

$F_{SVA}$  – svalová síla,  $F_{ROT}$  – rotační složka síly,  
 $F_{NOR}$  – normálová složka síly

**Obr. 6.3** Rozklad svalové síly m. biceps brachii při flexi v loketním kloubu

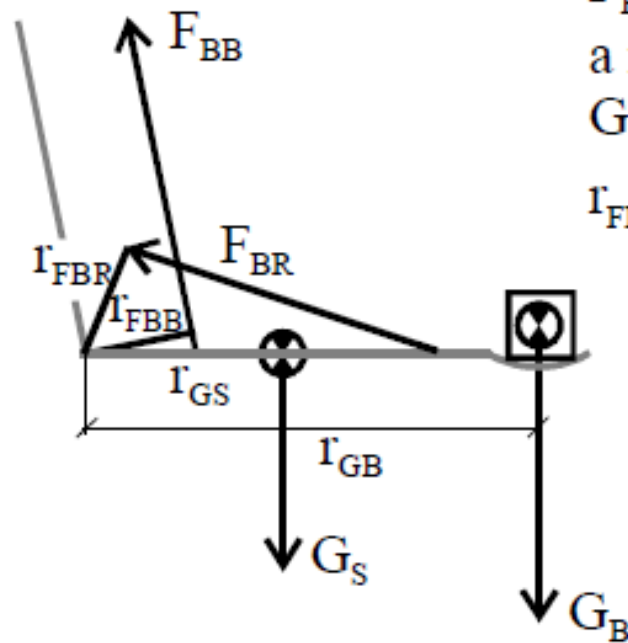
Jestliže předpokládáme působení další zátěže a zapojení dalších svalů (viz obr. 6.8) je momentová rovnice ve tvaru

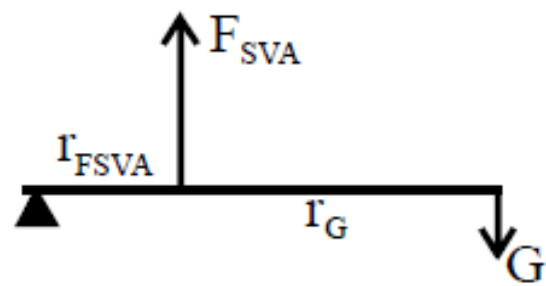
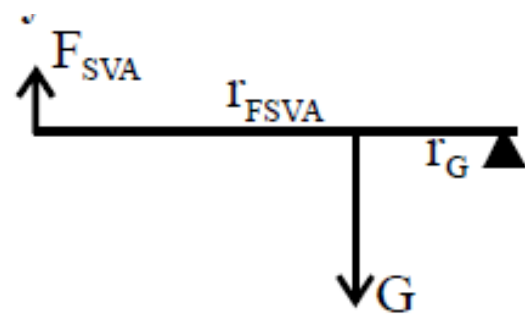
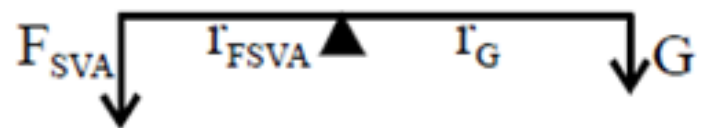
$$\begin{aligned} M &= M_{GS} + M_{GB} + M_{FBB} + M_{FBR} = \\ &= G_S \cdot r_{GS} + G_B \cdot r_{GB} + F_{BB} \cdot r_{FBB} + F_{BR} \cdot r_{FBR} \end{aligned}$$

$F_{BB}$ ,  $F_{BR}$  – svalová síla m. biceps brachii  
a m. brachioradialis

$G_S$ ,  $G_B$  – tíhová síla segmentu, tíhová síla břemene

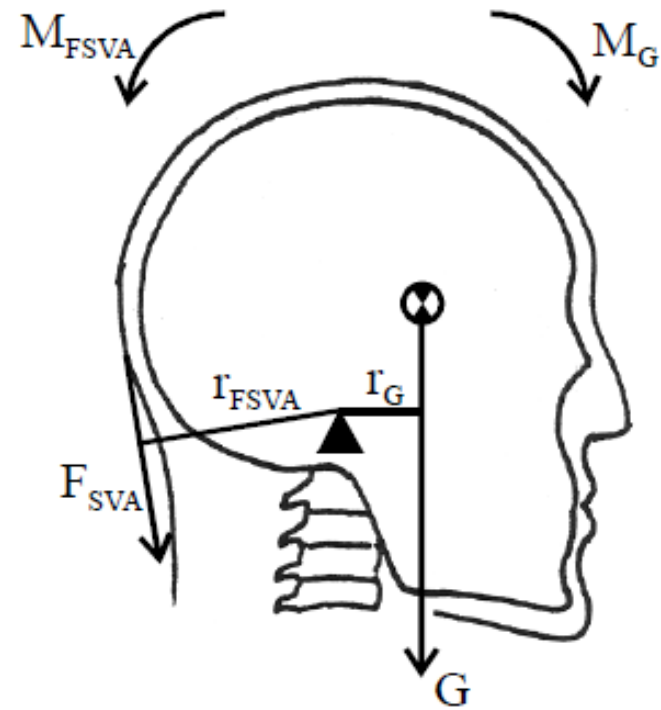
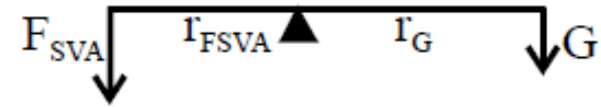
$r_{FBB}$ ,  $r_{FBR}$ ,  $r_{GS}$ ,  $r_{GB}$  – ramena těchto sil





### Páka prvního druhu – dvojitá, páka rovnováhy

Bod otáčení se nachází mezi působícími silami; příkladem je spojení lebky a páteře (obr. 6.9).



