



BIOMEKANIKA GAYA PADA TUBUH MANUSIA

BY NURUL QOMARIYAH



Biomekanika



- Biomekanika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material dan peralatan dengan tujuan untuk meminimumkan keluhan pada sistem kerangka otot agar produktivitas kerja dapat meningkat.
- Pendekatan biomekanika □ tubuh manusia sebagai suatu sistem yang terdiri dari elemen-elemen yang saling berkait dan terhubung satu sama lain, melalui sendi-sendi dan jaringan otot yang ada.
- **Prinsip-prinsip fisika digunakan untuk menyatakan tegangan mekanik pada tubuh dan gaya otot yang diperlukan untuk membagi tegangan-tegangan tersebut.**

Keseimbangan

- Keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan kesetimbangan tubuh ketika di tempatkan di berbagai posisi
 - keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan tubuh dalam posisi kesetimbangan maupun dalam keadaan statik atau dinamik, serta menggunakan aktivitas otot yang minimal.
 - Keseimbangan juga bisa diartikan sebagai kemampuan relatif untuk mengontrol pusat massa tubuh (*center of mass*) atau pusat gravitasi (*center of gravity*) terhadap bidang tumpu (*base of support*).
-

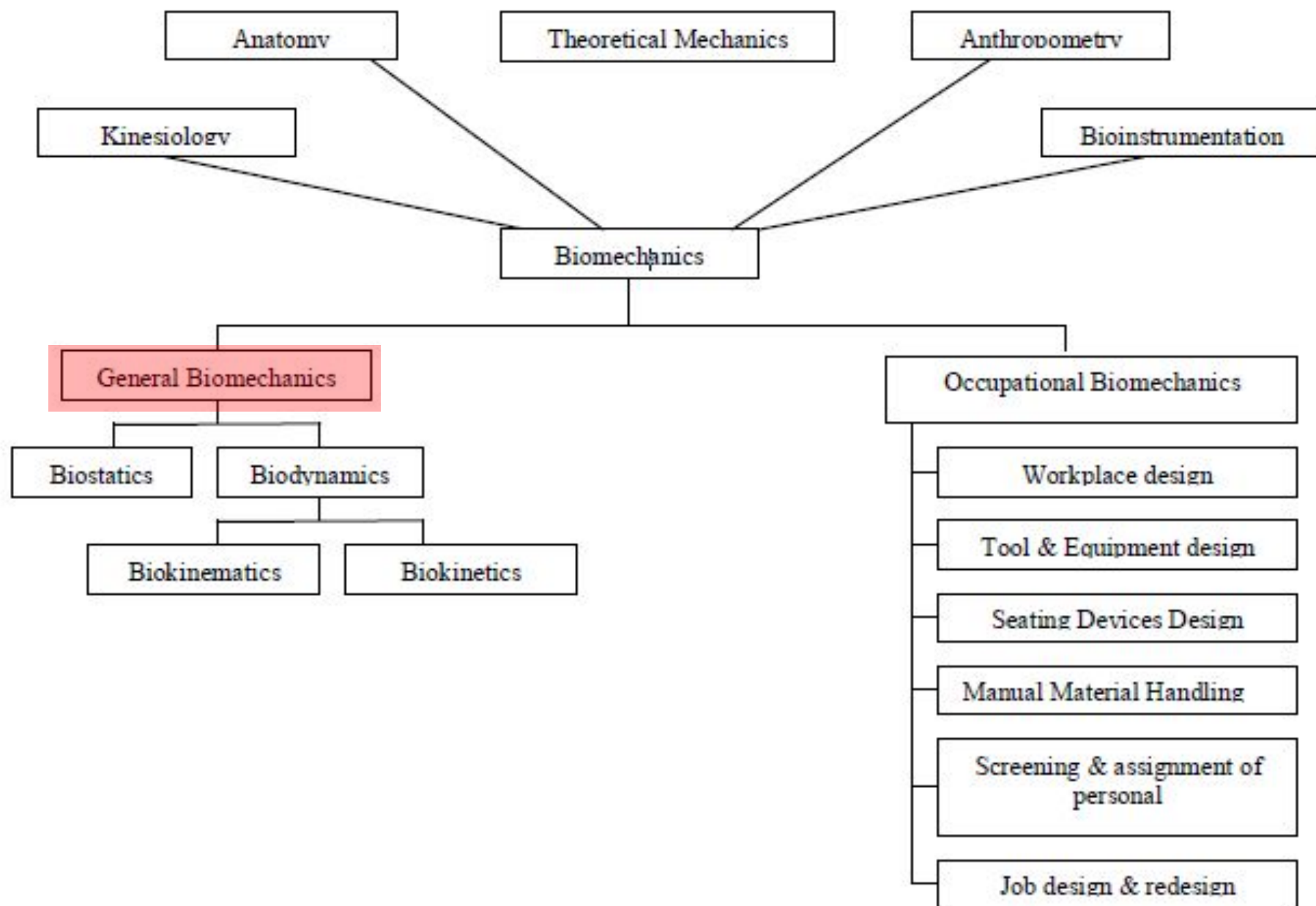


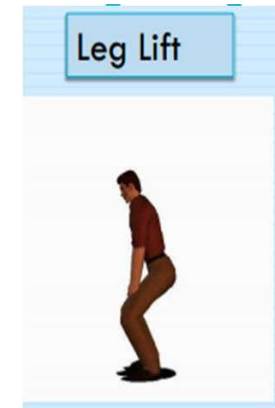
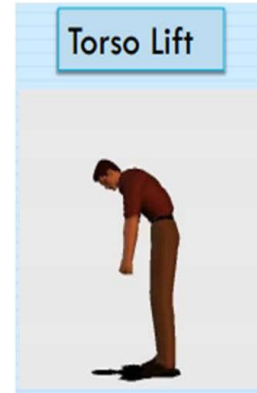
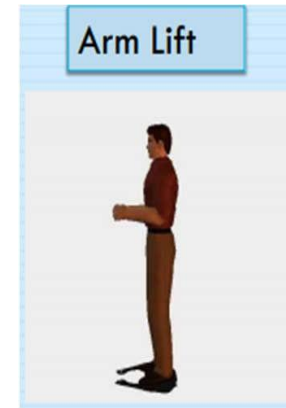
Figure 1.1 Biomechanics Science Diagram (Contini dan Drill, 1966)

BIOMECHANICS

- ◎ **General Biomechanics** : ilmu yang mempelajari hukum dan konsep dasar yang mempengaruhi tubuh organik manusia dalam posisi diam maupun bergerak

Biostatics : menganalisis pada posisi diam, atau bergerak pada garis lurus dengan kecepatan seragam (uniform). **Biodinamics** : gambaran gerakan-gerakan tubuh tanpa mempertimbangkan gaya yang terjadi (kinematik) dan gerakan yang disebabkan gaya yang bekerja dalam tubuh (kinetik)

Biodynamics



Biostatics



BIOMECHANICS

- © *Occupational Biomechanics* : ilmu yang mempelajari hubungan antar pekerja dan peralatannya, lingkungan kerja dan lain-lain untuk meningkatkan performansi kerja dan meminimasi kemungkinan cedera



PENDEKATAN BIOMEKANIKA

- ◎ Tubuh manusia sebagai suatu sistem yang terdiri dari elemen-elemen yang saling berkaitan dan terhubung satu sama lain, melalui sendi-sendi dan jaringan otot yang ada
- ◎ Struktur Tubuh Manusia: TULANG (BONES), SAMBUNGAN (JOINTS) / JARINGAN PENGHUBUNG (CONNECTIVE TISSUE), OTOT (MUSCLE)
- ◎ Prinsip-prinsip fisika digunakan untuk menyatakan tegangan mekanik pada tubuh dan gaya otot yang diperlukan untuk membagi tegangan-tegangan tersebut.

Struktur Tubuh Manusia



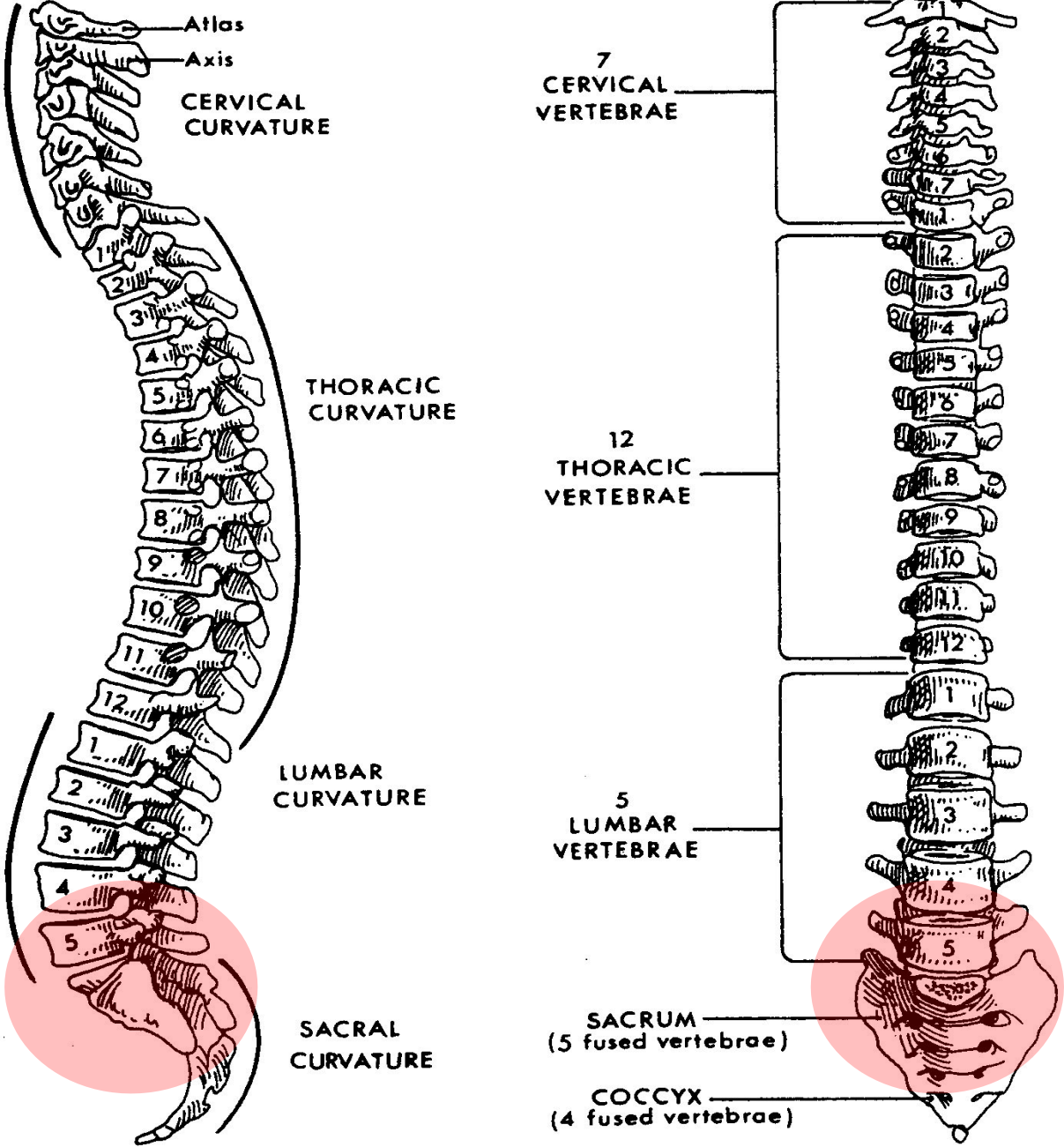
- TULANG (BONES) □ investigasi pada L5/S1.
- SAMBUNGAN (JOINTS) □ aplikasi teori fisika (beban, massa, gaya, momen) pada tubuh manusia.
- OTOT (MUSCLE) □ aerobic & anaerobic metabolism.

Lumbar - Sacrum

- Dalam banyak kegiatan penanganan material seperti mengangkat, membawa, mendorong dan menarik, gaya-gaya yang signifikan terjadi pada tulang belakang bagian bawah yaitu pada **ruas lumbar ke-5 dan sacrum ke-1 (L5/S1)**, lokasi dimana sering terjadi cedera punggung.



Anatomy of the Human Spine



Frontal (right) and left lateral (left) views of the human spine.

Link - Joint

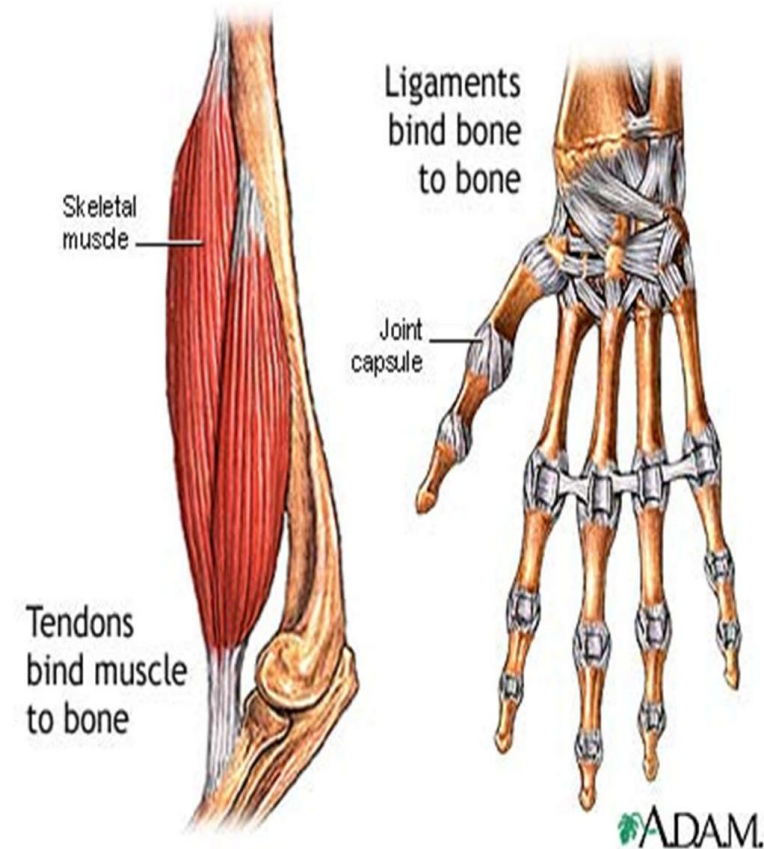
- Didalam melakukan analisa biomekanik, tubuh manusia dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri dari *link* (penghubung) dan *joint* (sambungan).

