



BIOMEKANIKA

Drg. Evie Lamtiur Pakpahan, Sp. Ort

[Ravindra Nanda :]

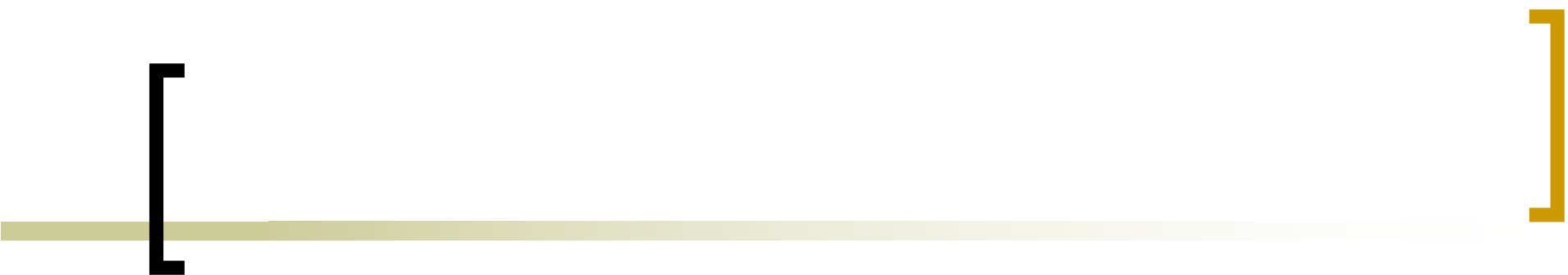
- Pergerakan gigi terjadi karena adanya aplikasi gaya pada gigi.
- Alat ortodonti yang dipilih, dipasang dan diaktivasi menghasilkan gaya ini.
- Pengetahuan tentang prinsip mekanik yang mengatur gaya perlu untuk kontrol perawatan ortodonti.
- Dasar dari perawatan ortodonti adalah aplikasi klinis dari konsep biomekanik

Beberapa istilah yang perlu dipahami pada Biomenika Ortodonti

1. Gaya (Force)
2. Center of Resistance
3. Moment
4. Couple
5. Center of Rotasi

[Gaya (Force)]

- Gaya → beban yang diberikan pada suatu obyek/benda, yg cenderung akan menggerakkan benda tsb ke posisi yg berbeda.
- $F = ma$ (massa x acceleration)
- Satuannya Newton (gram x millimeters/second)
- Gram sering disubstitusi dengan Newton, karena kontribusi dari akselerasi (m/s^2) terhadap besarnya gaya secara klinikal tidak relevan (Nanda)



Gaya dalam ortodonti dapat dihasilkan dari beberapa cara:

- *Deflection of wire*
- Spring aktivasi
- Elastik

Merupakan cara yang paling sering



Gaya → tekanan & tarikan

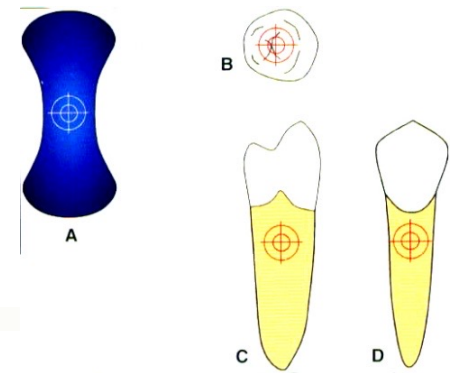
Gigi → diberi tekanan → akan bergerak dan menjauhi tekanan tersebut (searah dgn arah tekanan)

Contoh :

tekanan pada gigi insisif dari arah labial ke palatal → gigi akan bergerak ke palatal

Bila tekanan berlangsung terus-menerus → insisif akan bergerak terus selama tidak ada yang menghalangi (gigi tetangga atau gigi antagonis atau plat akrilik)

Center of Resistance

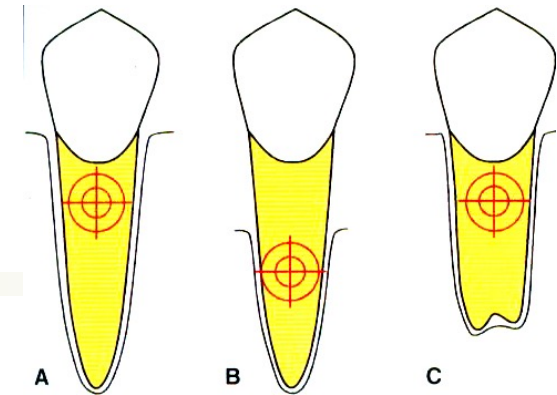


Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

- Setiap benda mempunyai **center of mass**.
Titik dimana gaya yg melalui titik ini
→ benda bebas akan bergerak lurus tanpa ada rotasi.
Center of mass adalah “balance point”.
- **Center of resistance**
analog dengan center of mass pada benda yg tidak bebas.
equivalent dengan “balance point”
Contoh : gigi didalam sistem periodontal support
bukanlah benda bebas.