$F_{SVA}$  – svalová síla šíjového svalstva

$G$  – tíhová síla hlavy

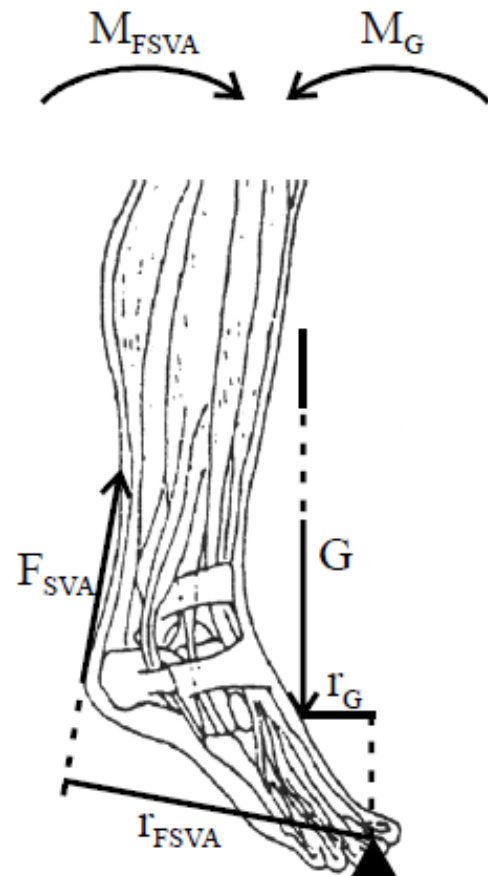
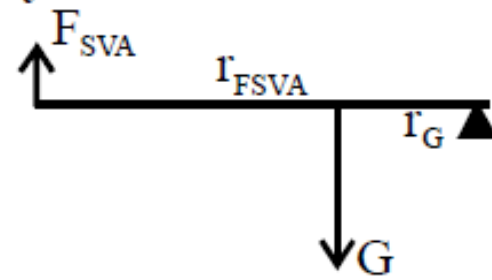
$r_{FSVA}$ ,  $r_G$  – ramena působících sil

$M_{FSVA}$ ,  $M_G$  – momenty působících sil

Obr. 6.9 Příklad dvojitá páky (I. druhu)

### Páka druhého druhu – jednozvratná, páka síly

Vektor tíhové síly se nachází mezi bodem otáčení a vektorem svalové síly; příkladem je pohyb v metatarzofalangeálním kloubu při plantární flexi (obr. 6.10).



$F_{SVA}$  – svalová síla m. triceps surae

$G$  – tíhová síla těla

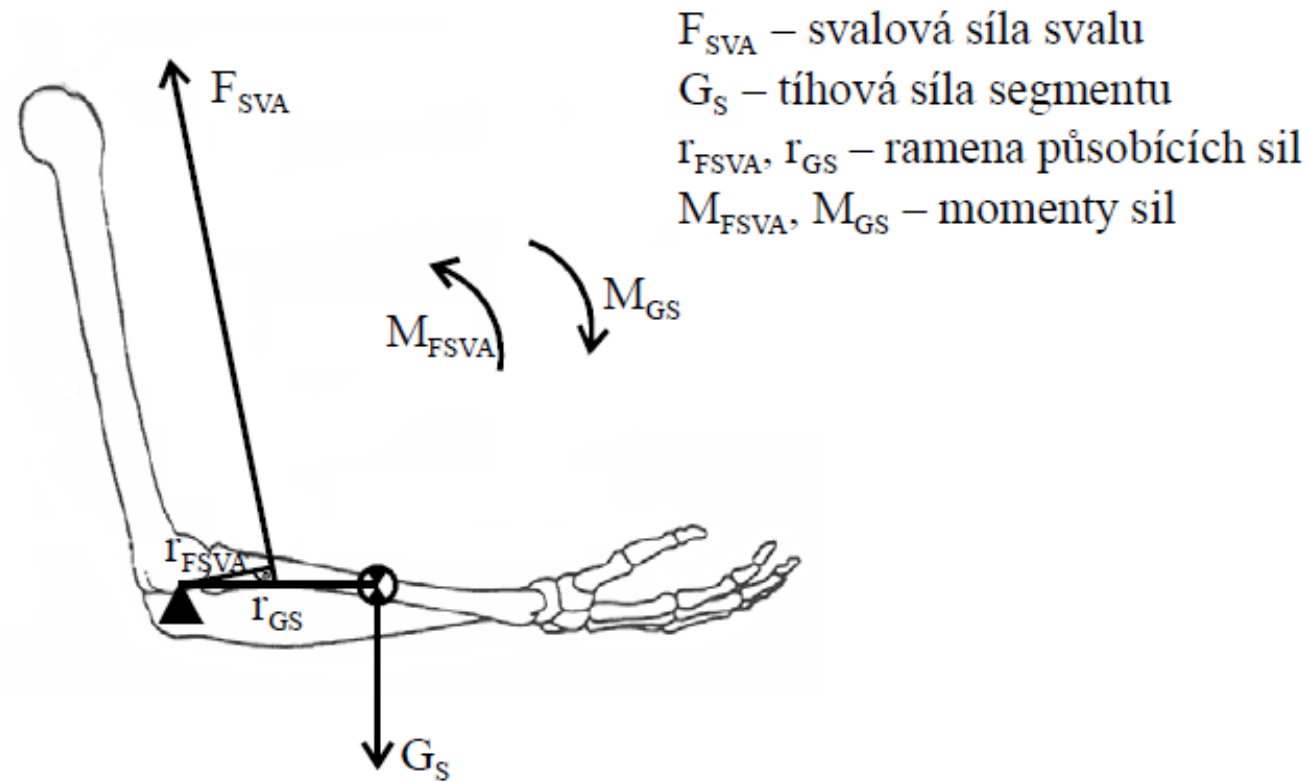
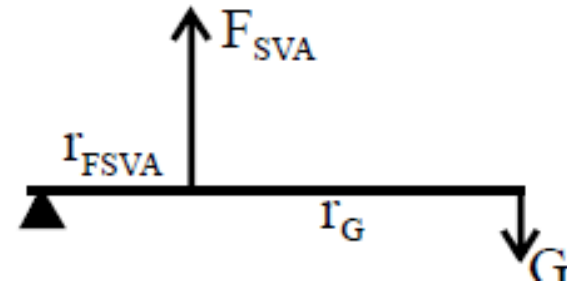
$r_{FSVA}$ ,  $r_G$  – ramena působících sil

$M_{FSVA}$ ,  $M_G$  – momenty působících sil

Obr. 6.10 Příklad jednozvratné páky (II. druhu)