Link – Joint (2)

- Menurut *Ghaffin & Anderson (1984)*, tubuh manusia terdiri dari enam link yaitu:
 - Link lengan bawah yang dibatasi joint pergelangan tangan dan siku.
 - Link lengan atas yang dibatasi joint siku dan bahu.
 - Link punggung yang dibatasi joint bahu dan pinggul.
 - Link paha yang dibatasi joint pinggul dan lutut.
 - Link betis yang dibatasi joint lutut dan mata kaki.
 - Link kaki yang dibatasi joint mata kaki dan telapak kaki.

Sambungan (Joints) / Jaringan Penghubung (Connective Issue) (1)

- ⦿ Terdiri dari 3 bagian yakni:
cartilage,
ligamen
tendon
- ⦿ aplikasi teori fisika (beban, massa, gaya, momen) pada tubuh manusia



Keseimbangan

- Keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan kesetimbangan tubuh ketika di tempatkan di berbagai posisi
 - keseimbangan adalah kemampuan untuk mempertahankan tubuh dalam posisi kesetimbangan maupun dalam keadaan statik atau dinamik, serta menggunakan aktivitas otot yang minimal.
 - Keseimbangan juga bisa diartikan sebagai kemampuan relatif untuk mengontrol pusat massa tubuh (*center of mass*) atau pusat gravitasi (*center of gravity*) terhadap bidang tumpu (*base of support*).
-

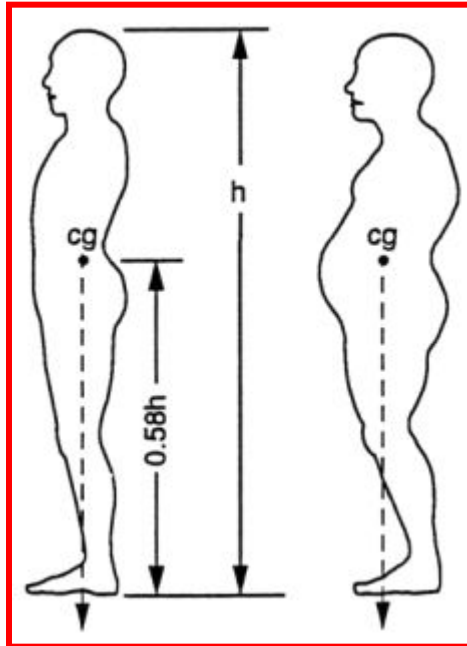
Pusat Gravitasi

- Titik utama pada manusia yang akan mendistribusikan massa tubuh secara merata
- Jika tubuh ditopang pada titik ini maka tubuh dalam keadaan setimbang

Dimana pusat gravitasi tubuh manusia????????????

Gaya Rangka dan Kestabilan Tubuh

The main force acting on the body is the gravitational force!



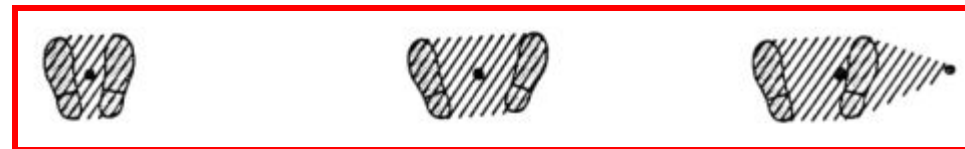
(W= weight!)



$W = m \cdot g$

Stability of the body against the gravitational force is maintained by the bone structure of the skeleton!

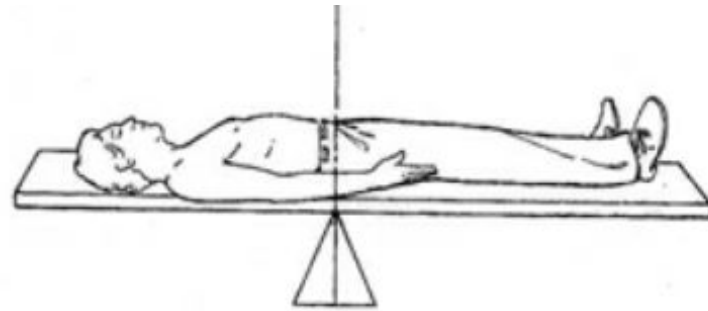
Gravitational force W applies at the center of gravity **CG** of the body!



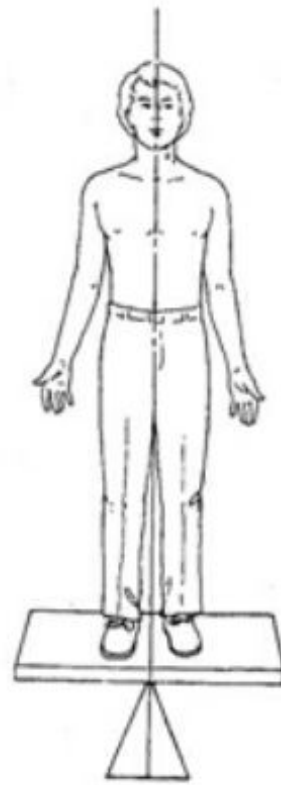
CG depends on body mass distribution! to maintain stability **CG** must be located between feet, if feet are far apart forces in horizontal direction F_x have to be considered

Faktor-faktor stabili

1. Ketinggian pusat gravitasi dengan bidang tumpu
 2. Ukuran bidang tumpu
 3. Lokasi garis gravitasi dengan bidang tumpu
 4. Berat badan
-



Top and bottom portions balanced



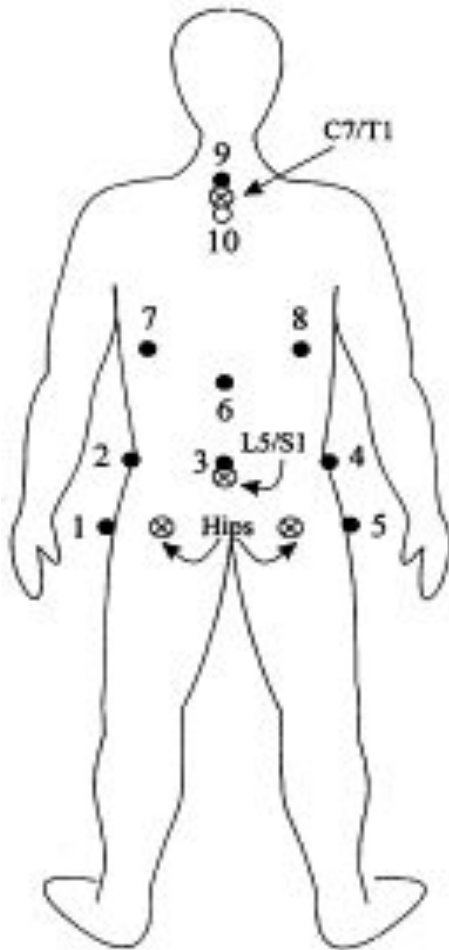
Right and left portions balanced



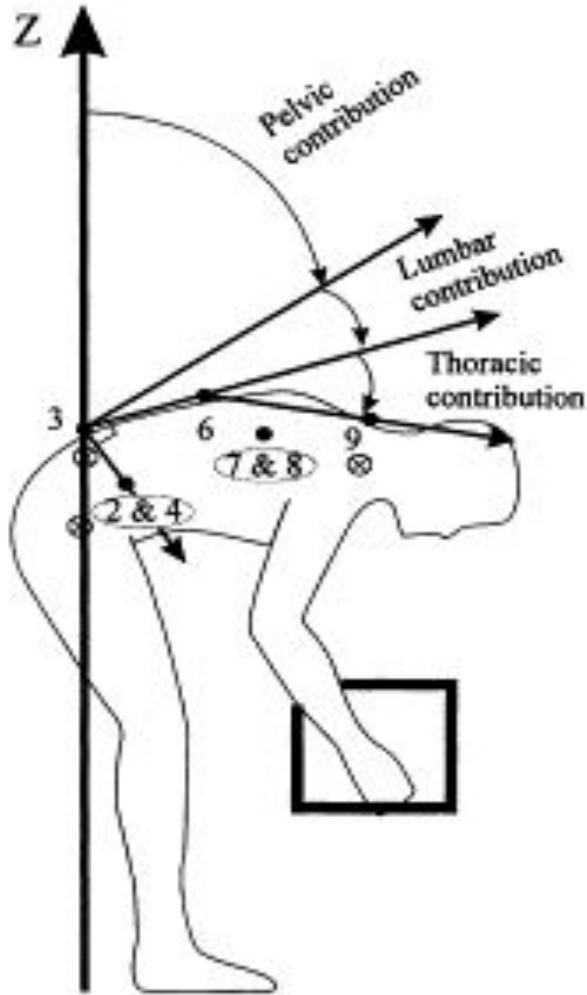
Front and back portions balanced

Biomechanics Analysis

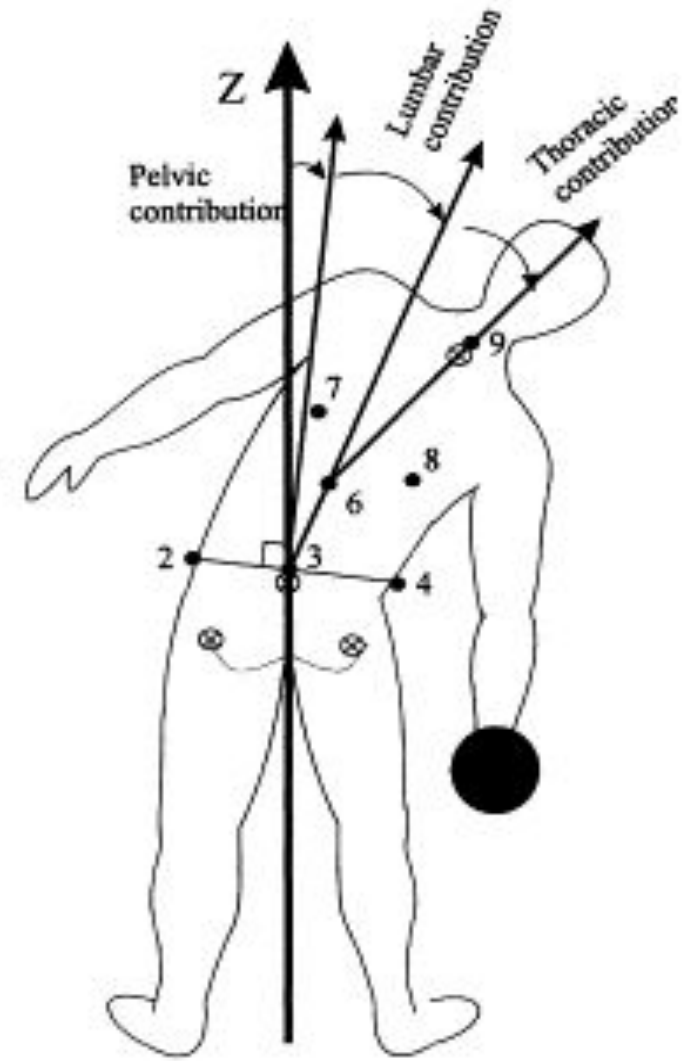
- : Front marker
- ⊗ : Joint center



A) Anatomical calibration

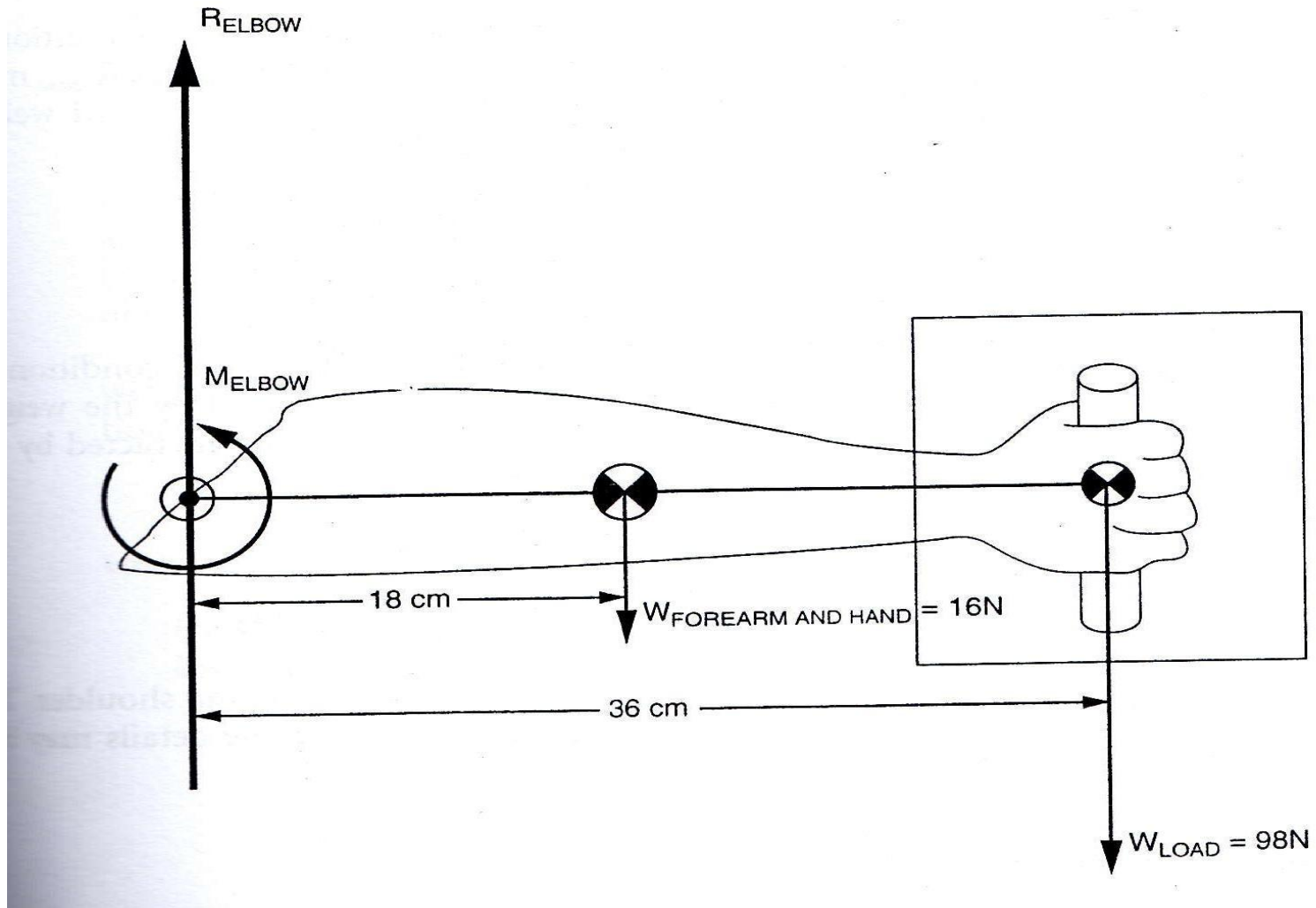


B) Flexion-extension tasks



C) Lateral bending tasks

2-D Model of the Elbow:



From Chaffin, DB and Andersson, GBJ (1991) Occupational Biomechanics. Fig 6.2

Gaya pada tubuh dan didalam

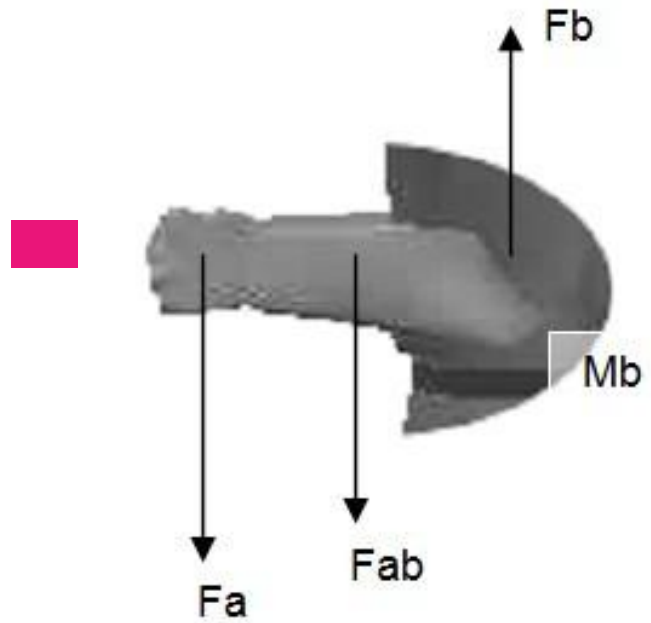
- Gaya pada tubuh □ dapat kita ketahui ex menabrak meja.
- Gaya dalam tubuh □ td diketahui ex Gaya otot.

Dasar asal mula gaya adalah gaya gravitasi, tarik-menarik antara 2 benda, misalkan berat badan, ex terjadinya varises.

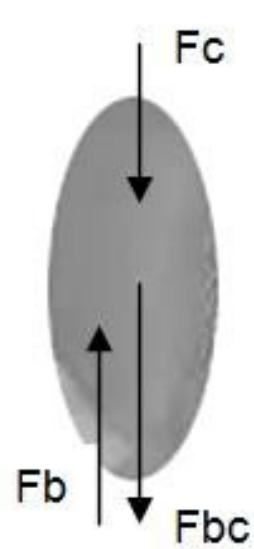
Gaya pada tubuh ada 2 tipe :

1. Gaya pada tubuh dlm keadaan statis.
2. Gaya pada tubuh dalam keadaan dinamis.

Contoh : Arm Lift

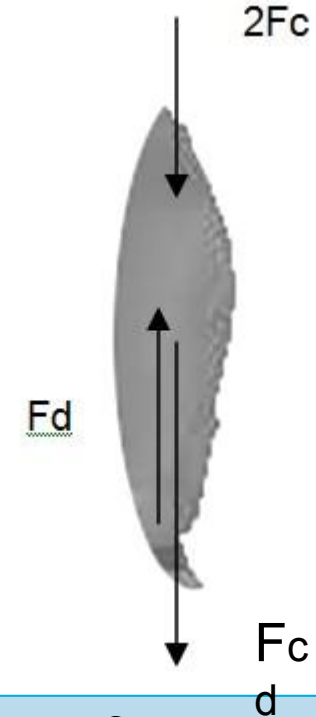


$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ &F_a + F_{ab} - F_b = 0 \\ &F_b = F_a + F_{ab} \\ \sum M &= 0 \\ M_b - F_a \cdot D_a - F_{ab} \cdot D_{ab} &= 0 \\ M_b &= F_a \cdot D_a + F_{ab} \cdot D_{ab} \end{aligned}$$



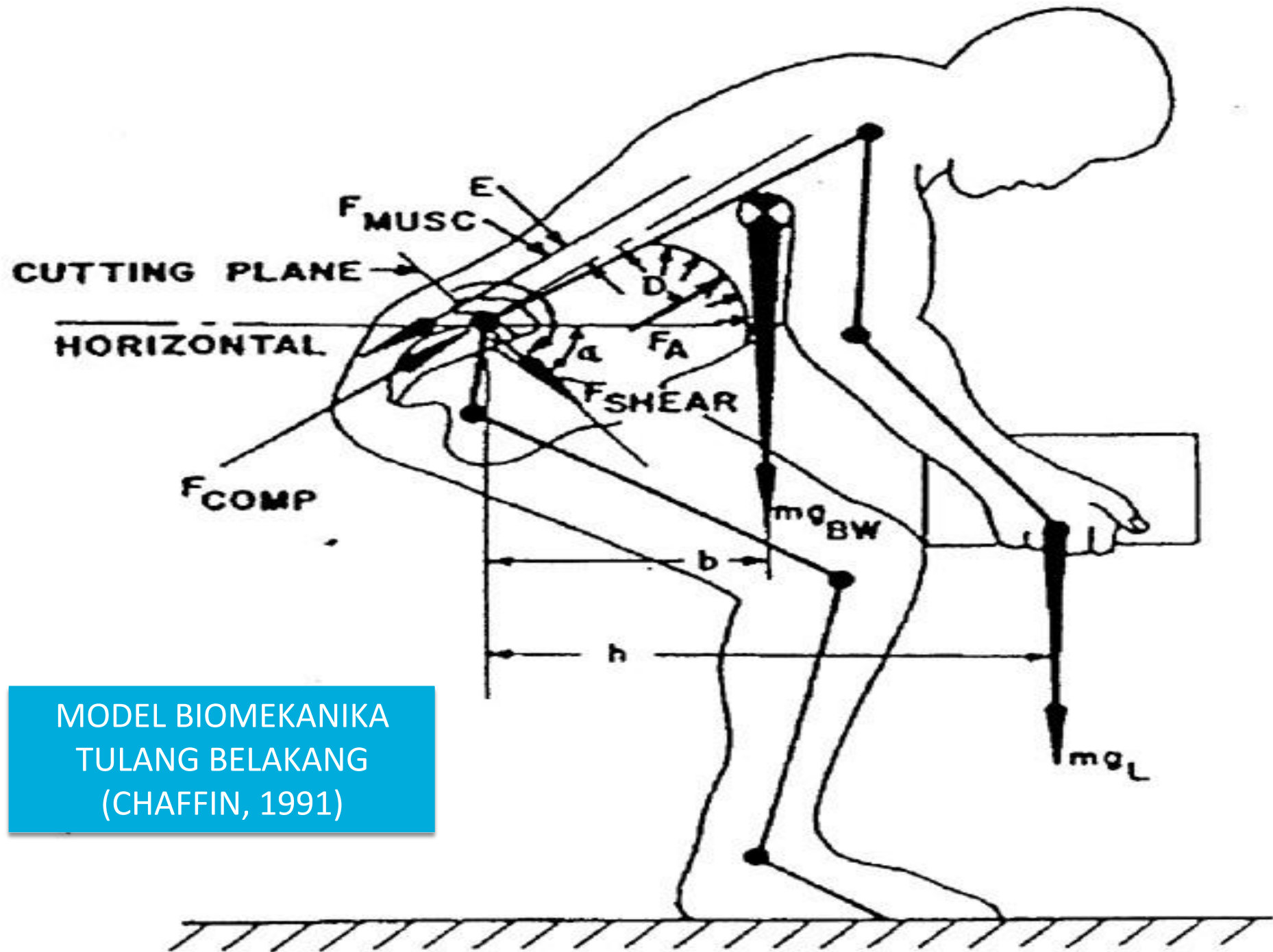
$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ F_b - F_{bc} - F_c &= 0 \\ F_b - F_{bc} &= F_c \end{aligned}$$

$$\sum M = 0$$



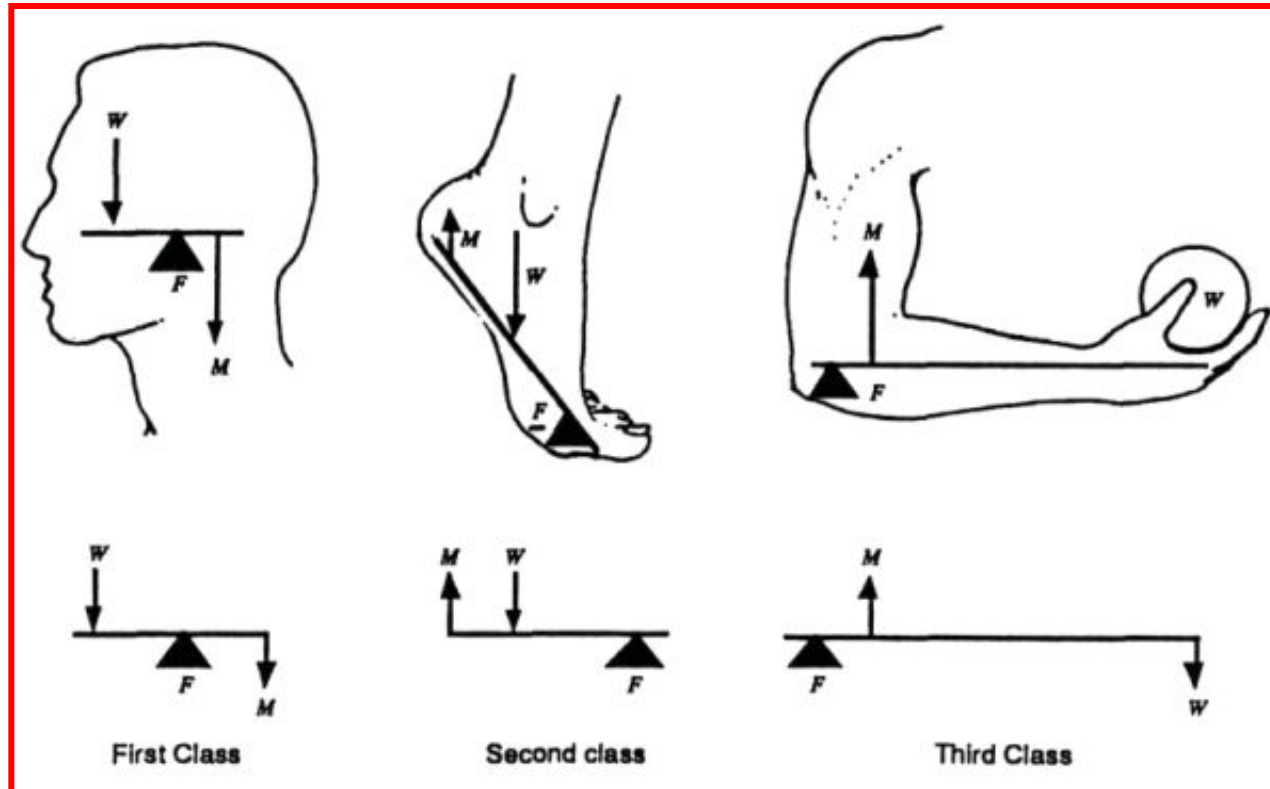
$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ 2F_c + F_{cd} - F_d &= 0 \\ 2F_c + F_{cd} &= F_d \end{aligned}$$

$$\sum M = 0$$

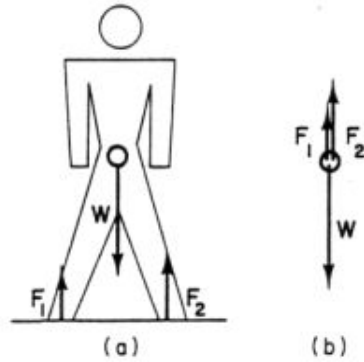


MODEL BIOMEKANIK
TULANG BELAKANG
(CHAFFIN, 1991)

Three examples for lever systems, W is the applied weight, F is the force supporting the pivot point of the lever system, and M is the muscles force.