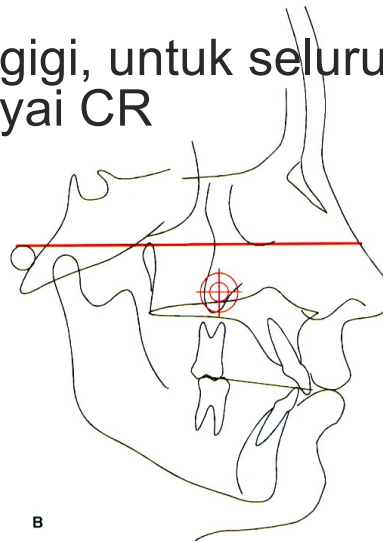
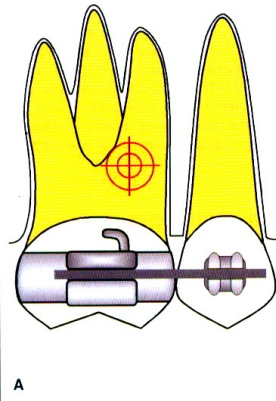


- CR pada gigi tergantung panjang akar dan morphologi, jumlah akar, dan tinggi tulang alveolar

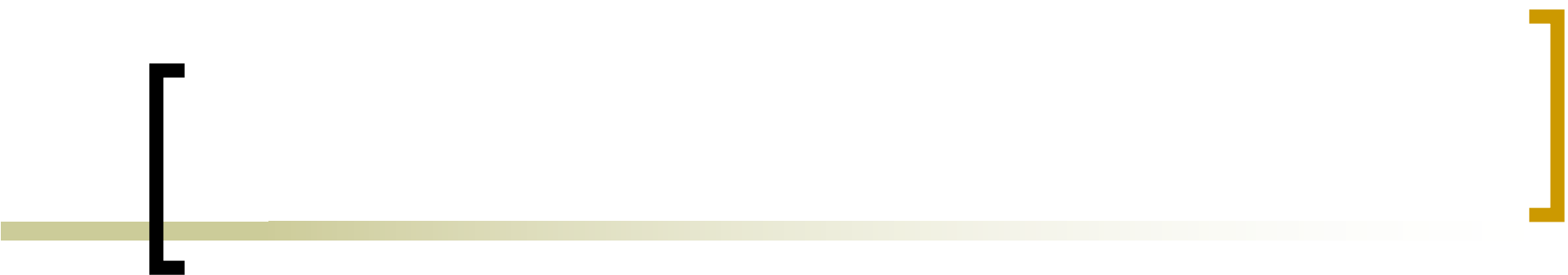


Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

- CR untuk gigi tidak mudah diidentifikasi, tetapi pada gigi akar tunggal dengan tinggi tulang alveolar N terletak pada $\frac{1}{4}$ s/d $\frac{1}{3}$ jarak CEJ dengan apeks akar. (Nanda)
- Berdasarkan Profit letak Center of Resistance $\pm \frac{1}{2}$ dari jarak ujung akar – crest of alveolar
- Untuk beberapa gigi, untuk seluruh gigi, dan rahang \rightarrow masing-masing mempunyai CR



Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

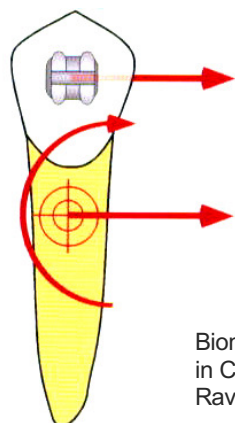
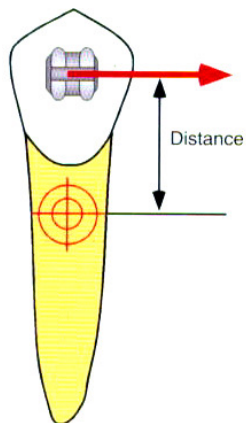
- 
- **Optimum Force** untuk pergerakan gigi harus cukup hanya untuk menstimulasi aktivitas selular tanpa menekan seluruh pembuluh darah. (Profit)
 - Distribusi gaya pada PDL menghasilkan tekanan yang berbeda pada macam-macam pergerakan gigi.
Oleh karena itu penting untuk mengetahui tipe pergerakan gigi dan besarnya gaya (optimum force)