## Páka třetího druhu – jednozvratná, páka rychlosti

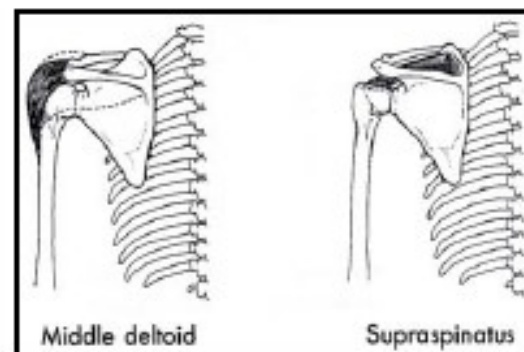
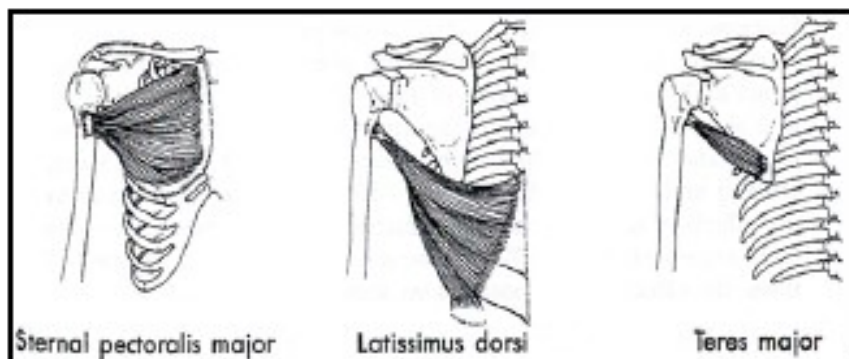
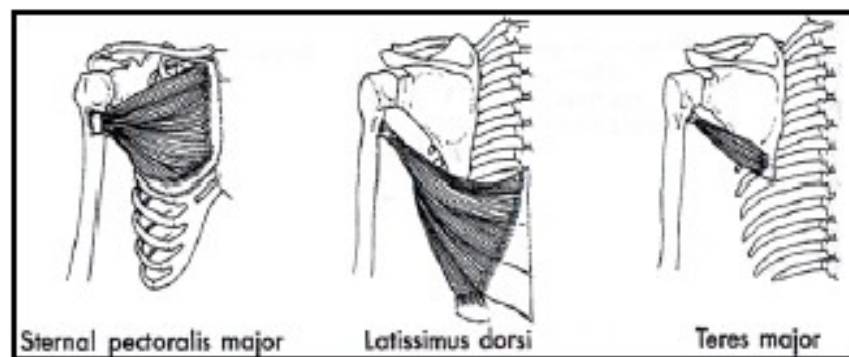
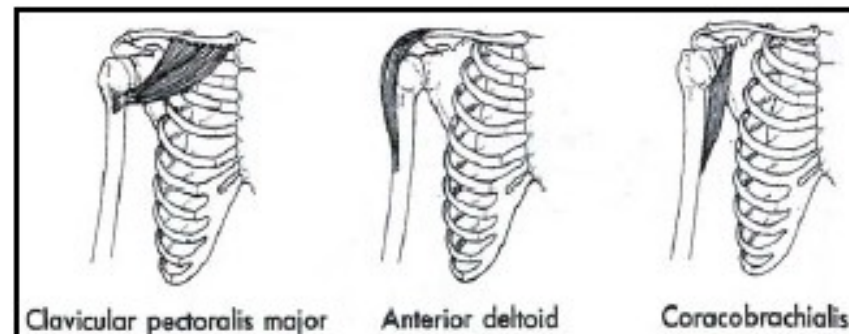
Vektor svalové síly se nachází mezi bodem otáčení a vektorem tíhové síly; příkladem je funkce m. biceps brachii při flexi v loketním kloubu (viz obr. 6.6).



**Obr. 6.6** Grafické znázornění momentu síly a jeho aplikace na oblast loketního kloubu

## Anatomie

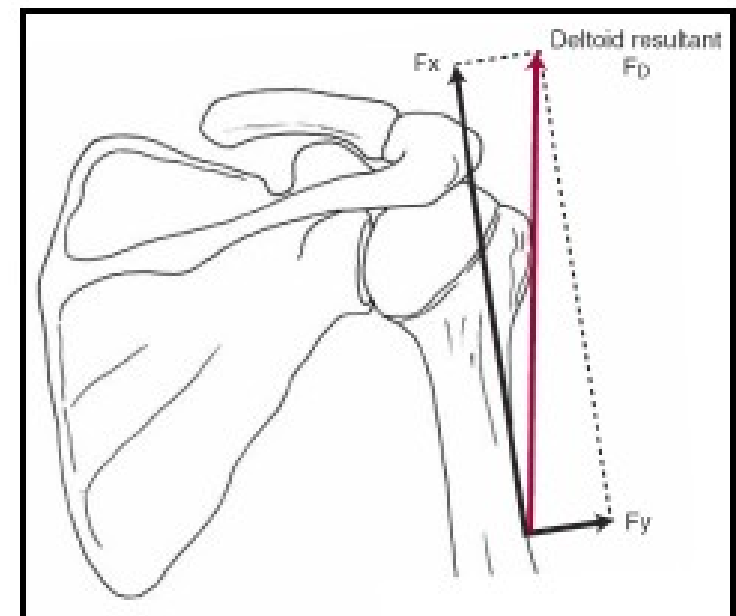
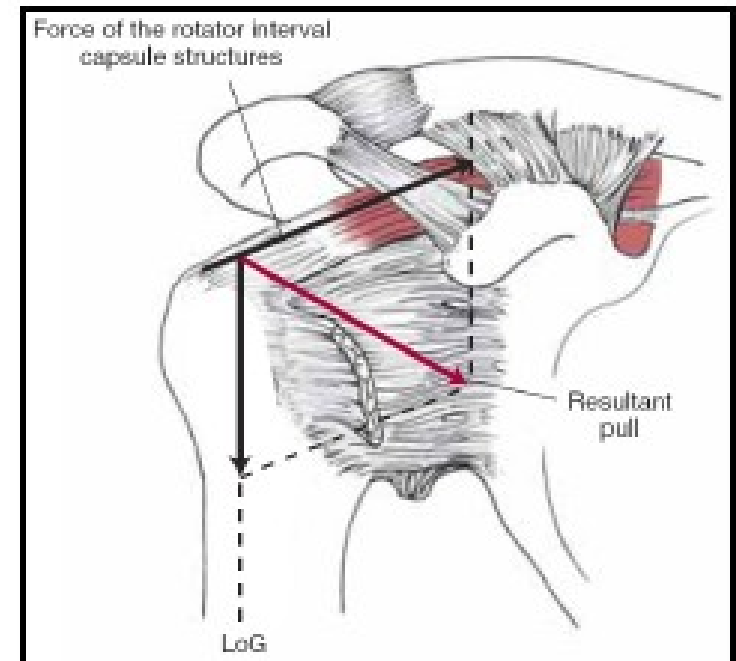
- kulový kloub volný
- spojení mezi pažní kostí a lopatkou
- 3 vazy (A. neutrální poloha, B. abdukce 45°, C. abdukce 90°, D. abdukce 90° a vnější rotace, E. abdukce 90° a vnitřní rotace)
- pohyblivost: flexe 120°, extenze 50°, abdukce 120° (s vytočení lopatky až 180°), addukce do základní polohy, rotace vnitřní/vnější 90°