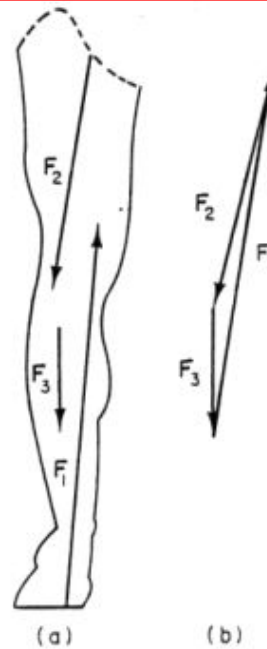
$$\sum \vec{F}_i = 0$$



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = W$$

\vec{F}_1, \vec{F}_2 are the forces the ground applies to the feet

To maintain stability
the vector sum of all
forces applying at the **CG**
must be zero!

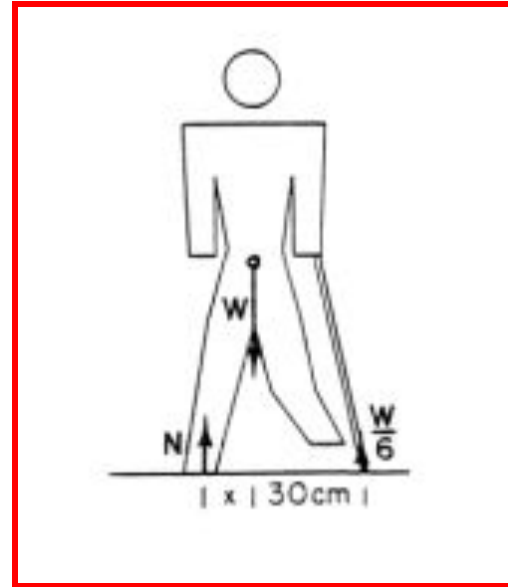


in reality the forces
applied to the leg are
the vector sum of:
force of ground: \vec{F}_1
weight of body: \vec{F}_2
weight of leg: \vec{F}_3
in equilibrium: $\sum_i \vec{F}_i = 0$

a weak abductor muscle requires reduced force F :

additional support by cane

simplified assumption: force by ground up onto tip of the cane is vertical



equilibrium condition:

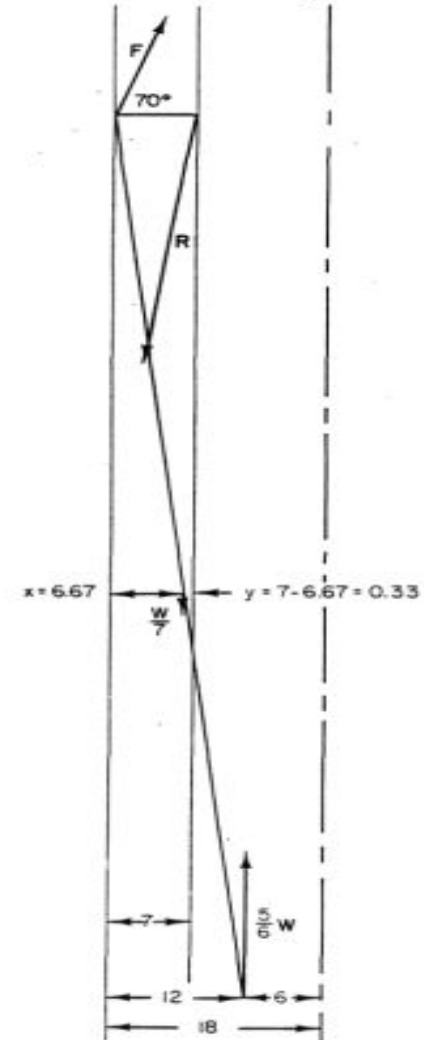
$$N + 1/6 \cdot W - W = 0$$

$$\Rightarrow N = 5/6 \cdot W$$

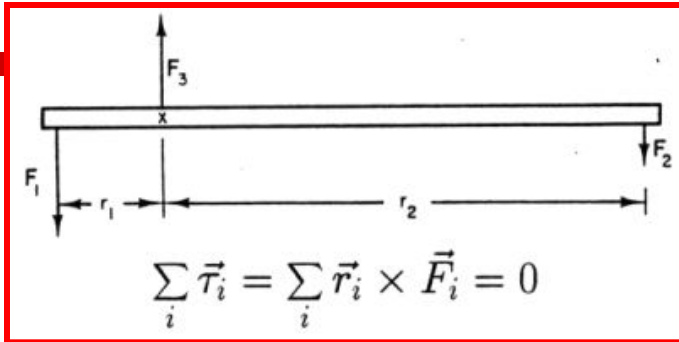
$$\Sigma_i \tau_1 = 30 \cdot W/6 - x \cdot 5/6 W = 0$$

vector diagram for repositioned leg

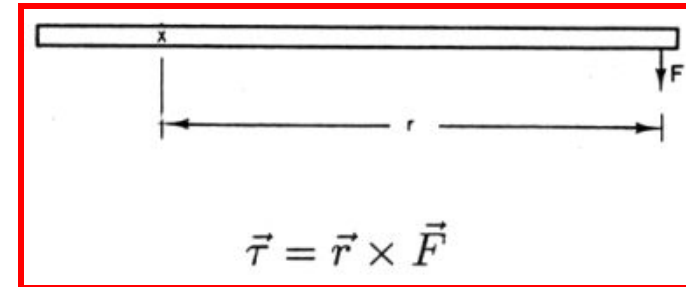
$W_t = 1/6W$: force on tip
 $r_t \approx 30\text{cm}$: distance tip-CG



The torque r causes a rotational movement around a pivot point!



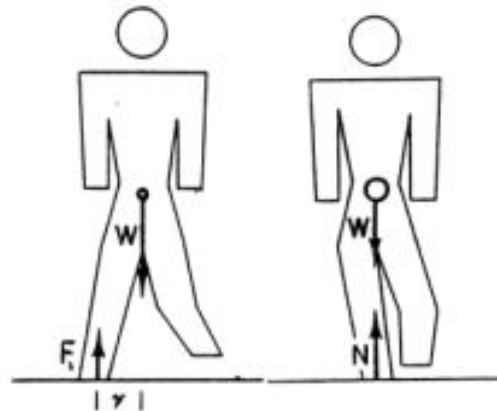
Torque is defined by the force F applied at the distance r from the pivot point.



In rotational equilibrium (no rotation, constant rotation) to maintain stability for a person standing on one leg the torque requires to shift **CG** of body so, that:

$$\sum_i \vec{\tau}_i = 0$$

New CG: $\vec{F}_1 = \vec{W}$

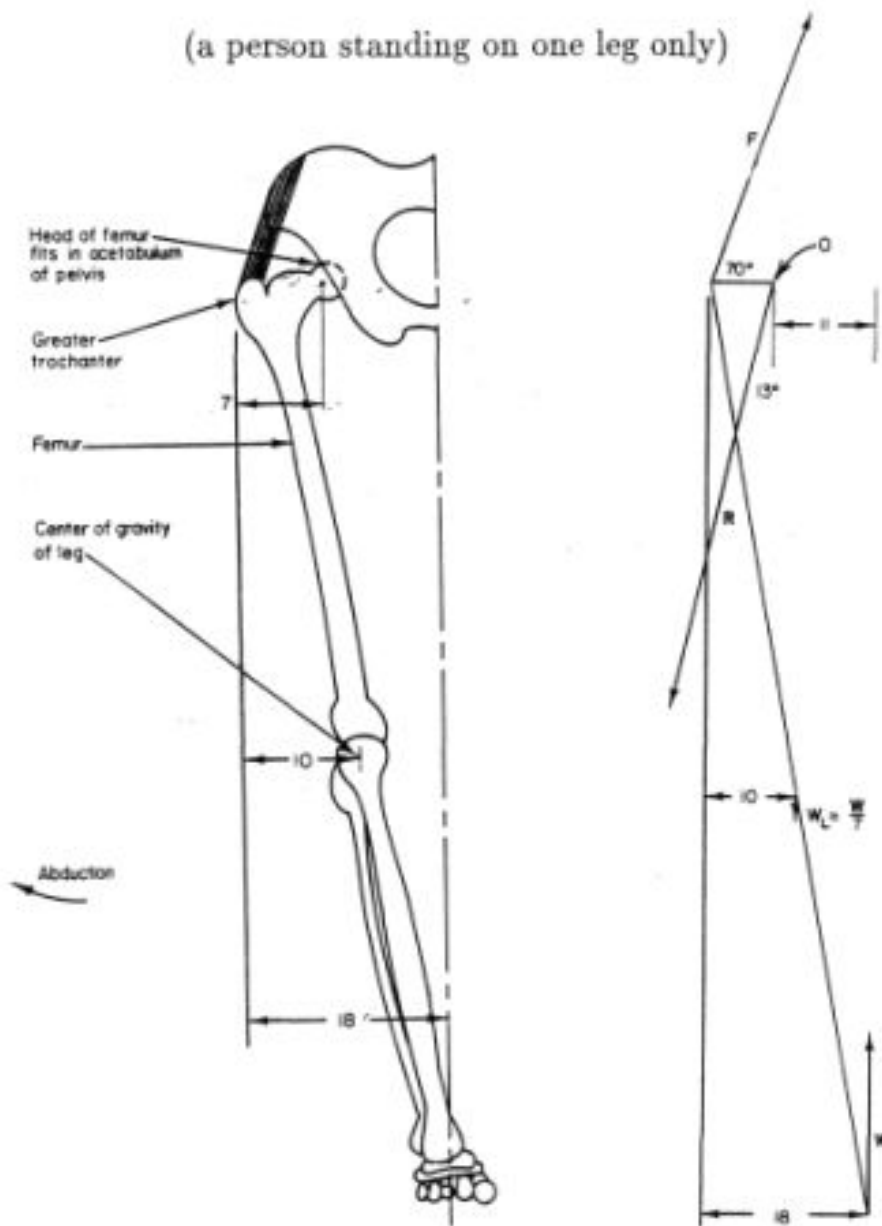


torque for an average person of weight $\vec{W} = 80 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2$ and $r = 20 \text{ cm}$, $\vec{\tau} \approx 16 \text{ N} \cdot \text{m}$

EXAMPLE:

FORCES ON THE HIP

(a person standing on one leg only)



\vec{F} : net force of the abductor muscles acting at the greater trochanter at $\approx 70^\circ$

\vec{R} : force at the acetabulum

\vec{N} : upward force of the ground on the bottom of the foot (in this case = \vec{W})

\vec{W}_L : the weight of the leg, $\approx W/7$

vertical vector components: F_y

$$\sum F_y = F \sin(70^\circ) - R_y - W/7 + W = 0$$

horizontal vector components: F_x

$$\sum F_x = F \cos(70^\circ) - R_x = 0$$

torque acting at the head of femur

$$\sum \tau = -F \sin(70^\circ) \cdot 7 - W/7 \cdot (10 - 7) + W \cdot (18 - 7) = 0$$

this yields

$$11 \cdot W - 3/7 \cdot W - 6.6 \cdot F = 0$$

FORCE IN THE ABDUCTOR MUSCLE: $F = 1.6W$

equations can be used to determine the force of the acetabulum

$$R_x = F \cos(70^\circ) = 1.6 \cdot W \cdot 0.342 = 0.55 \cdot W$$

$$R_y = F \sin(70^\circ) + 6/7 \cdot W = 1.6 \cdot W \cdot 0.94 + 0.86 \cdot W$$

FORCE ON THE ACETABULUM: $R = 2.4W$

for an 80 kg person: $F \approx 1260$ N; $R \approx 1880$ N; $W \approx 800$ N

to reduce force F , leg must be repositioned away from the midline
(CG)

$$\text{assumption: } \Rightarrow \quad x \approx 6 \text{ cm}$$

this originates a torque at the head of the femur

$$\tau_F = N \cdot (18 - 7 - x) = 5/6 \cdot W \cdot 5 \text{ cm}$$

the weight of the leg $W_L \approx W/7$ has to be taken into account
it applies at the center of gravity of the leg
at 10/18 of horizontal distance between trochanter and foot

$$\text{torque equation:} \quad -F \sin(70^\circ) \cdot 7 - W/7 \cdot 0.33 + 5/6 W \cdot 5 = 0$$

$$F = 0.6 W$$

cane reduces force on abductor muscle to one-third of normal value
with cane supporting only one-sixth of weight

force of the acetabulum at head of femur:

