтия/ Н.Г. Аболмасов, Н.Н. Аболмасов// Учебн. пособие. - М.: МЕДпресс-информ, 2008. - 424 с
- ❖ Куцевляк В.И. - Ортодонтия: Учебное пособие для студентов стом. ф-та, врачей-интернов / В. И. Куцевляк, А. В. Самсонов, С.А. Скляр/ под ред. В. И. Куцевляка.— Харьков: ХГМУ, 2005- 264 с.

**БЛАГОДАРИМ ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