■ **Optimum force dari Pergerakan gigi :**

<u>Type pergerakan gigi</u>	<u>Force (gm)</u>
Tipping	35 – 60
Bodily (translation)	70 – 120
Root uprighting	50 – 100
Rotasi	35 – 60
Ekstrusi	35 – 60
Intrusi	10 – 20

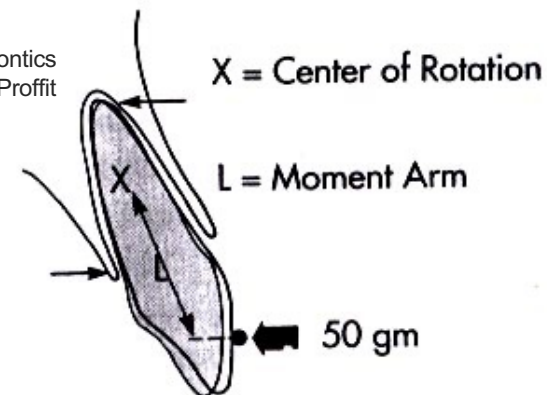
Moment of Force

- Gaya yg bekerja pada jarak tertentu.
Momen = gaya x jarak dr ttk pemberian gaya ke center of resistance (berupa garis lurus)
- Orthodontic force biasanya diaplikasi pada mahkota gigi (tidak melalui center of resistance) sehingga gigi tidak bergerak linear. (gigi rotasi)
- Satuannya (Newton–milimeters) (gram-millimeters)
- Jika garis aksi dari suatu gaya tidak melalui pusat pertahanan (CR), maka tercipta suatu momen.

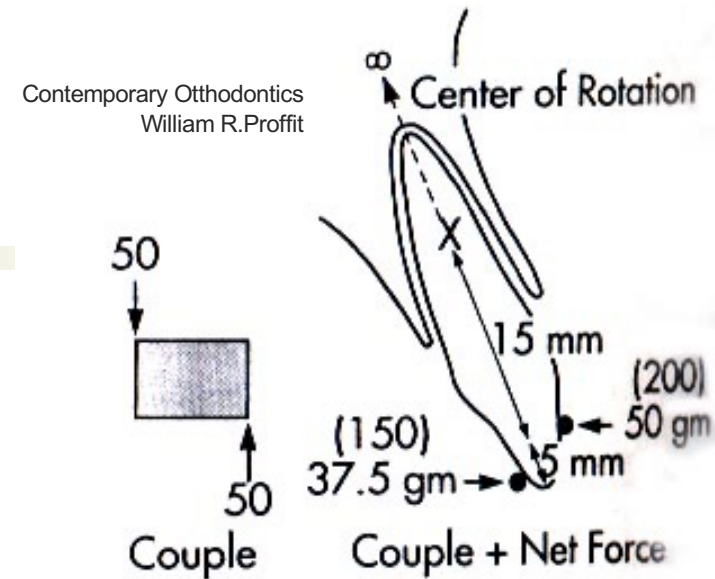


Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

Contemporary Orthodontics
William R. Proffit



Couple



- 2 gaya yg sama besar dan berlawanan arah.
 - Kopel akan menghasilkan rotasi murni, karena memutar obyek disekitar pusat pertahanannya (CR)
- sementara adanya kombinasi gaya dan kopel dapat merubah cara suatu obyek berotasi pada saat obyek tersebut bergerak.

Center of Rotasi

- Titik pusat rotasi (suatu titik yg tidak bergerak) jika obyek itu digerakkan.
- pusat rotasi dapat dikontrol dan letaknya dapat dipengaruhi, jika **suatu gaya** dan **suatu kopel** diberikan pada suatu obyek.