$$F \cdot \cos(70^\circ) - R_x = 0$$

$$R_x = 0.2 \cdot W$$

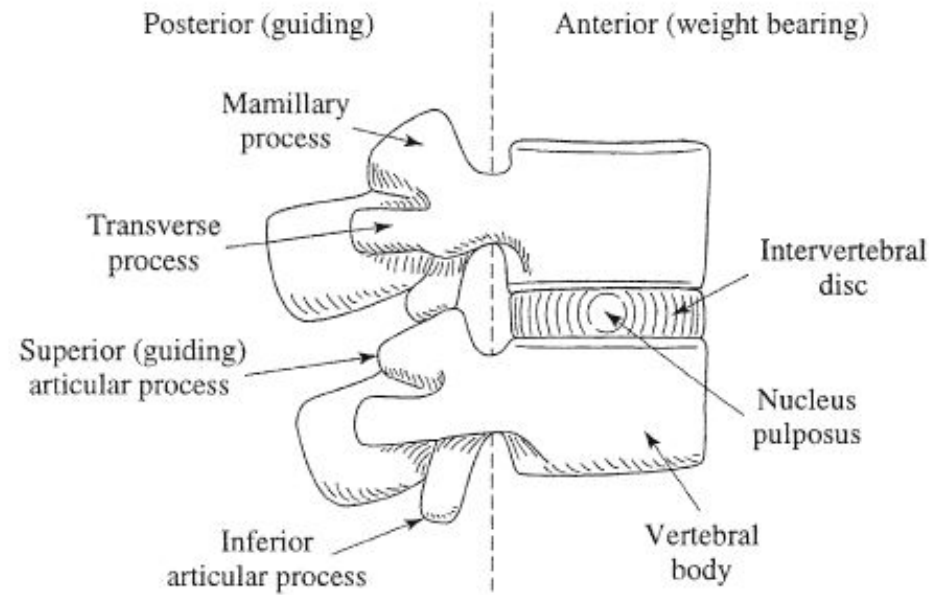
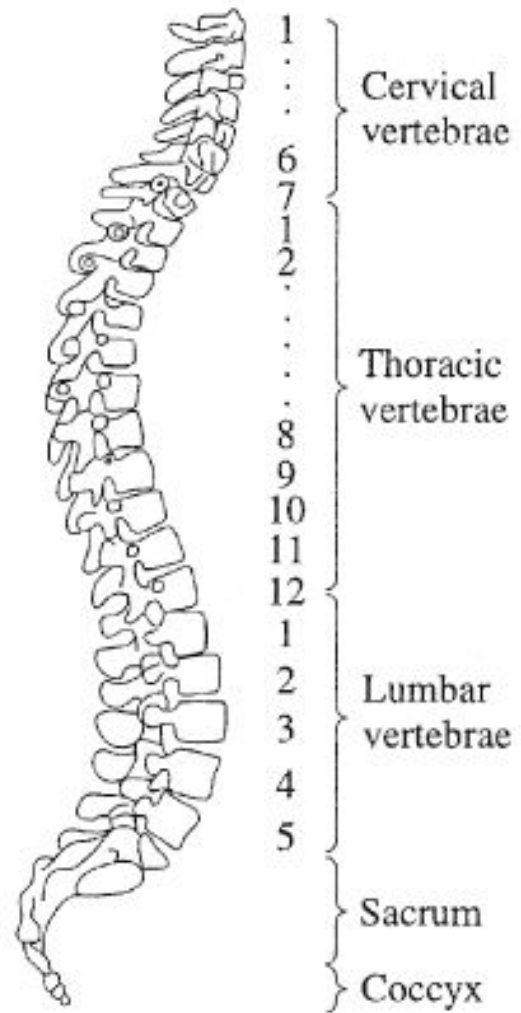
$$F \cdot \sin(70^\circ) - R_y - W/7 + 5/6 \cdot W = 0$$

$$R_y = 1.25 \cdot W$$

$$\text{resultant force:} \quad R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 1.25 \cdot W$$

cane reduces force of the acetabulum by one-half of normal value

EXAMPLE: FORCES ON THE SPINAL COLUMN



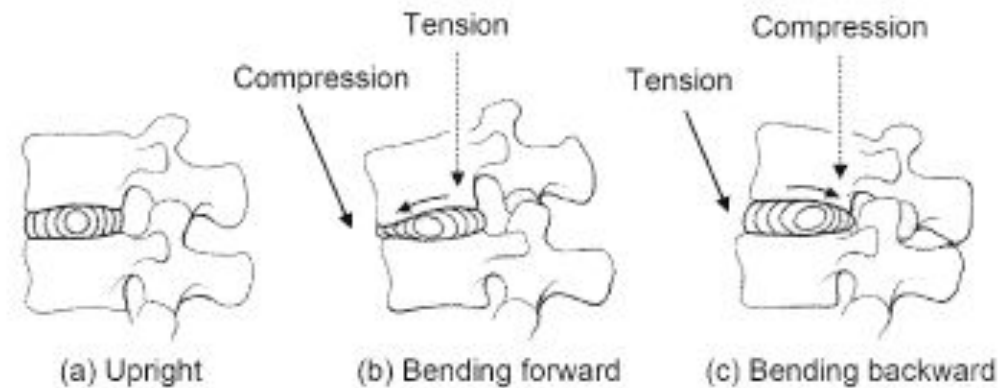
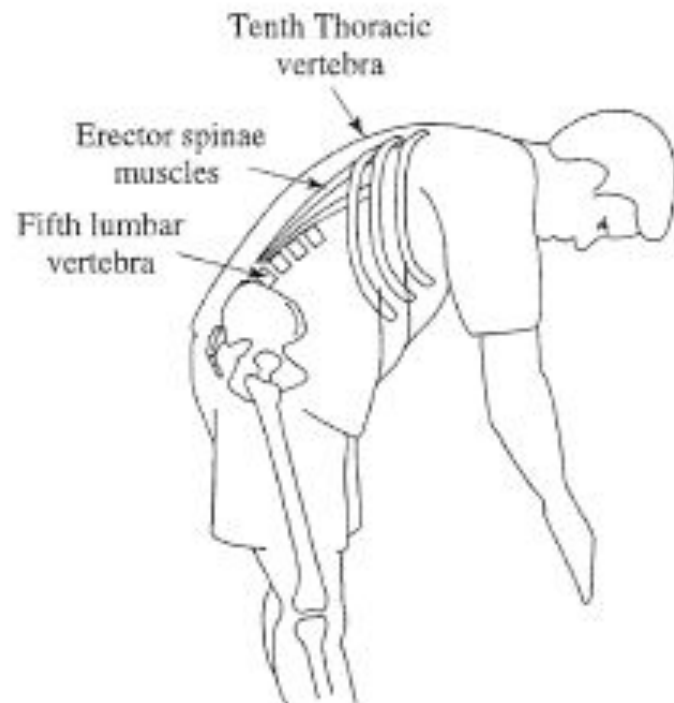
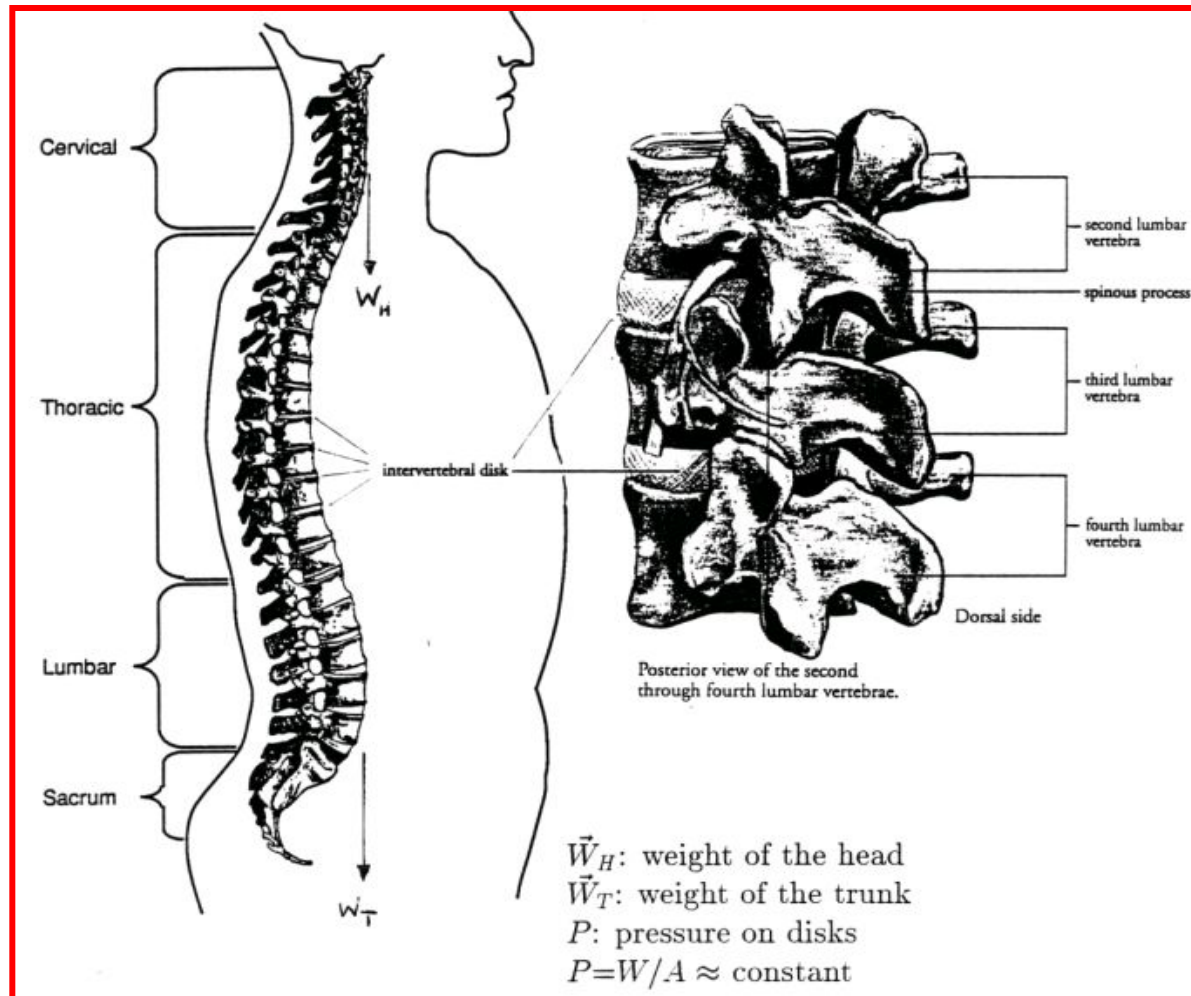


Fig. 2.42. Disc compression for a person who is (a) vertical, (b) bending forward, and (c) bending backward. Bending forward leads to disc compression anteriorly and tension posteriorly, bulging on the compressive side, and the shifting of the disc nucleus posteriorly. (From [88])

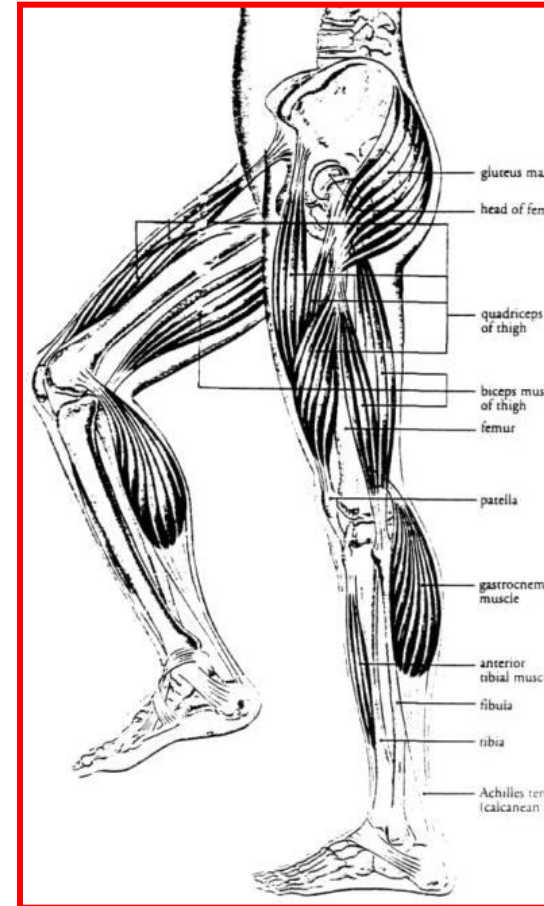
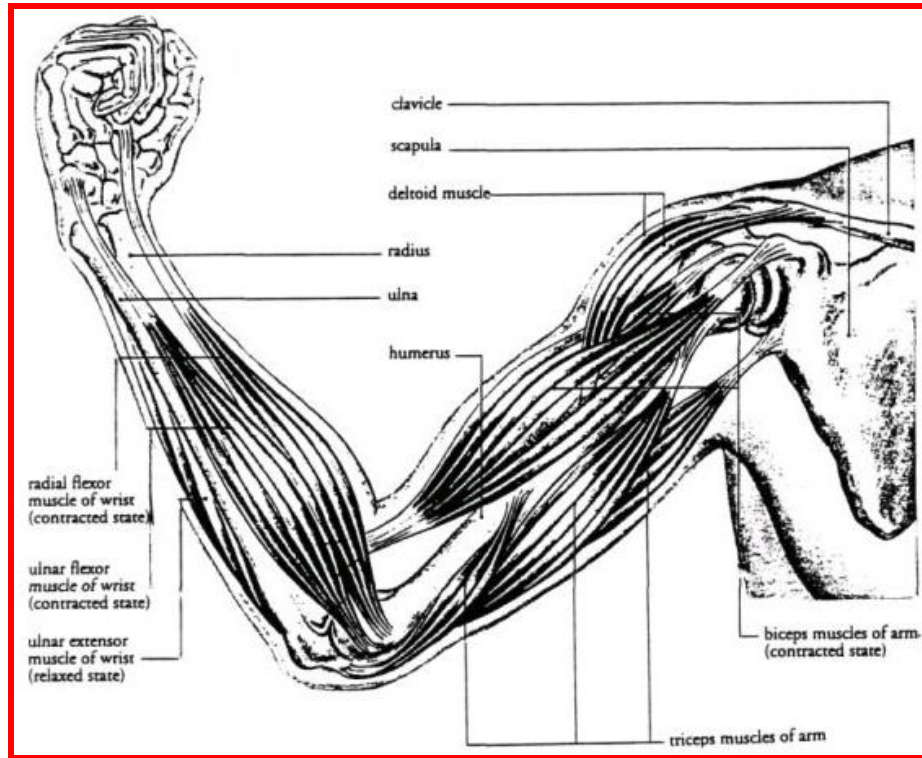
EXAMPLE: FORCES ON THE SPINAL COLUMN

Spinal column supplies the main support for the head and trunk of the body. The spinal column is S-shaped to increase stability. Its bones, the vertebrae carry the load.

Vibrous disks between the vertebrae cushion the applied forces.

