

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Красноярский государственный медицинский  
университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Кафедра стоматологии ИПО

# Биомеханика в ортодонтии и тканевая перестройка при ортодонтическом лечении

Выполнила ординатор  
Кафедры стоматологии ИПО  
по специальности «Ортодонтия»  
Петренко Анастасия Сергеевна  
Рецензент к.м.н., доцент  
Дуж Анатолий Николаевич

Красноярск 2023

# Цели

- Изучить биомеханический подход к исследованию движения зуба и тканевую перестройку при ортодонтическом лечении

# Задачи

- Анализ ортодонтического движения зуба в частных случаях
- Определить оптимальную ортодонтическую нагрузку на ткани зубочелюстной системы

# Сведения об анатомии зубочелюстной системы человека

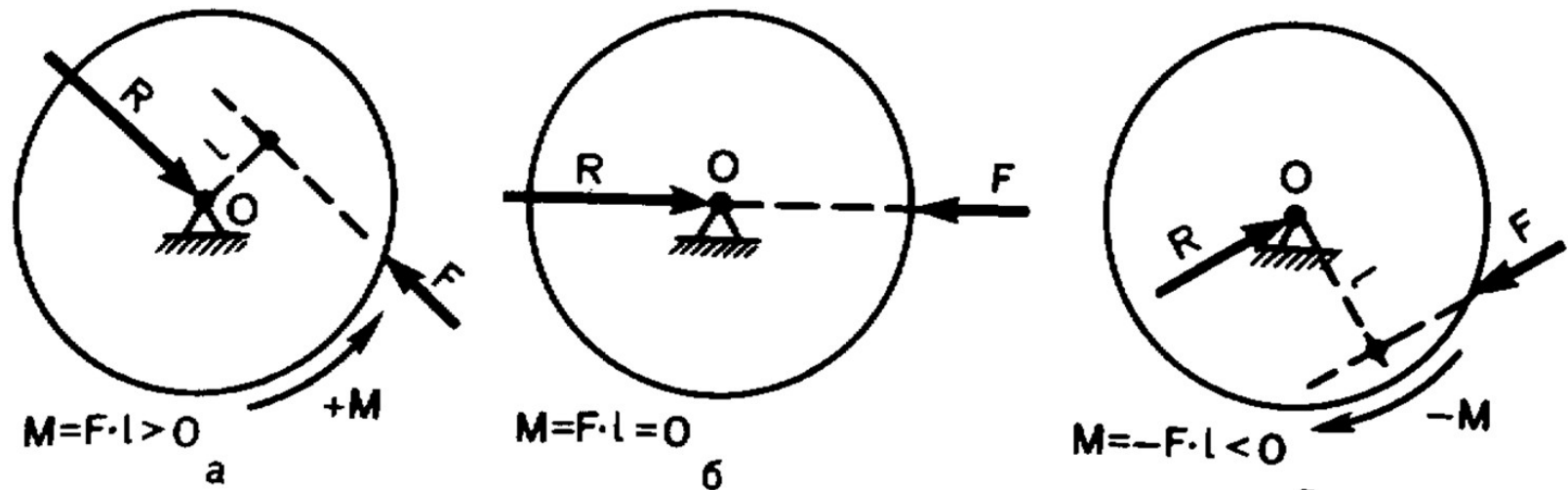
- **Зубочелюстная система** – это сложная многоуровневая система, в которую входят такие подсистемы как зубы, периодонт, челюсти, язык, слюнные железы, мышцы, суставы, височно-нижнечелюстной диск
- **Зубы** – это твердые образования, располагающиеся в альвеолярных отростках челюстей и являющиеся составной частью жевательно-речевого аппарата. Они участвуют в пережевывании пищи, образовании речи и голоса дыхании.
- **Периодонт** (или периодонтальная связка) – это совокупность тканей, таких как пучки коллагеновых волокон, между которыми находятся основное вещество соединительной ткани, кровеносные и лимфатические сосуды, нервные волокна, клеточные элементы (фибробласты, гистиоциты, остеобласты, остеокласты и др.). Периодонт находится между стенкой костной лунки и корнем зуба. Его ширина может варьироваться в пределах от 0,15 до 0,35 мм

# Биомеханика ортодонтического перемещения зубов

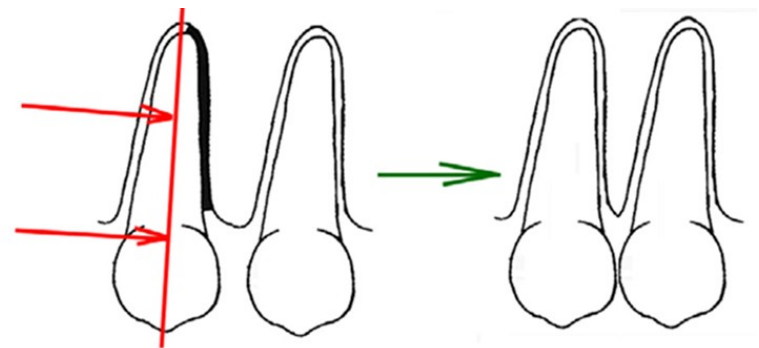
- При ортодонтическом лечении возникает необходимость перемещать зубы, зубные ряды, стимулировать или сдерживать рост апикальных базисов челюстей, челюстных костей.
- Конечной целью эффективного ортодонтического лечения являются улучшение эстетики лица, гармоничность его развития, а также создание идеальной окклюзии зубных рядов для данного пациента, что должно привести к оптимальному функционированию зубочелюстной системы.