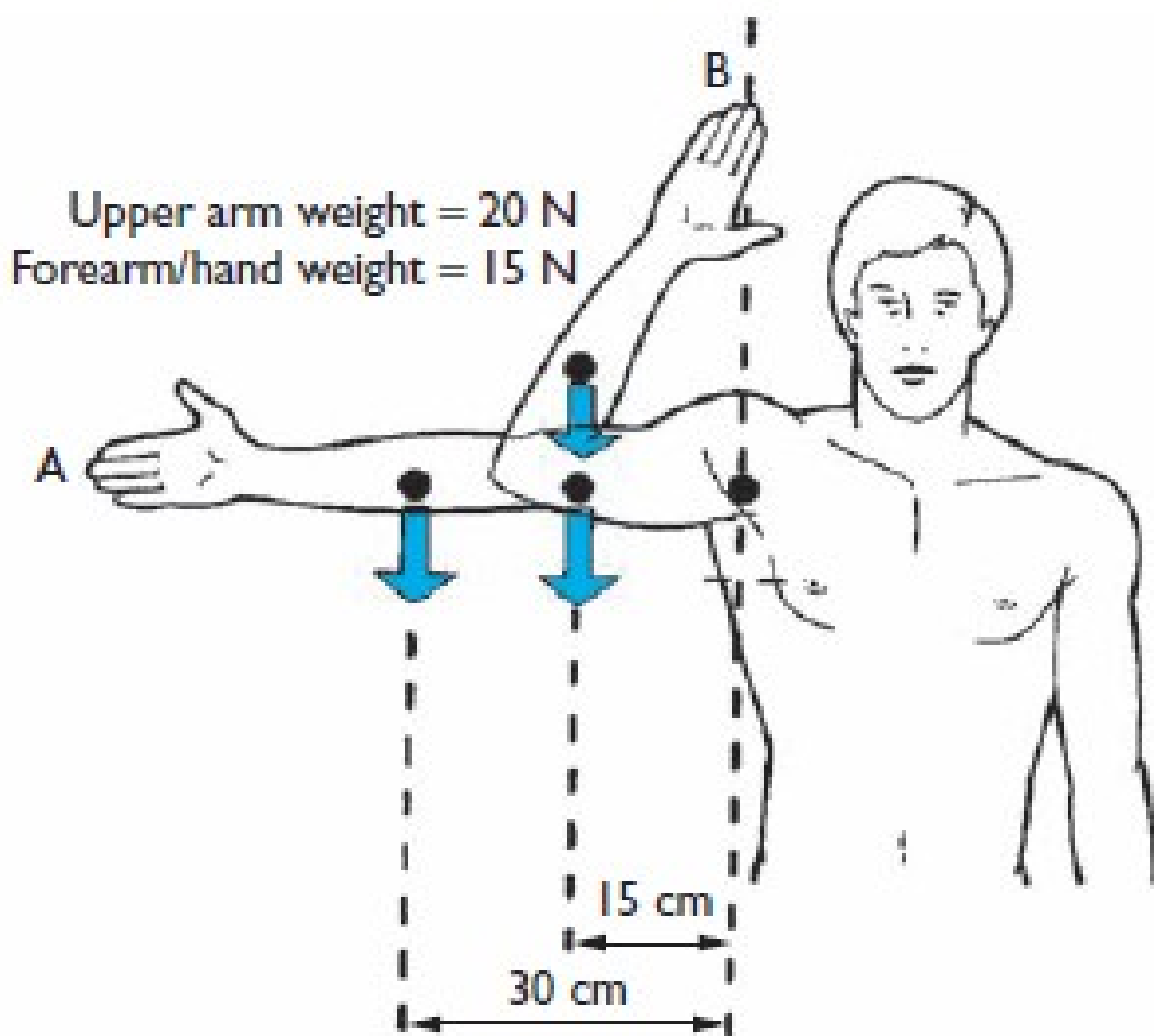
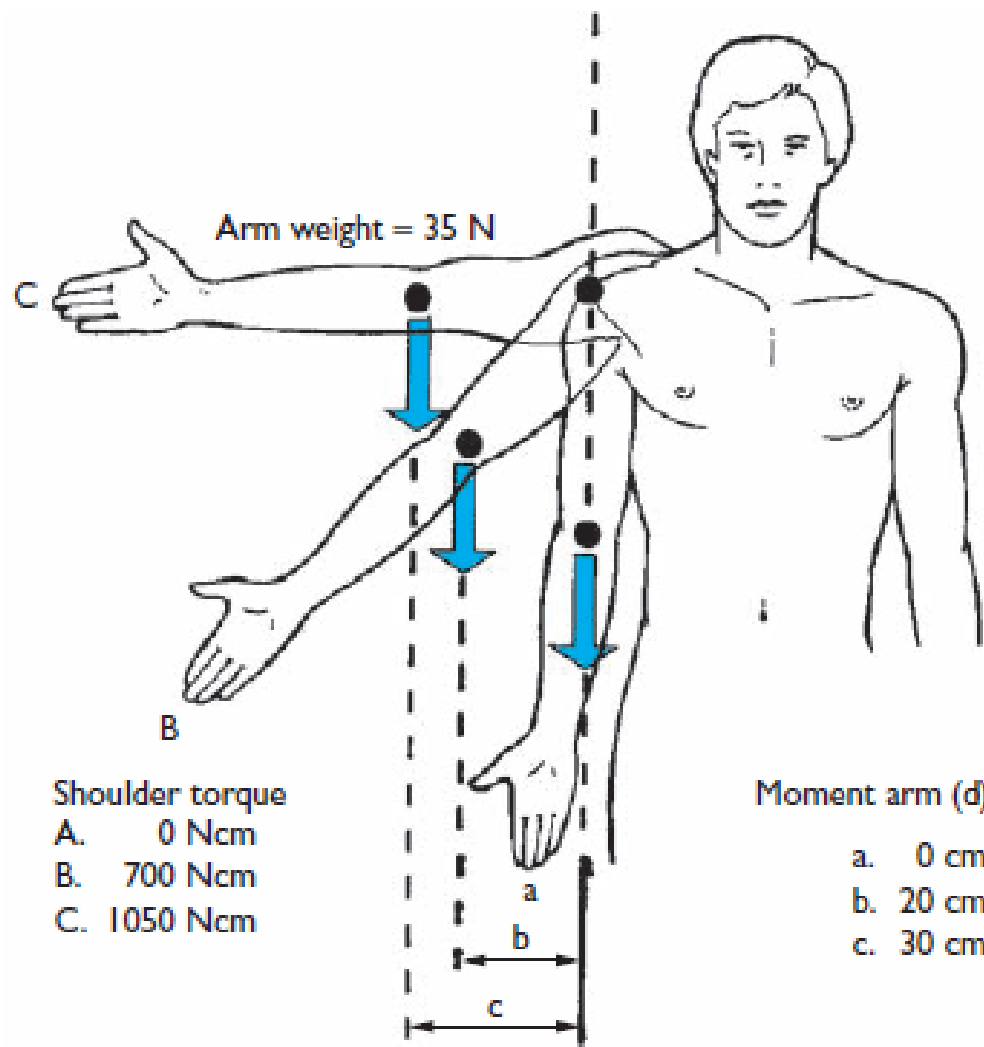