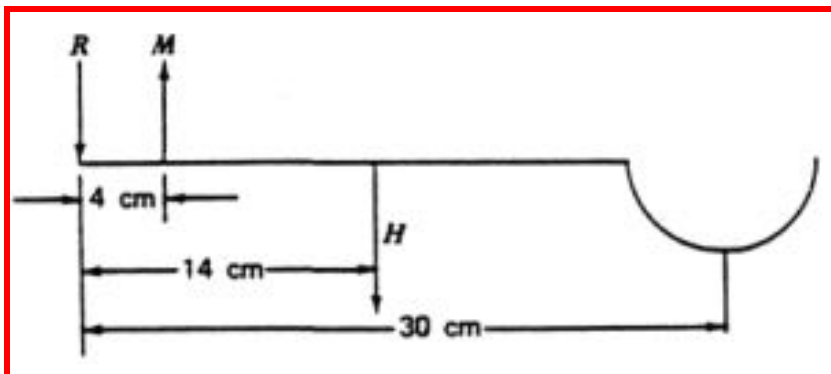
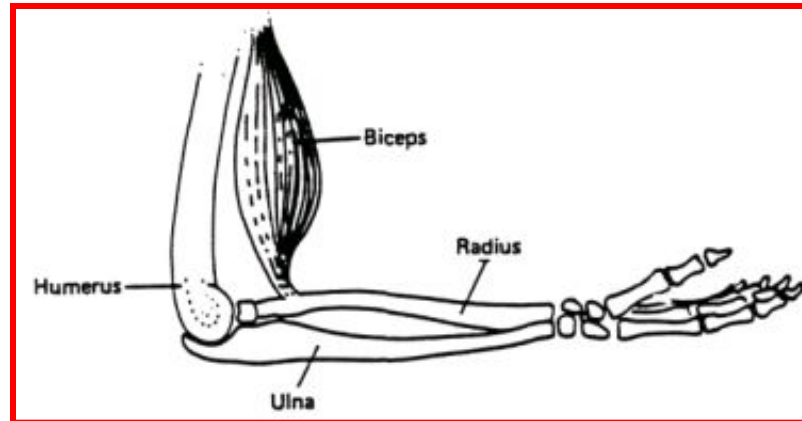


Otot dan Gaya Dinamik pada Tubuh



EXAMPLE: THE FOREARM AS LEVER SYSTEM

The biceps muscle pulls the arm upwards by muscle contraction with a force M the opposing force is the weight of the arm H at its center of gravity (CG)!

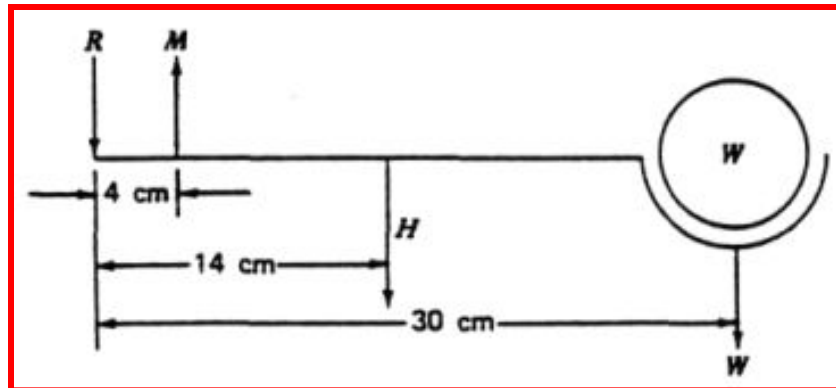
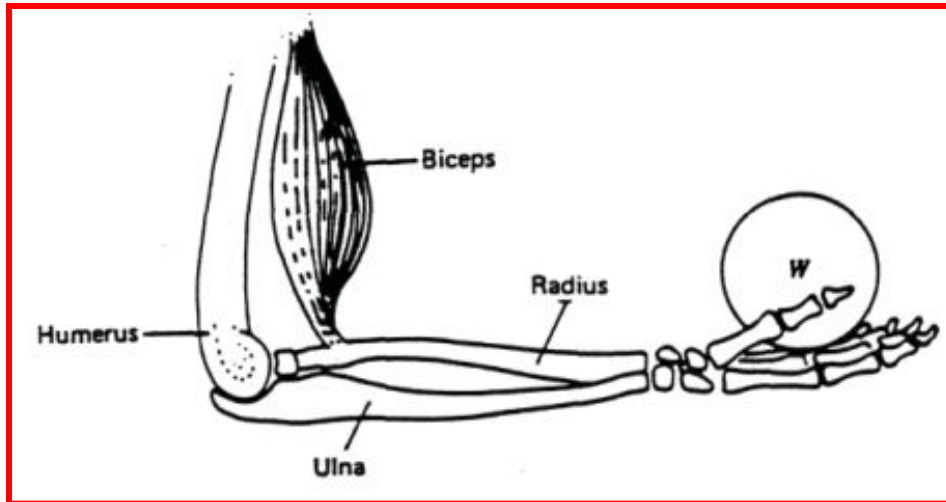


$$\sum \vec{\tau}_i = \vec{r}_1 \times \vec{M} + \vec{r}_2 \times \vec{H} = 0$$
$$r_1 \cdot M - r_2 \cdot H = 4\text{cm} \cdot M - 14\text{cm} \cdot H = 0$$

(all forces apply perpendicular to the lever arm)
with $H \approx 15\text{N}$ (mass of the lower arm is approximately 3.3 lb)

$$M = 52.5 \text{ N}$$

Biceps can be strengthened by weight W lifting this adds another force which has to be compensated by the muscle force.



$$\sum_i \vec{\tau}_i = \vec{r}_1 \times \vec{M} + \vec{r}_2 \times \vec{H} + \vec{r}_3 \times \vec{W} = 0$$

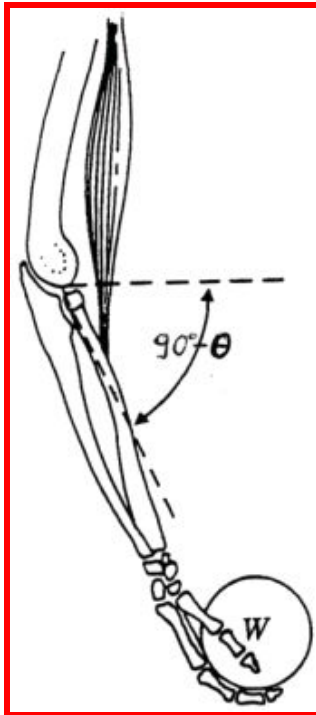
$$r_1 \cdot M - r_2 \cdot H - r_3 \cdot W = 4\text{cm} \cdot M - 14\text{cm} \cdot H - 30\text{cm} \cdot W = 0$$

$$M = (14/4 \cdot H + 30/4 \cdot W) = 52.5 \text{ N} + 7.5 W$$

muscle force increases linearly with weight

$$\text{for } W = 100\text{N (22lb)}; \quad M = 802.5 \text{ N}$$

The lower arm can be hold by the biceps muscle at different angles θ .
 What muscle forces are required for the different arm positions?



$$\sum_i \vec{\tau}_i = \vec{r}_1 \times \vec{M} + \vec{r}_2 \times \vec{H} + \vec{r}_3 \times \vec{W} = 0$$

$$r_1 \cdot M \cdot \sin\theta - r_2 \cdot H \cdot \sin\theta - r_3 \cdot W \cdot \sin\theta = 4\text{cm} \cdot M \cdot \sin\theta - 14\text{cm} \cdot H \cdot \sin\theta - 30\text{cm} \cdot W \cdot \sin\theta = 0$$

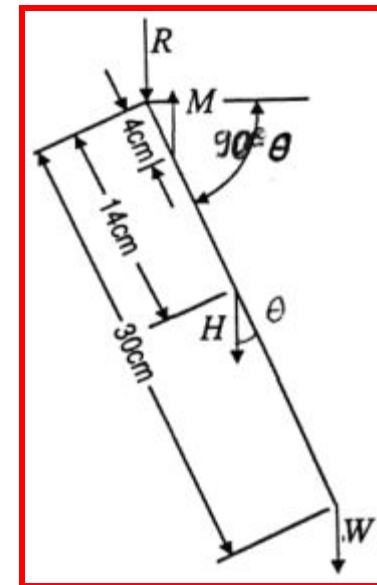
the sine-function cancels out

$$M = (14/4 \cdot H + 30/4 \cdot W) = 52.5 \text{ N} + 7.5 W$$

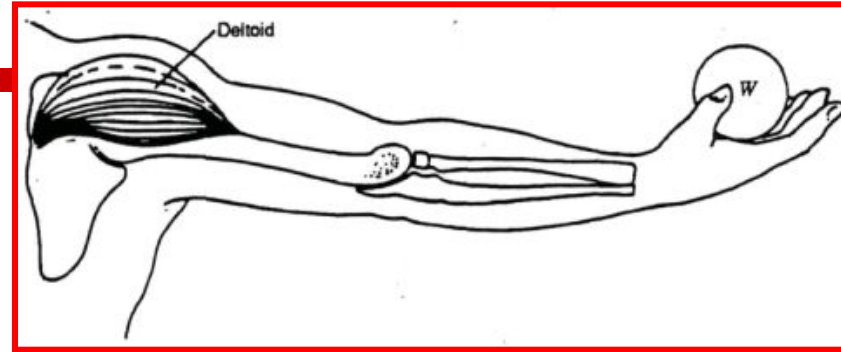
The applied muscle force is independent of the angle between the lower and upper arm

but muscle force still depends linearly on the weight

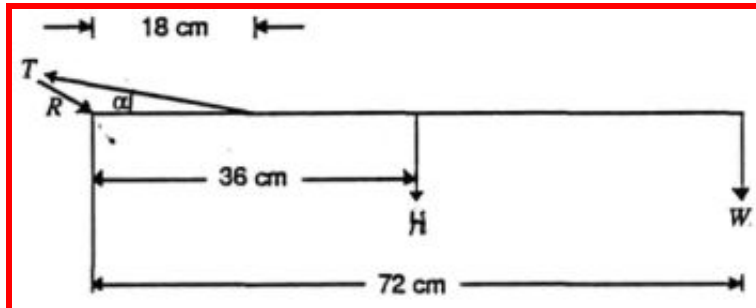
for $W = 100\text{N}$ (22lb); $M = 802.5 \text{ N}$



EXAMPLE: THE ARM AS LEVER SYSTEM



The deltoid muscle pulls the arm upwards by muscle contraction with a force T at a fixed angle α with respect to the arm the opposing force is the weight of the arm H at its center of gravity (CG) and the (possible) weight W hold in the hand!



$$\sum_i \vec{\tau}_i = \vec{r}_1 \times \vec{T} + \vec{r}_2 \times \vec{H} + \vec{r}_3 \times \vec{W} = 0$$

$$r_1 \cdot T \cdot \sin \alpha - r_2 \cdot H - r_3 \cdot W = 18 \text{ cm} \cdot T \cdot \sin \alpha - 36 \text{ cm} \cdot H - 72 \text{ cm} \cdot W = 0$$

$$T = (14 \text{ cm} \cdot H + 30 \text{ cm} \cdot W) / 4 \text{ cm} \cdot \sin \alpha \text{ with the mass of the arm } \approx 15 \text{ lb,}$$

$$N \approx 68 \text{ N and a weight of } 45 \text{ N (10 lb)}$$

$$\Rightarrow T = (36 \cdot 68 \text{ Ncm} + 72 \cdot 45 \text{ Ncm}) / 18 \text{ cm} \cdot \sin \alpha = 316 \text{ N} / \sin \alpha$$

muscle force depends on the angle of attachment $\alpha \approx 15^\circ$

$$T \approx 1220.9 \text{ N}$$

Gaya Dinamik pada Tubuh

- Gaya mengatur gerak yang ada di dunia
 - Apabila tubuh kita membentur/terbentur
 - bagaimana pengaruh gaya pada tubuh akan menjadi perhatian
 - Kasus menarik : gaya pada tubuh apabila dilibatkan percepatan atau perlambatan
 - Newton's second law :
 - $F = m\mathbf{a}$
 - $F = \frac{\Delta(m\mathbf{v})}{\Delta t}$
-

Gaya Dinamik pada Tubuh

- Kecepatan mobil saat ini ($F1 \approx 300$ km/jam) dapat menghasilkan momentum yang besar, misalkan pada kasus tabrakan mobil harus dihentikan dalam waktu yang pendek menghasilkan gaya yang sangat besar
 - Gaya yang besar ini dapat menyebabkan pengendara mengalami patah tulang, luka dalam bahkan kematian
 - Misalkan terjadi tabrakan dari arah belakang mobil □ dapat menyebabkan cedera pada tulang leher
-