[Macam Pergerakan Gigi]

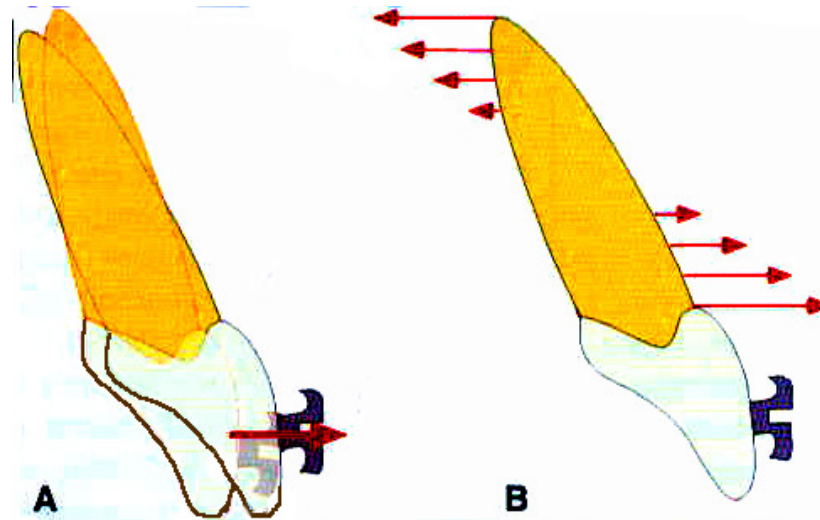
- Tipping : kontrol tipping & unkontrol tipping
- Bodily
- Torque
- Rotasi (Nanda)
- Ekstrusi & Intrusi (profit)

1. Tipping Movement

- Merupakan pergerakan orto yang paling sederhana
- dimana pergerakan mahkota lebih banyak daripada akar
- Center of rotasi dari pergerakan lebih ke apikal dari center of resistance
- Tipping dikalsifikasi berdasarkan lokasi dari center of rotasi menjadi :
 - Unkontrol Tipping
 - Kontrol Tipping

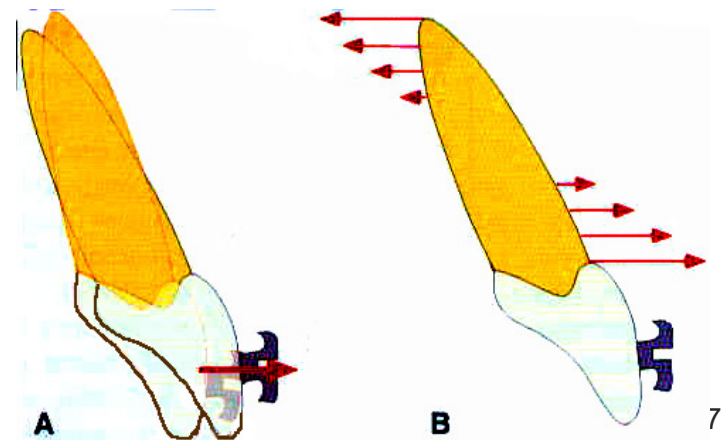
Unkontrol Tipping

- Center of rotasi terletak diantara CR & akar gigi
- Ujung akar dengan mahkota bergerak kearah berlawanan



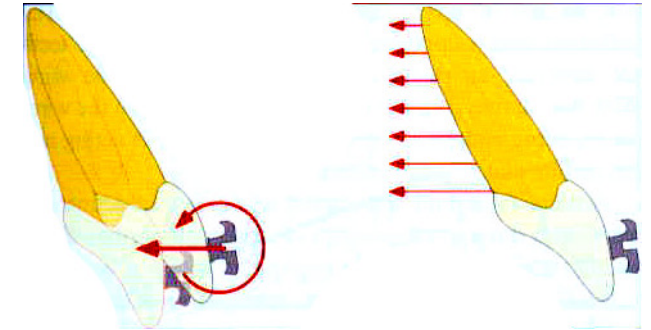
Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

- Tekanan maksimum pd PDL → alveolar crest dan apeks akar
Tekanan berkurang pada daerah yg makin mengarah center of resistance, dan plg minimum pada titik tsb.
- Tipping → hanya ½ daerah pada PDL yg tertekan
- Untuk koreksi MO Class II div. 2 dan Class III (dimana insisif perlu di flare)