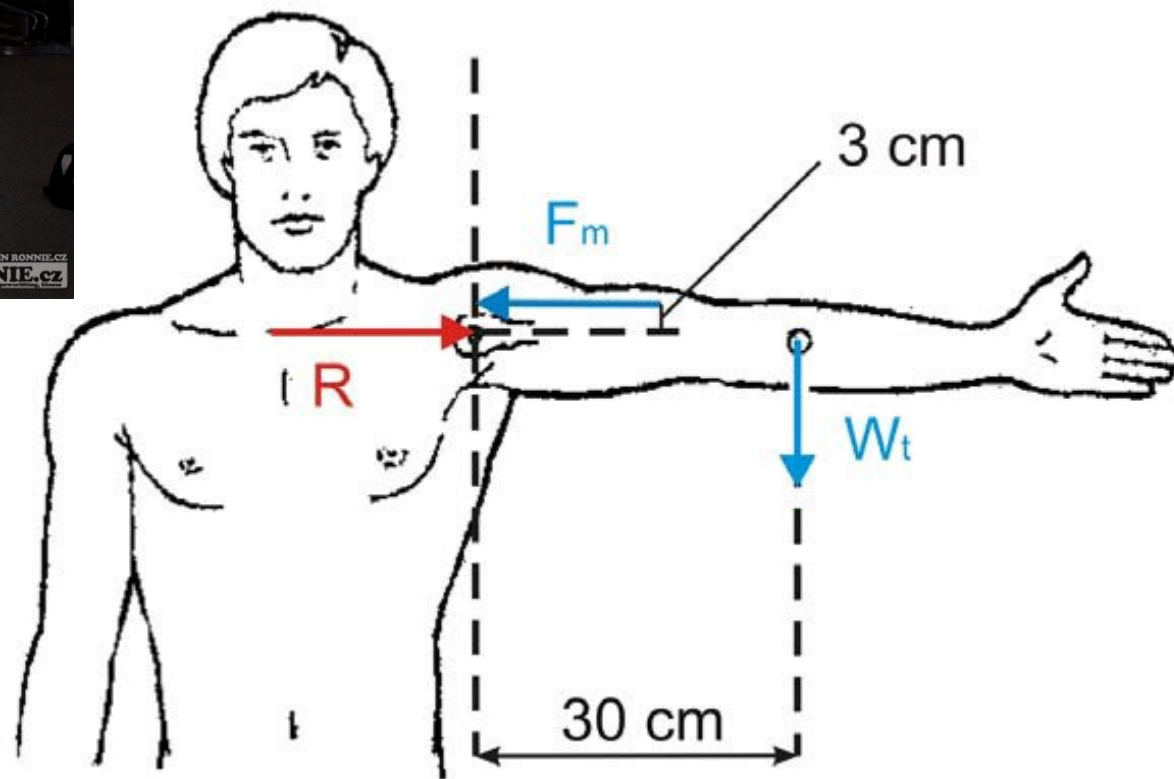


– síly působící na kloub

- flexe  $1,25 \times BW$
- abdukce  $0,85 \times BW$
- vnější rotace při  $90^\circ$  flexi  $0,29 \times BW$
- točení volantem (jedna  $1,25 \times BW$ , obě  $0,78 \times BW$ )
- česání  $0,58 \times BW$
- zatloukání hřebíku v úrovni hlavy  $1,08 \times BW$
- držení 10 kg zátěže podél těla  $1,02 \times BW$
- chůze s jednou fr. berlí  $1,05 \times BW$

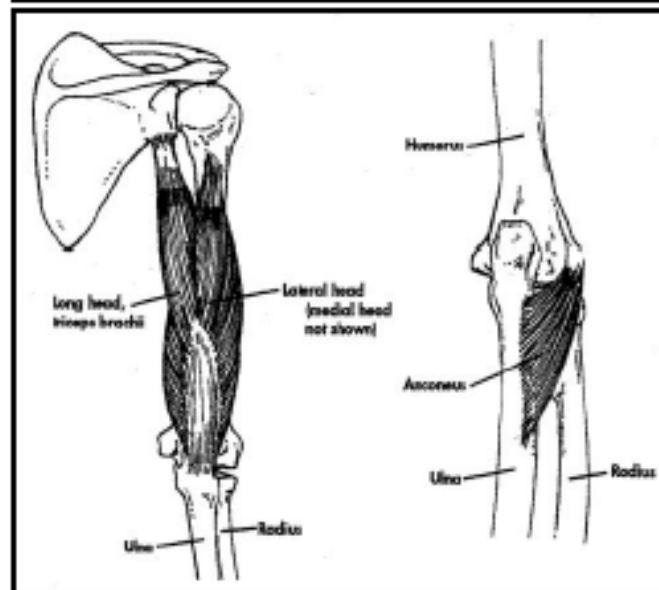
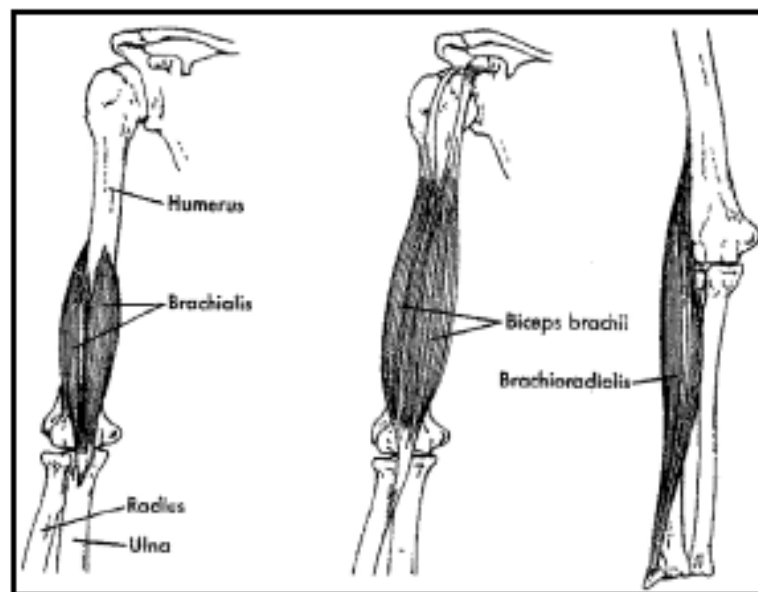
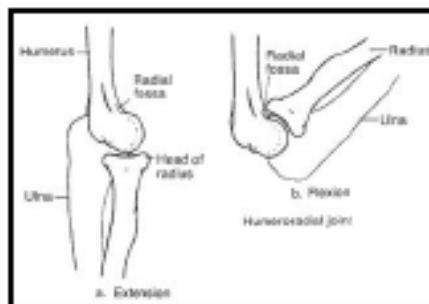
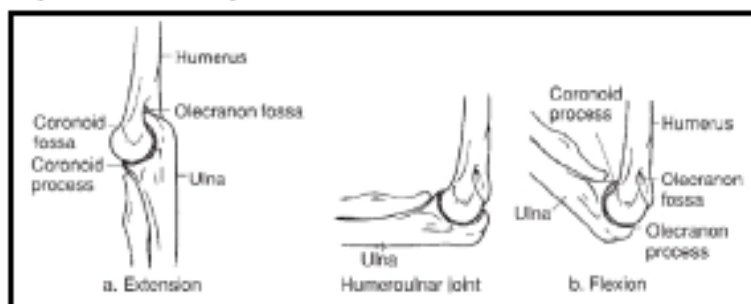