Gaya Dinamik pada Tubuh

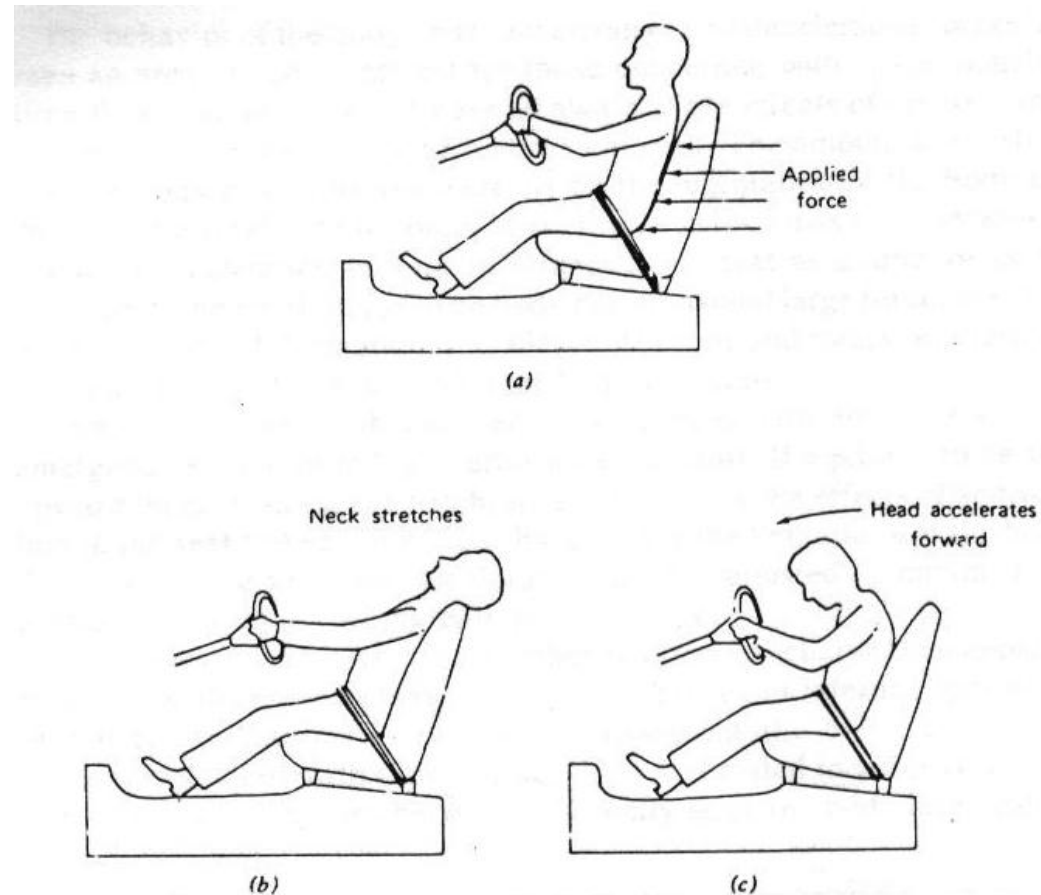
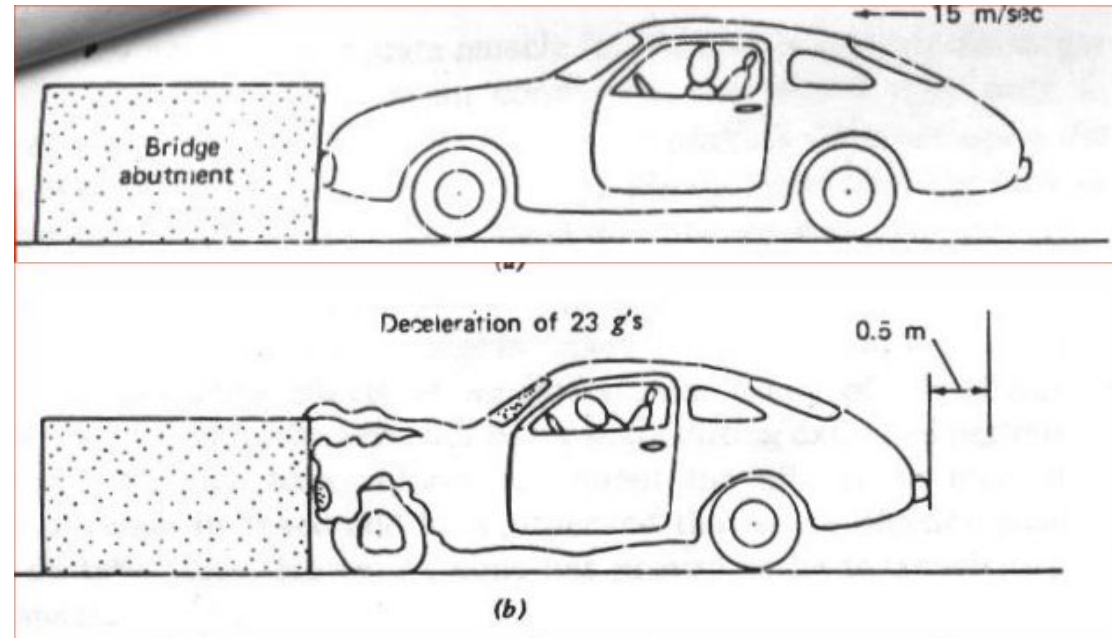


Figure 2.10. Whiplash injury. (a) The trunk of a person sitting in an automobile struck from behind is accelerated forward due to the forces acting through the seat. (b) The inertia of the head causes it to stay in place while the trunk of the body moves forward, leading to severe stretching in the neck region. (c) A moment later the head is accelerated forward.

Gaya Dinamik pada Tubuh

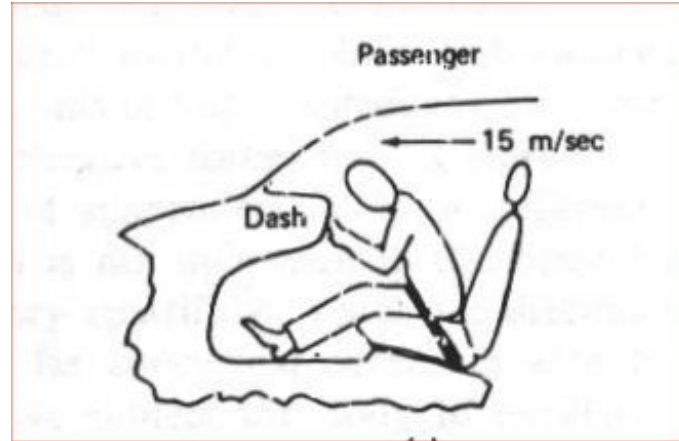
- ❑ Oleh karena itu saat ini “headrests” dipasang untuk mereduksi efek dari cedera leher
 - ❑ Walaupun seat-belts dapat mereduksi cedera dari kecelakaan-tetapi pengendara masih punya resiko cedera pada kepala
 - ❑ Perhatikan ilustrasi berikut :
-

Gaya Dinamik pada Tubuh



- Bila kecepatan mobil 15 m/det dan “dipaksa” berhenti 0,5 m
 - Jika 1 g adalah sama dengan percepatan gravitasi
 - Efek dari berhenti mendadak sekitar 23 g
-

Gaya Dinamik pada Tubuh



- Kepala dan Badan akan terlempar ke “dashboard” dan terpelanting kembali kebelakang sebelum berhenti
 - Jika pada “dashboard” cukup lunak resiko, efek dari perlambatan mendadak (**decelerative**) dapat diminimisasi
 - Air bags dan penggunaan shoulder belts dapat mereduksi cedera
-

Gaya Dinamik pada Tubuh

- Kondisi tubuh manusia karena pengaruh gaya yang dipercepat atau diperlambat menjadi kajian pada wahana ruang angkasa, aircraft, automotive
 - Seberapa *tolerance* tubuh manusia terhadap pengaruh hal tersebut menjadi kajian
 - Besarnya pengaruh tergantung dari orientasi tubuh dan perubahan waktu percepatan
 - Toleransi dari tubuh manusia terhadap perubahan percepatan untuk manusia yang “terikat” pada kursi dapat dilihat di slide berikut
-

Gaya Dinamik pada Tubuh

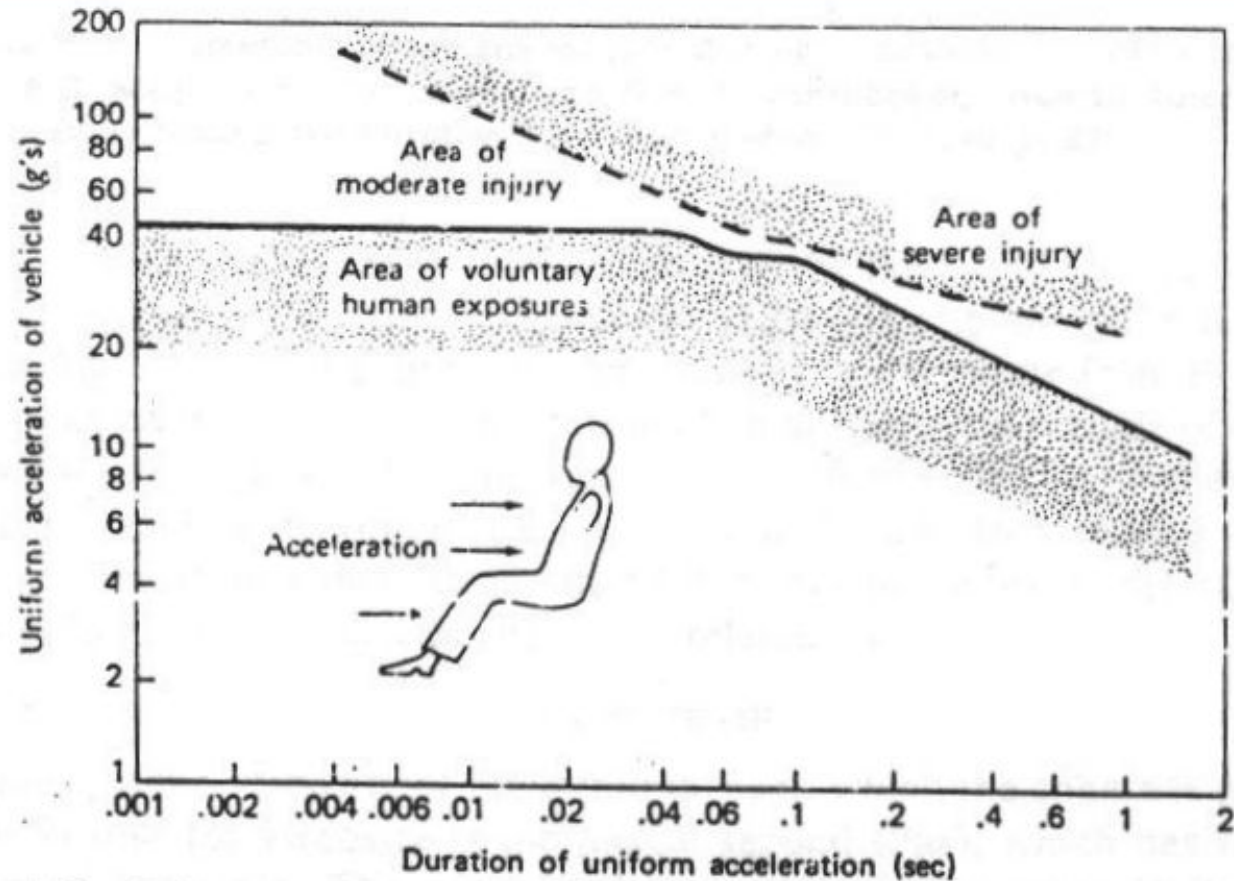
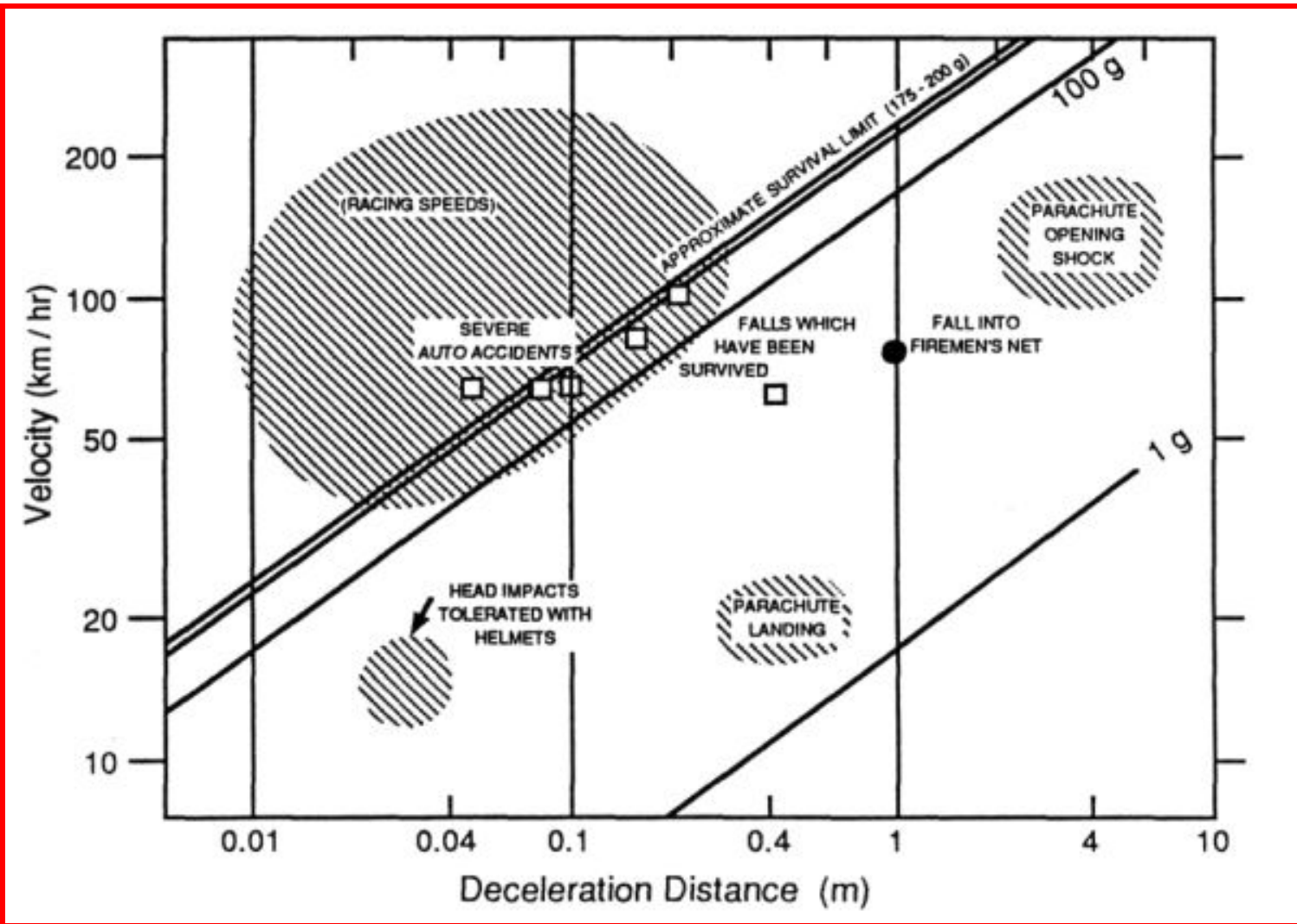


Figure 2.12. Tolerance of humans strapped in a seat due to rearward acceleration as a function of the time of the acceleration; 1 g equals the acceleration due to gravity. (Adapted from A.M. Elband, NASA Memo 5-19-59E, 1959, Fig. 2.)