Kontrol Tipping

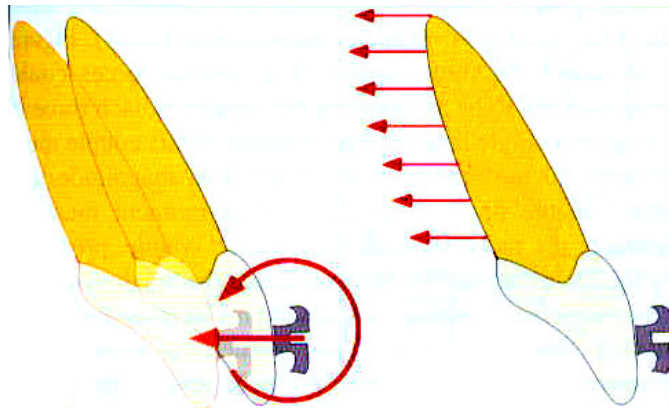
- Mahkota lebih banyak bergerak dibanding ujung akar gigi
- Center of rotasi terletak pada ujung akar gigi
- Pola tekanan yang dihasilkan pada PDL → minimum pada apeks dan maksimal di regio servikal gigi.
- Biasanya untuk perawatan gigi yang protusif
- Dibutuhkan moment couple untuk memperahankan apeks akar



Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

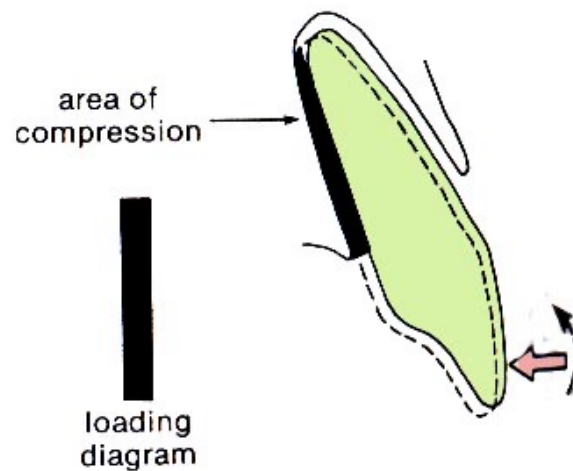
2. Bodily Movement/Translation

Mahkota dan akar bergeser ke arah yang sama

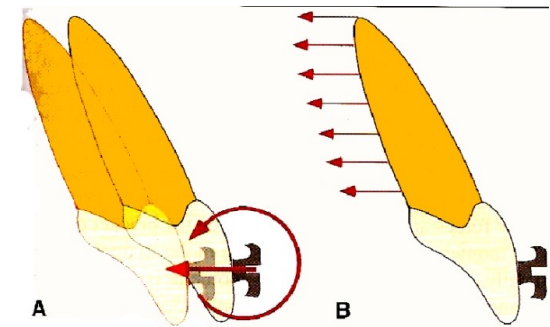


Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

- Jika 2 gaya bekerja secara simultan pada mahkota gigi, maka gigi dapat bergerak secara bodily (translasi), dimana akar dan mahkota bergerak ke arah dan besar yg sama.
(dibutuhkan force & moment couple dgn gaya yg > besar)



Contemporary Orthodontics
William R. Proffit

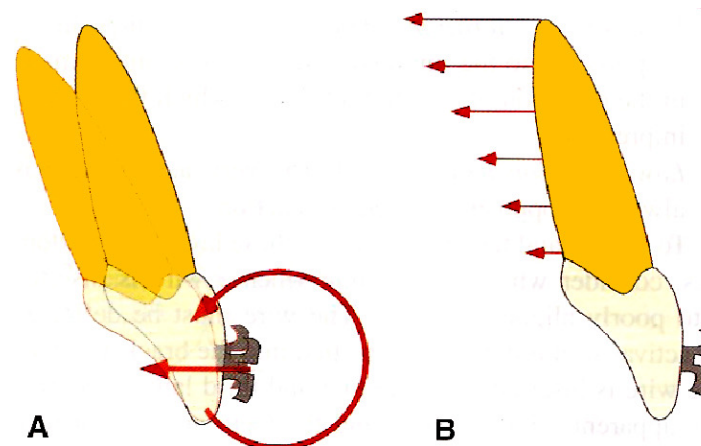


Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda

- Daerah PDL mengalami tekanan yg sama besarnya dari alveolar crest sampai apeks.