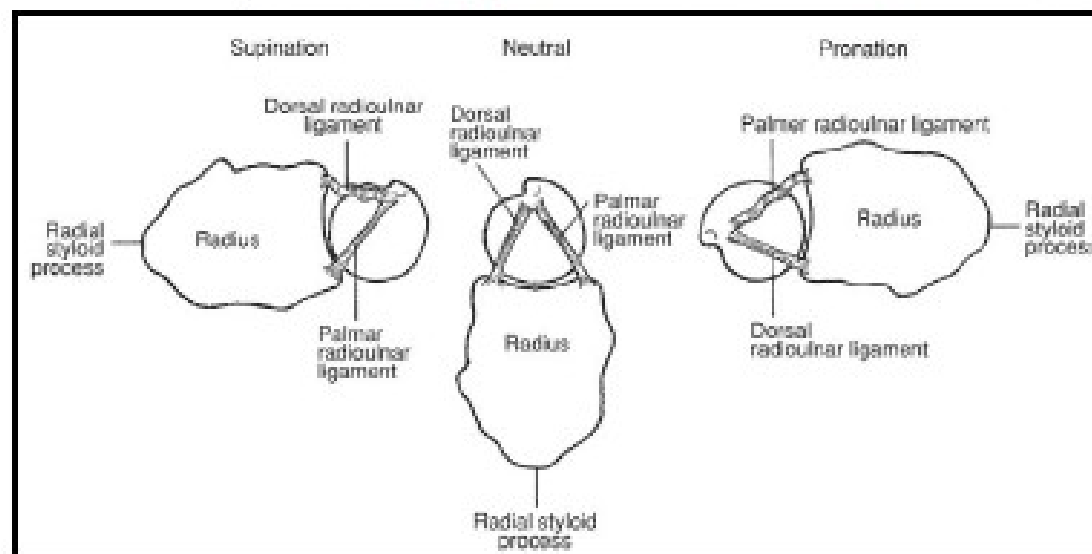
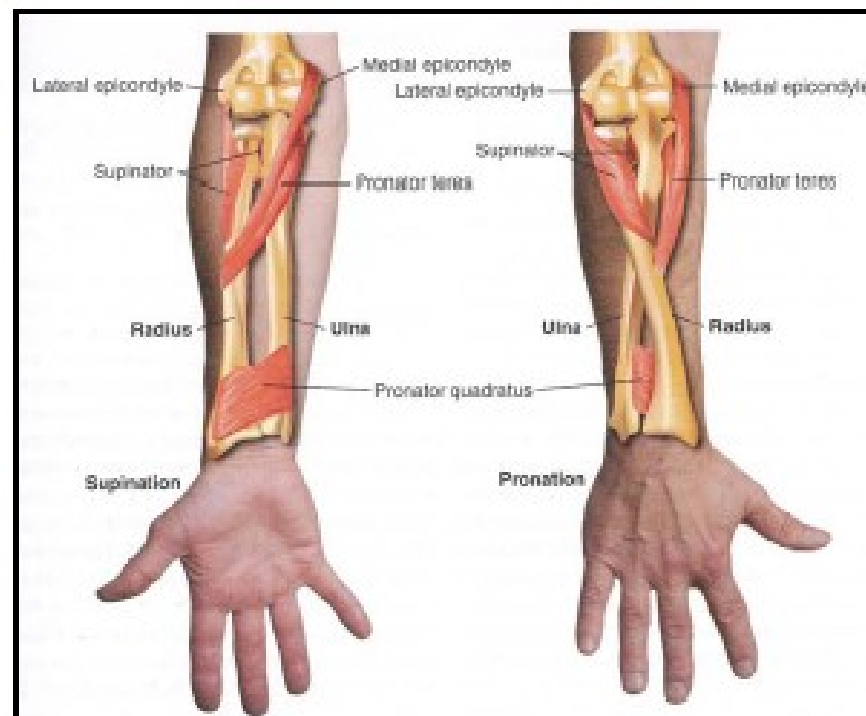
## Anatomie

- složený kloub kladkový (humerus – ulna) a kulový (humerus – radius)
- spojení mezi humerusem, ulnou a radiem
- 3 vazy
- pohyby: flexe až 145°, extenze do plného napnutí