- В основе ортодонтического лечения лежит перемещение зуба под действием различных сил.
- Очень часто при проведении ортодонтического лечения возникает необходимость в перемещении одного или нескольких зубов, причем это может осуществляться в одном направлении (сагиттальном, вертикальном, трансверсальном), а также в двух или трех направлениях одновременно

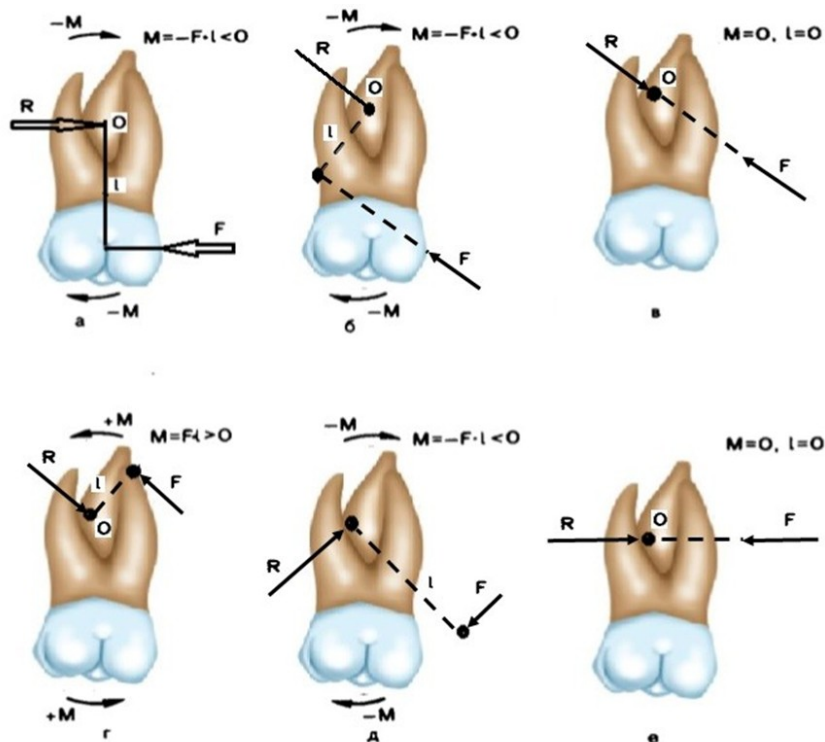
- Очень часто при проведении ортодонтического лечения возникает необходимость в перемещении одного или нескольких зубов, причем это может осуществляться в одном направлении (сагиттальном, вертикальном, трансверсальном), а также в двух или трех направлениях одновременно
- Направление активной (F) и реактивной (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



# Виды воздействия активной силы на верхний первый постоянный моляр



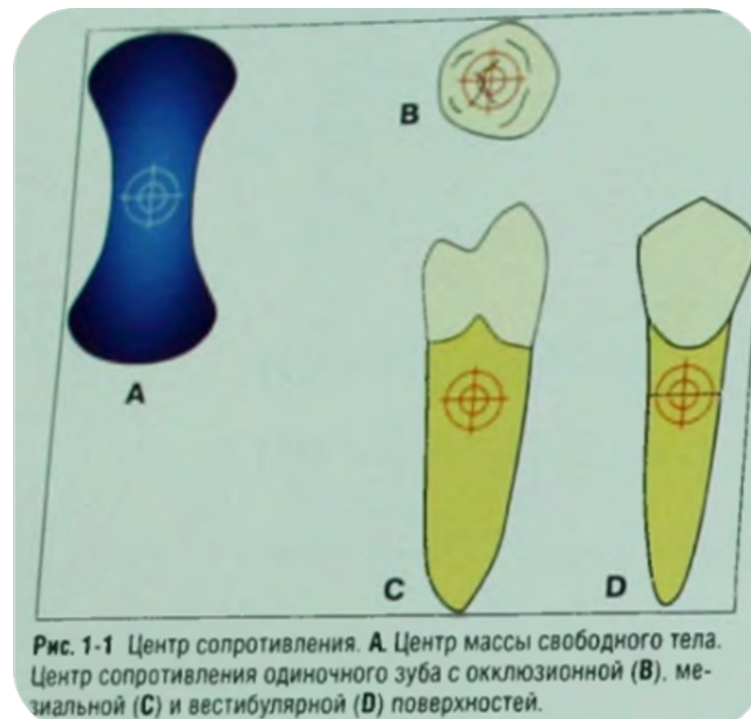
- **O** — центр вращения зуба;
- **F** — активная (действующая) сила; **R** — реактивная (противодействующая) сила; **L** — длина перпендикуляра, опущенного из центра вращения зуба на линию действия силы **F**;
- **M** — момент вращения (прямыми стрелками обозначено направление силы, вызывающей поступательное 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 расположения центра сопротивления 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.