3. Torque (Pergerakan Akar)

- Merubah inklinasi aksial gigi dgn menggerakkan apeks akar sedangkan mahkota tdk bergerak
- Center of rotasi terletak pada incisal edge atau bracket
- Diperlukan aplikasi couple yg lebih besar

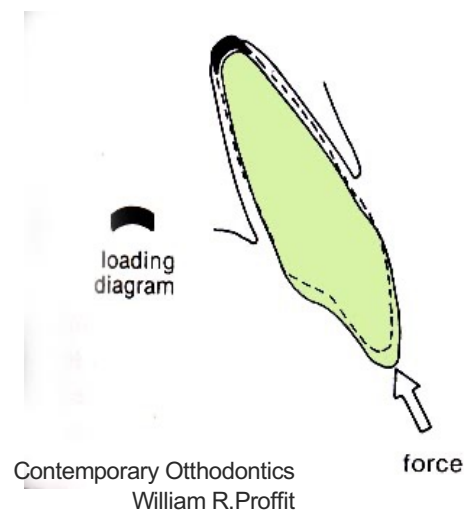


4. Rotasi

- Rotasi murni memerlukan couple
- Gaya yg tidak melalui CR → rotasi
- Merupakan pergerakan yang paling dibutuhkan.

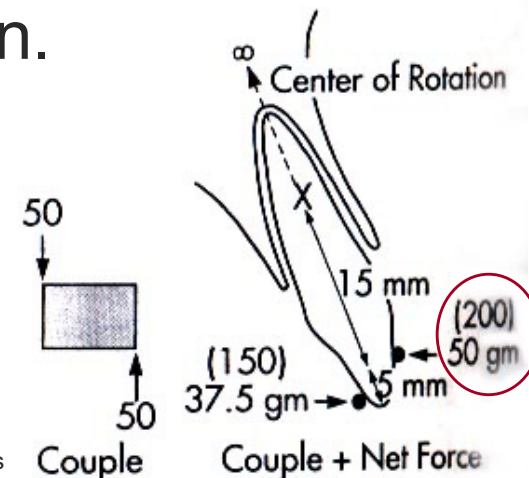
5. Ekstrusi dan Intrusi

- Gerak Ekstrusi tidak menghasilkan daerah tekanan, hanya daerah regangan saja.
- Pada intrusi gigi digunakan gaya yg sangat ringan, karena gaya yg diberikan akan terkonsentrasi pada area kecil di ujung akar

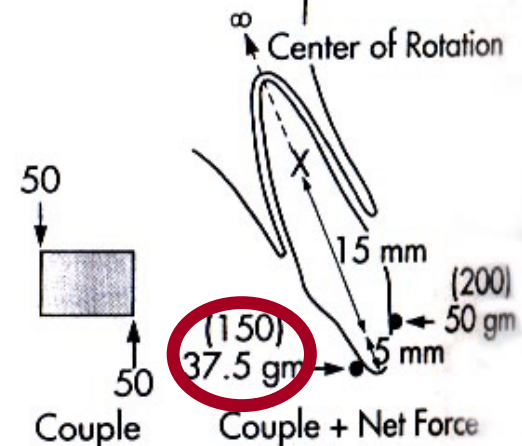


Force, Moment dan Couple pada pergerakan gigi

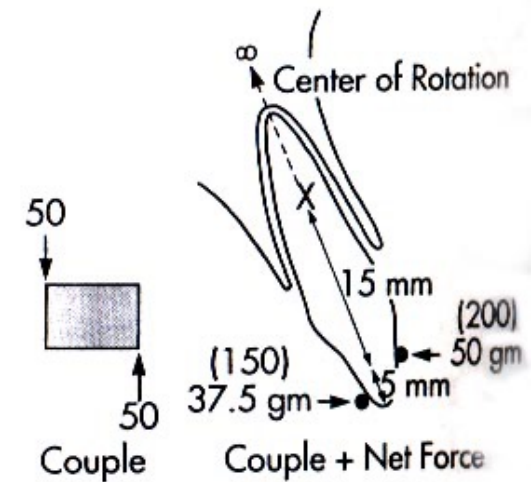
- Contoh: maxillary central incisif
 - Jika gaya tunggal (50gm) diaplikasi pada mahkota gigi akan menghasilkan moment 750 gm-mm
- Hasil pergerakan: mahkota lebih teretraksi, bahkan akar akan bergerak berlawanan.



- Jika diperlukan pergerakan dimana inklinasi gigi dipertahankan saat retraksi, caranya:
 1. Meletakkan gaya pada CR (tdk mungkin) atau meletakkan gaya mendekati CR (sulit)
 2. Mengontrol atau mengeleminasi efek tipping dgn menciptakan moment kedua yg berlawanan arah.