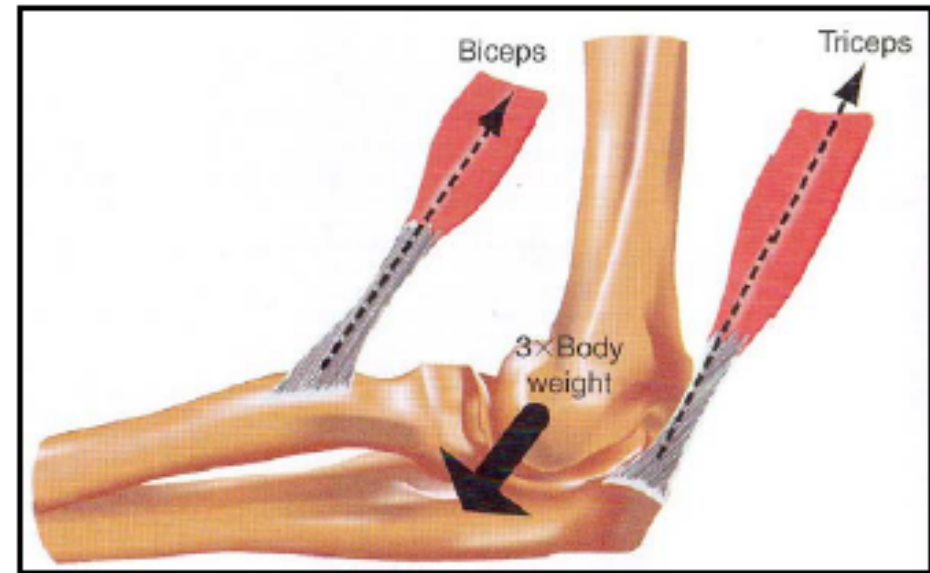
# Anatomie

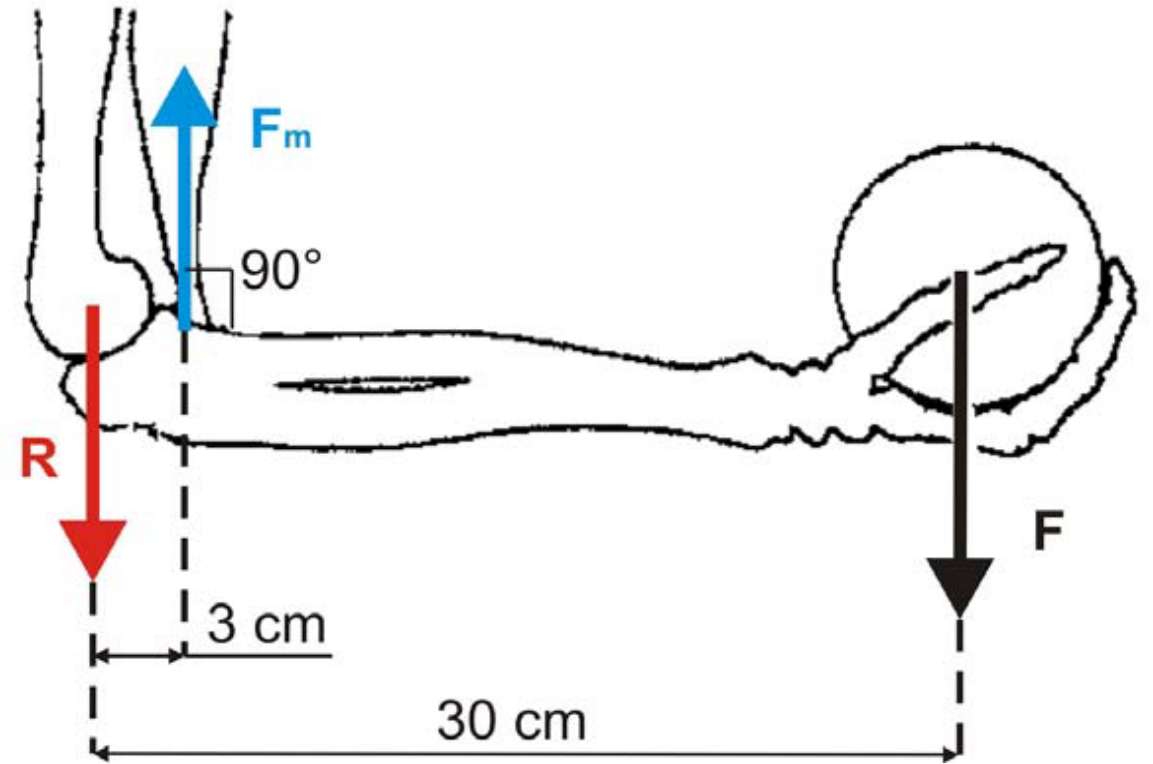
- složený kloub kladkový (humerus – ulna) a kulový (humerus – radius)
- spojení mezi humerusem, ulnou a radiem
- 3 vazy
- pohyby: flexe až  $145^\circ$ , extenze do plného napnutí, pronace  $80^\circ$  a supinace  $90^\circ$

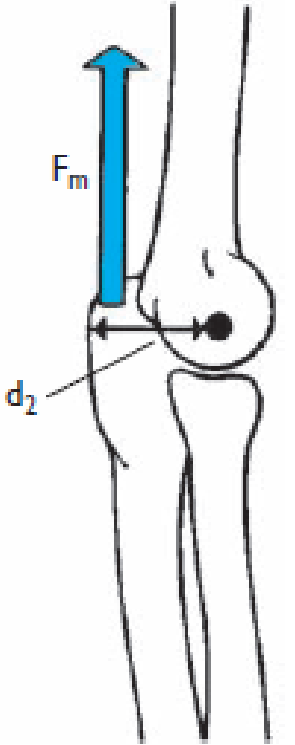
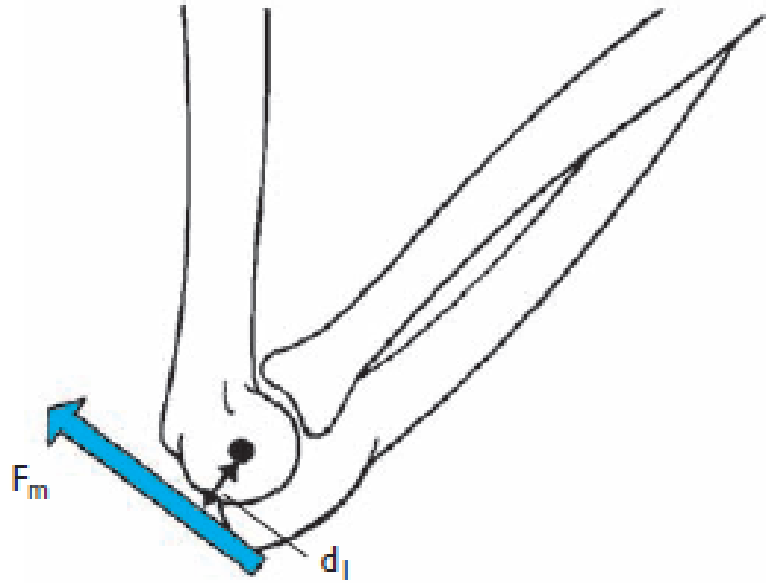


## Biomechanika

- statická zátěž kloubu v tahu je minimální (svalová aktivita)
- zátěž v tlaku (opora, pád,...)  $F_{\max}$  cca  $5 \times BW$
- zátěž kloubu při aktivitách
  - oblékání, jídlo cca 300 N
  - při držení zábradlí během chůze do schodů cca 1 700 N
  - běžné denní aktivity  $F_{\max}$  cca  $0,5 \times BW$
  - maximální isonetrická síla m. biceps  $F_{\max}$   $3 \times BW$