Gaya Dinamik pada Tubuh

- Untuk kasus pada kursi pelontar pesawat tempur efek dari akselerasi terhadap arah seat to head harus diperhatikan
- Pengetahuan tentang batas tubuh untuk gaya percepatan dan durasi-nya dapat digunakan untuk meminimalkan kemungkinan dari cedera saat "emergency escape"



Gaya Dinamik pada Tubuh

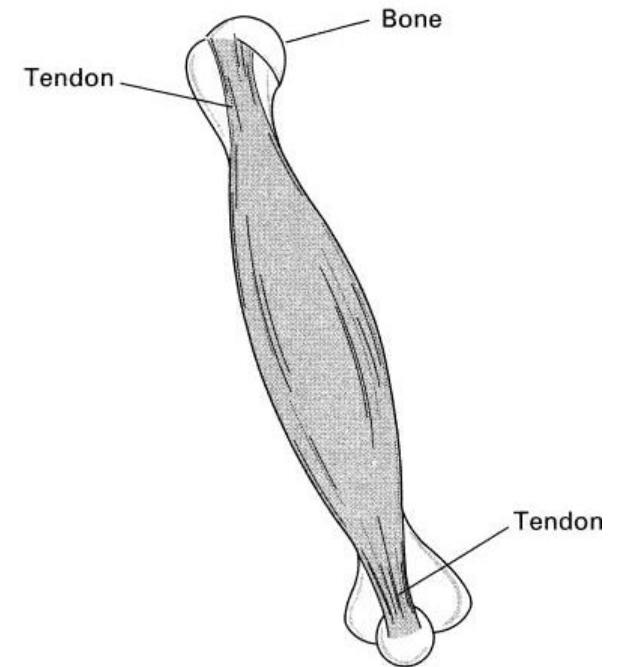
□ Ringkasan

- Membuat penurunan/penambahan dalam berat tubuh (!bukan massa)
 - merubah tekanan hidrostik internal
 - Membuat distorsi pada jaringan lunak
 - Mempunyai kecenderungan untuk bagian padatan dengan perbedaan rapat massa yang terlarut dalam liquid akan terpisah
-

Gaya Dinamik pada Tubuh

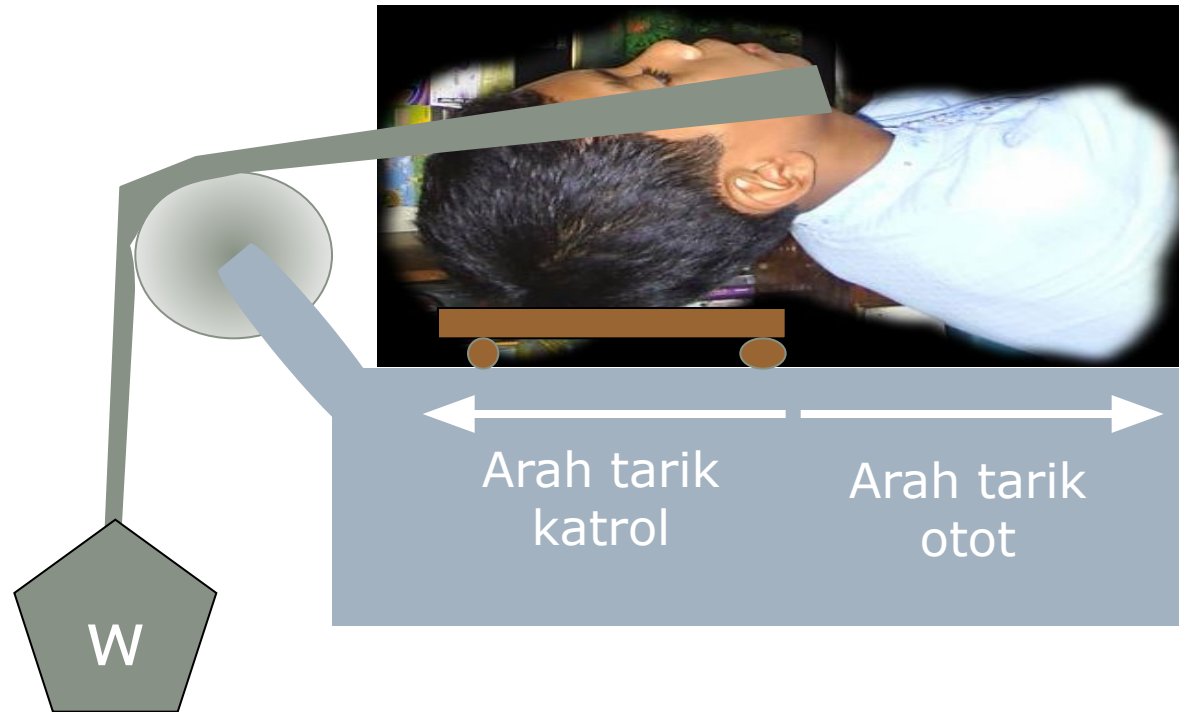
□ Ringkasan

- Kemampuan otot (*muscle*) untuk melawan gaya percepatan akan dapat meminimumkan tubuh terhadap *out of control*
- Pada kondisi tertentu, darah dapat terkumpul pada beberapa bagian tubuh □ tergantung arah percepatan



Penggunaan Klinik

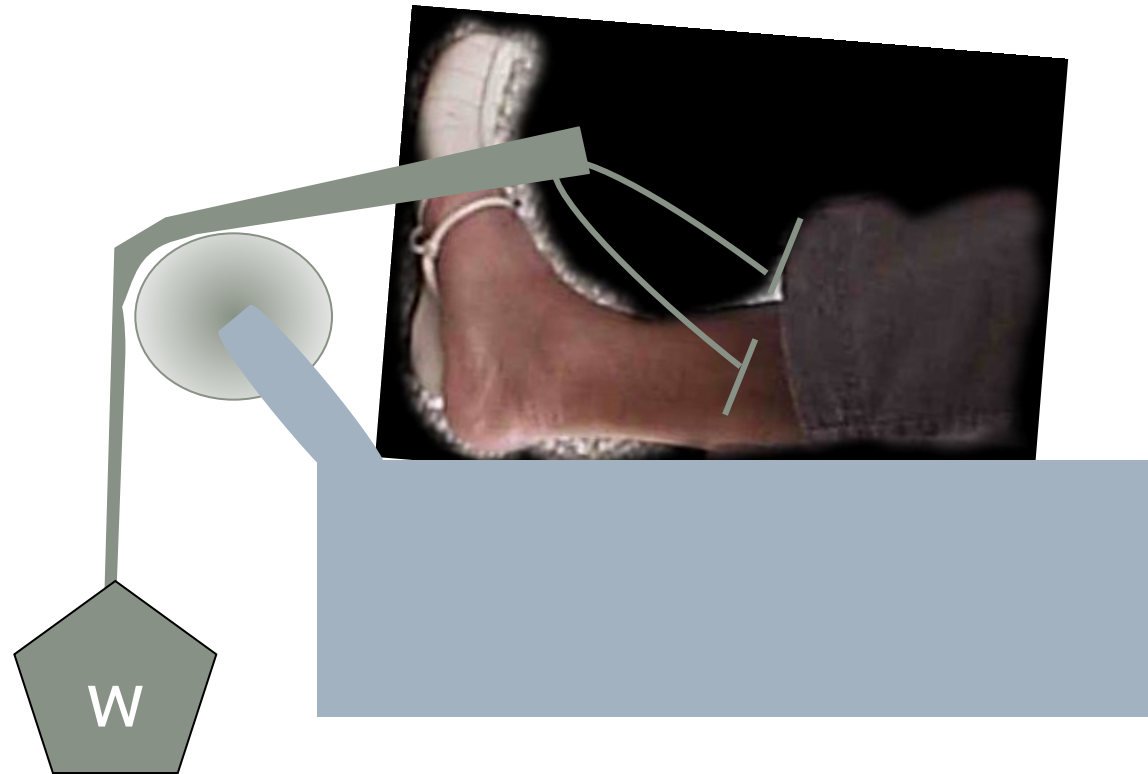
□ Traksi leher



Aplikasi Gaya Dalam Dunia Klinik

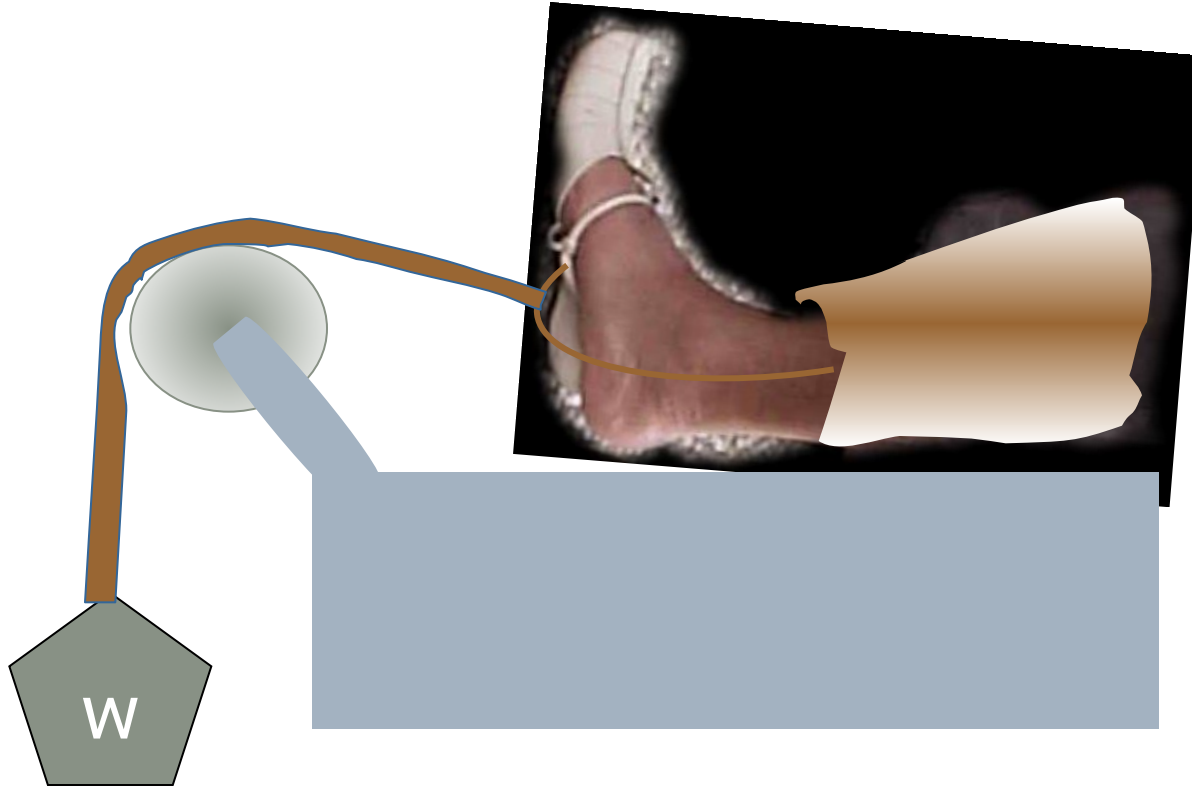
1. Gaya berat tubuh
posisi duduk yang menyehatkan tulang belakang
 2. Traksi dalam praktek klinik
-

Traksi tulang



Berat pemberat $\frac{1}{7}$ kali BB

Traksi kulit



Berat pemberat $1/10$ kali BB hanya untuk anak-anak dibawah 12 tahun

Musculoskeletal Disorder (MSDs)



- ***Musculoskeletal disorders (MSDs)*** atau gangguan otot rangka merupakan kerusakan pada otot, saraf, tendon, ligament, persendian, kartilago, dan discus intervertebralis.
- **Kerusakan pada otot** dapat berupa ketegangan otot, inflamasi, dan degenerasi.
- Sedangkan **kerusakan pada tulang** dapat berupa memar, mikro fraktur, patah, atau terpelintir.

Penyebab MSDs



1. **Kelelahan dan keletihan terus menerus** yang disebabkan oleh frekuensi atau periode waktu yang lama dari usaha otot, dihubungkan dengan pengulangan atau usaha yang terus menerus dari bagian tubuh yang sama meliputi posisi tubuh yang statis;
2. **Kerusakan tiba-tiba** yang disebabkan oleh aktivitas yang sangat kuat/berat atau pergerakan yang tak terduga.

Jenis-jenis keluhan MSDs

1. **Sakit Leher** □ peningkatan tegangan otot atau myalgia, leher miring atau kaku leher.
2. **Nyeri Punggung** □ gejala nyeri punggung yang spesifik seperti herniasi lumbal, arthiritis, ataupun spasme otot.
3. **Carpal Tunnel Syndrome** □ kumpulan gejala yang mengenai tangan dan pergelangan tangan yang diakibatkan iritasi dan nervus medianus.
4. **De Quervains Tenosynovitis** □ Penyakit ini mengenai pergelangan tangan, ibu jari, dan terkadang lengan bawah, disebabkan oleh inflamasi tenosinovium dan dua tendon yang berada di ibu jari pergelangan tangan.
5. **Thoracic Outlet Syndrome** □ Merupakan keadaan yang mempengaruhi bahu, lengan, dan tangan yang ditandai dengan nyeri, kelemahan, dan mati rasa pada daerah tersebut
6. **Tennis Elbow** □ keadaan inflamasi tendon ekstensor, tendon yang berasal dari siku lengan bawah dan berjalan keluar ke pergelangan tangan.
7. **Low Back Pain** □ terjadi apabila ada penekanan pada daerah lumbal yaitu

TERIMAKASIH