- 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.

- Один из главных принципов биомеханики, использующийся в ортодонтии, — **концепция центра сопротивления**
  - Каждое свободное тело имеет точку, называемую центром масс. Если равнодействующая всех сил, приложенных к свободному телу, имеет линию действия, проходящую через центр масс, то тело перемещается вдоль этой линии поступательно без вращения.
  - Однако зубы представляют дополнительную сложность, так как они не являются свободными телами, а закреплены неравномерно окружающим их периодонтом.
- В случае тела, перемещения которого ограничены, стоматологи используют точку, аналогичную центру масс, — центр сопротивления.



# Локализация центра сопротивления зуба зависит от:

- длины и морфологии его корня
- количества корней
- количества поддерживающей костной ткани.

- Результаты ортодонтического лечения зависят от правильного применения ортодонтических приемов, вызывающих целенаправленные тканевые преобразования. Характер и темпы тканевых преобразований зависят от степени и характера сдавливания периодонта.
- Процессы тканевых преобразований, как новообразование костной ткани, так и резорбция, являются активными биологическими процессами и могут протекать только в жизнеспособных условиях и, в первую очередь, при соответствующем кровоснабжении под нервной регуляцией.

# 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 A.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 A.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 A.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.

**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.

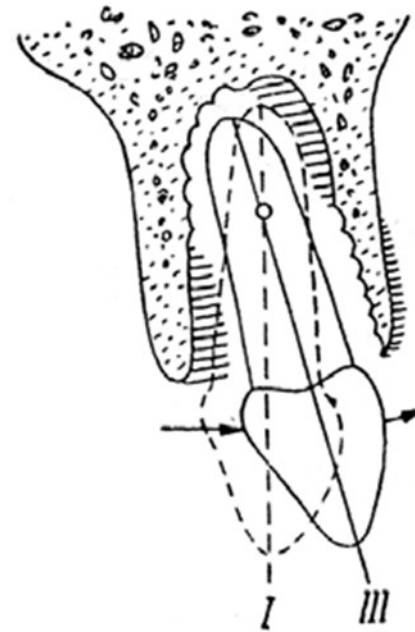
При пониженной же реактивности уже незначительная нагрузка может привести к патологической подвижности зубов, как, например, при пародонтитах, когда процессы резорбции кости и её восстановления не уравновешены.

## БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ЗУБОВ

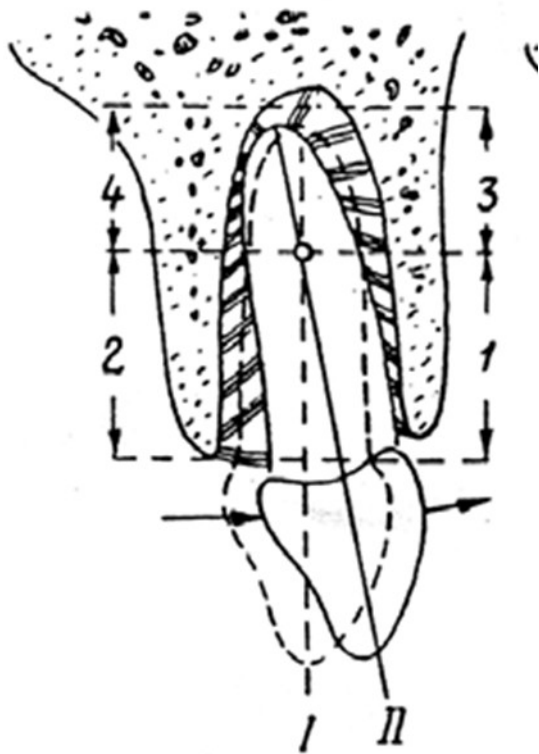
- В результате воздействия на зубочелюстную систему силы ортодонтического аппарата изменяется ее анатомическое строение.
- Тканевые преобразования, возникающие как ответная реакция организма, являются биологическими проявлениями жизнедеятельности организма.
- Таким образом, сталкиваются два разных явления: 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 **сдавления** и зоны **натяжения** тканей

При воздействии силы на коронку зуба происходит его наклон, в пришеечной области возникает зона сдавления, 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.

# Вывод:

- В настоящее время для управления процессом ортодонтического лечения необходимо знание принципов биомеханики
- Ортодонтическое лечение не является ни вредным, ни опасным при условии, если вызванные тканевые изменения находятся в пределах целесообразности и восстановительной способности организма.
- Если организм обладает достаточной восстановительной способностью, наступает если не полное анатомическое, то в большинстве случаев функциональное восстановление.

Оптимальным является применение дозированных нагрузок, не превышающих фиксирующую способность пародонта перемещаемых зубов

# 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. Складар/ под ред. В. И. Куцевляка.— Харьков: ХГМУ, 2005- 264 с.

- Спасибо за внимание!