- Jika moment kedua dapat diciptakan sama besarnya dengan moment yang dihasilkan gaya yang diaplikasi → gigi akan bergerak bodily.
- Jika 50 gm gaya diaplikasi pada titik di labial gigi 15 mm ke CR. → 750 gm akan menghasilkan tipping.
- Untuk mendapatkan gerak bodily diperlukan moment yang sama besar dan berlawanan arah, yaitu dengan mengaplikasi 37.5 gm menekan incisal edge dari arah yg berlawanan pada jarak 20 mm dr CR. → akan menghasilkan gaya 750 gm mm dari arah yang berlawanan. Tercipta gaya 12.5 gm untuk bergerak kelingual. (terlalu kecil utk pergerakan gigi) untuk menghasilkan 50 gm effective movement diperlukan gaya 200 gm dan 150 gm
- Untuk menghasilkan gaya sebesar ini dengan alat removable sangat sulit.

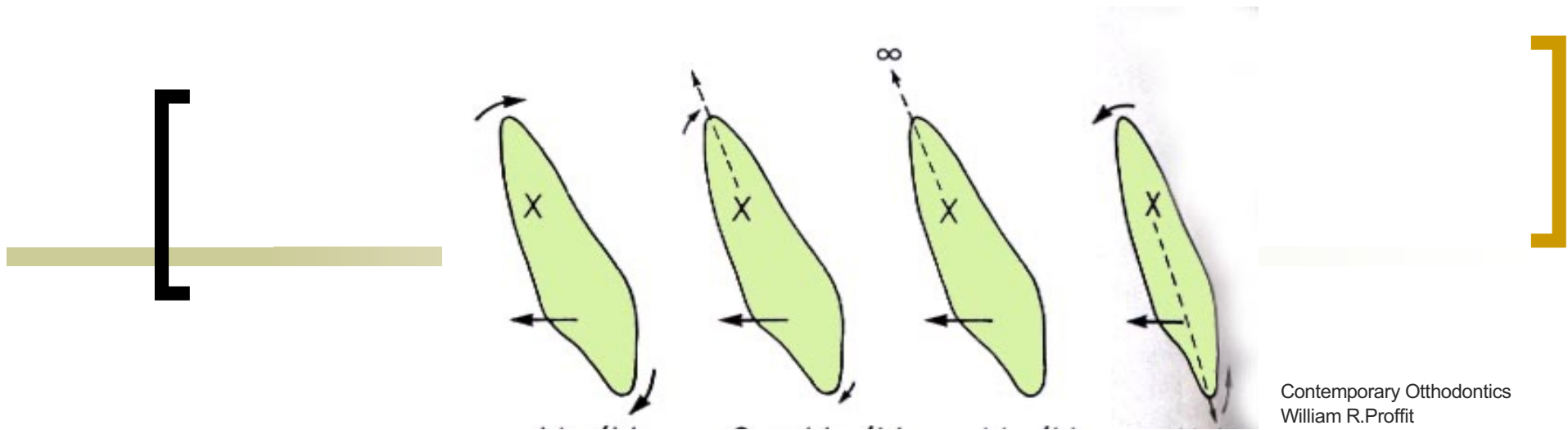


Contemporary Orthodontics
William R. Proffit

Ratio Momen-Force dan kontrol posisi akar

- Untuk kontrol posisi akar selama pergerakan membutuhkan:
 1. gaya utk menggerakkan gigi kearah yg diinginkan dan
 2. couple untuk menghasilkan counterbalancing momen.

Gaya Counterbalancing harus lebih besar dari gaya utk menggerak gigi untuk mencegah pergerakan tipping. (Profit)

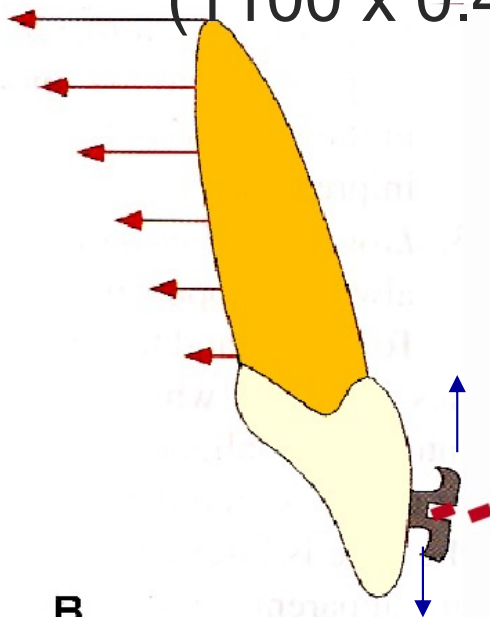


- Untuk mengetahui bagaimana akar gigi bergerak dengan melihat perbandingan ratio antara moment gaya (MF) dan moment couple (MC) → momen couple counterbalancing di dalam bracket.

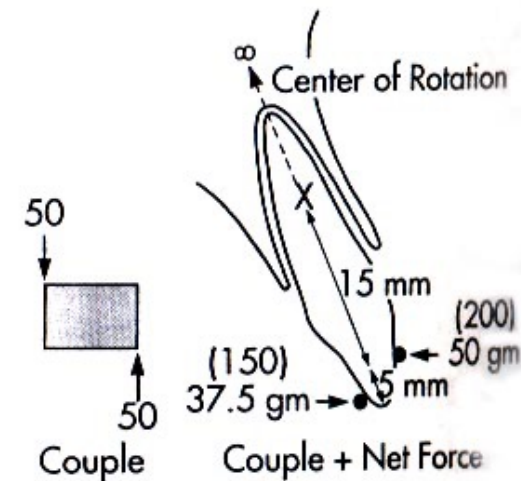
Perbandingan Mc-MF

1. Uncontrol tipping	0:1 - 5 : 1
2. Kontrol tipping	7 : 1
3. Translasi (Bodily)	8-10 : 1 (10)
4. Pergerakan akar (Torque)	>10 : 1 (>12)

- Jika 50 gm digunakan untuk meretraksi insicif, Jarak ke CR 10 mm, dihasilkan 500 gm-mm moment untuk bergerak ke lingual.
- Untuk menghasilkan moment couple pada bracket yang lebarnya 0.45 mm dibutuhkan gaya 1100gm (1100×0.45) ~ 500 gm-mm



Biomechanics and Esthetic Strategies
in Clinical Orthodontics,
Ravindra Nanda



Contemporary Orthodontics
William R. Proffit

Macam Tekanan Ortodonti

1. Tekanan terus-menerus
(continuous force)
→ tekanan yang stabil terus-menerus & masih terdapat gaya pd masa reaktivasi.
Contoh : elastik, pegas ulir, pegas pada alat cekat.
2. Interrupted
gaya menjadi nol diantara aktivasi
3. Tekanan terputus-putus (intermittent force)
Gaya menjadi “0” saat alat dilepas, dan efek pegasnya akan berkurang setelah waktu tertentu
Contoh : penggunaan alat lepasan

Klasifikasi Tekanan Ortodonti

- **Derajat 1 reaksi biologis**

Tekanan sangat ringan & waktu sangat singkat → tidak menimbulkan reaksi

- **Derajat 2 reaksi biologis**

Tekanan > tekanan no.1 tapi tetap ringan dan tidak melampaui tekanan p.d kapiler

→ dpt menggeser gigi tanpa menyebabkan kerusakan pada jar. periodontal, tulang alveolar atau akar gigi

Besar tekanan : 20-25gr/cm²

Merupakan jenis tekanan yg paling ideal



- **Derajat 3 reaksi biologis**

Tekanan yg lebih besar dari tekanan no. 2 dan melampaui tekanan p.d

Menyebabkan kerusakan karena mendorong sebagian besar jar. periodontal → sehingga terjepit dan fungsi utk membentuk osteoklas dan melakukan resorpsi dan aposisi berkurang

Jar. Periodontal → masih bisa sehat

kembali/reorganisasi → asalkan tekanan tidak terus menerus/intermitten



- **Derajat 4 reaksi biologis**

Tekanan yg sangat besar → sehingga seluruh jar. Periodontal terjepit & tdk berfungsi sama sekali → sehingga proses resorpsi dan aposisi tidak bisa berjalan & dapat menyebabkan nekrosis.

Tekanan ini dapat mengakibatkan :

Rasa sakit, nekrosis, resorpsi cementum, ankilosis

Daftar Pustaka

- 1. **Comtemporary Orthodontics**
William R. Proffit, with Henry W. Fields
- 2. **Biomechanics and Esthetic**
Strategies in Clinical Orthodontics
Ravindra Nanda
- 3. **Handbook of Orthodontics**
Moyers