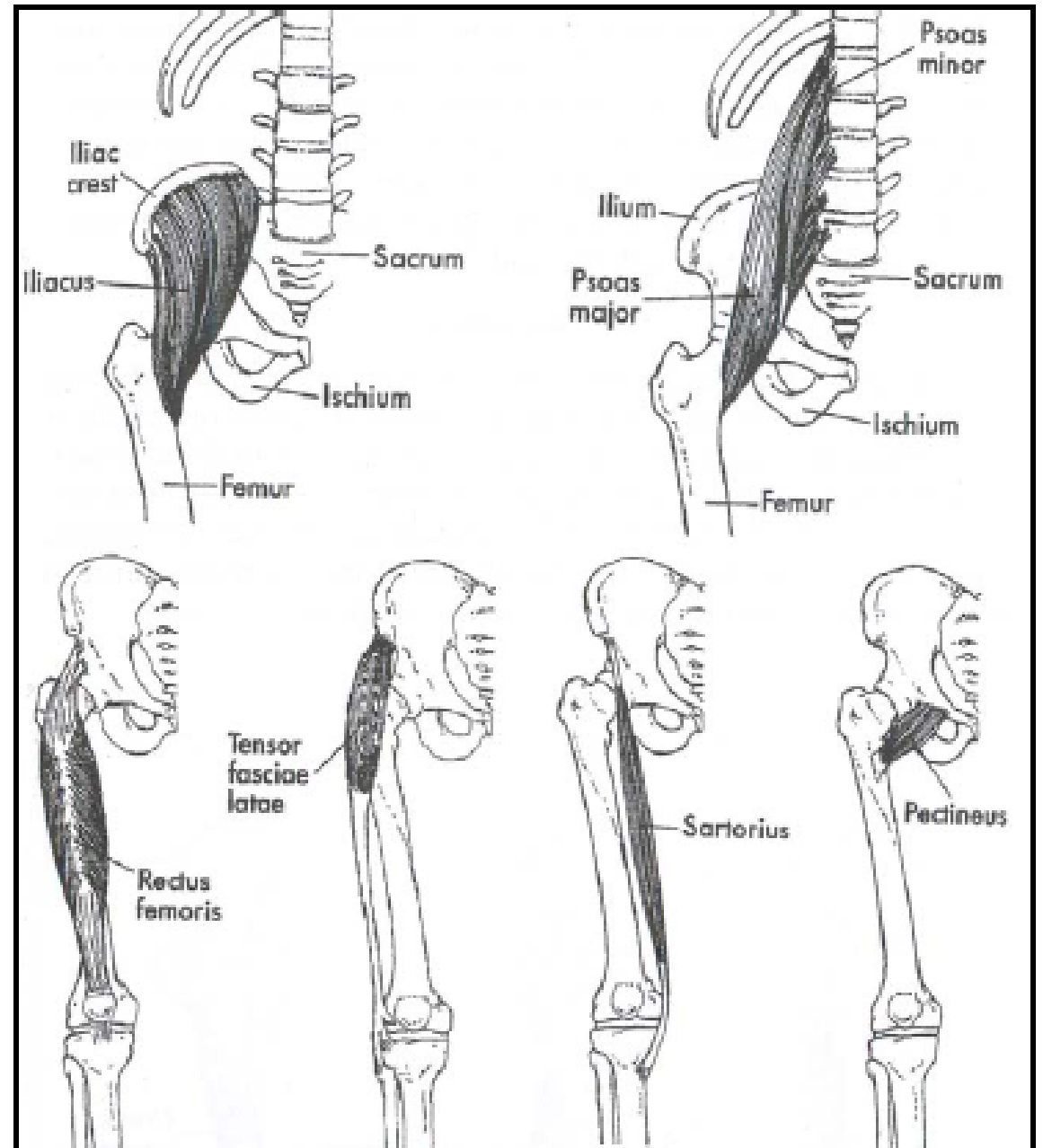
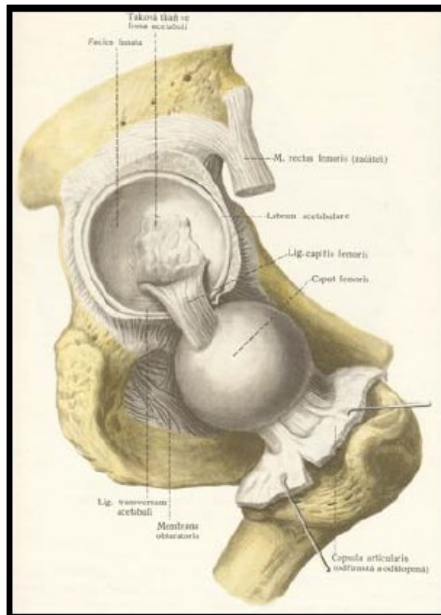


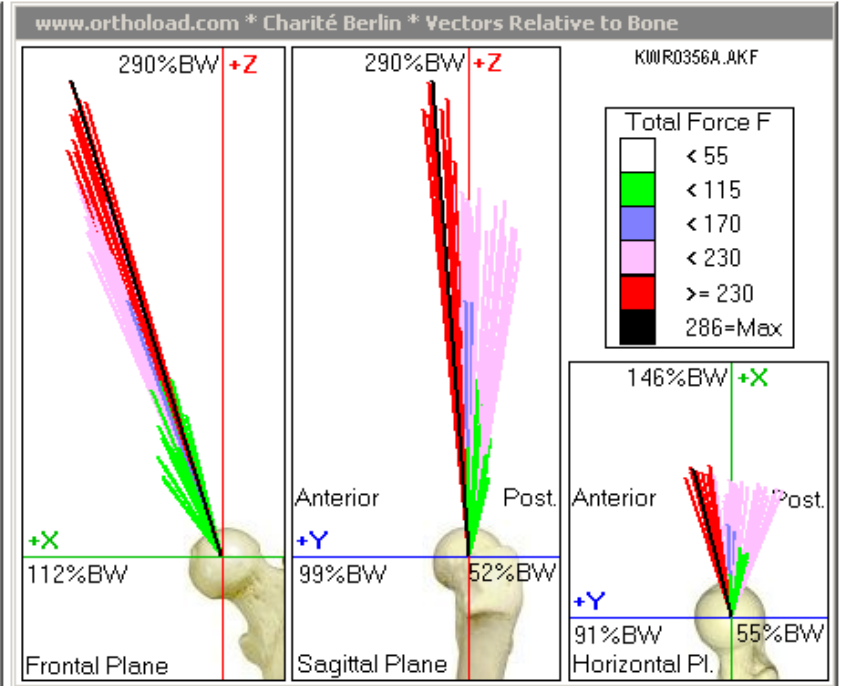
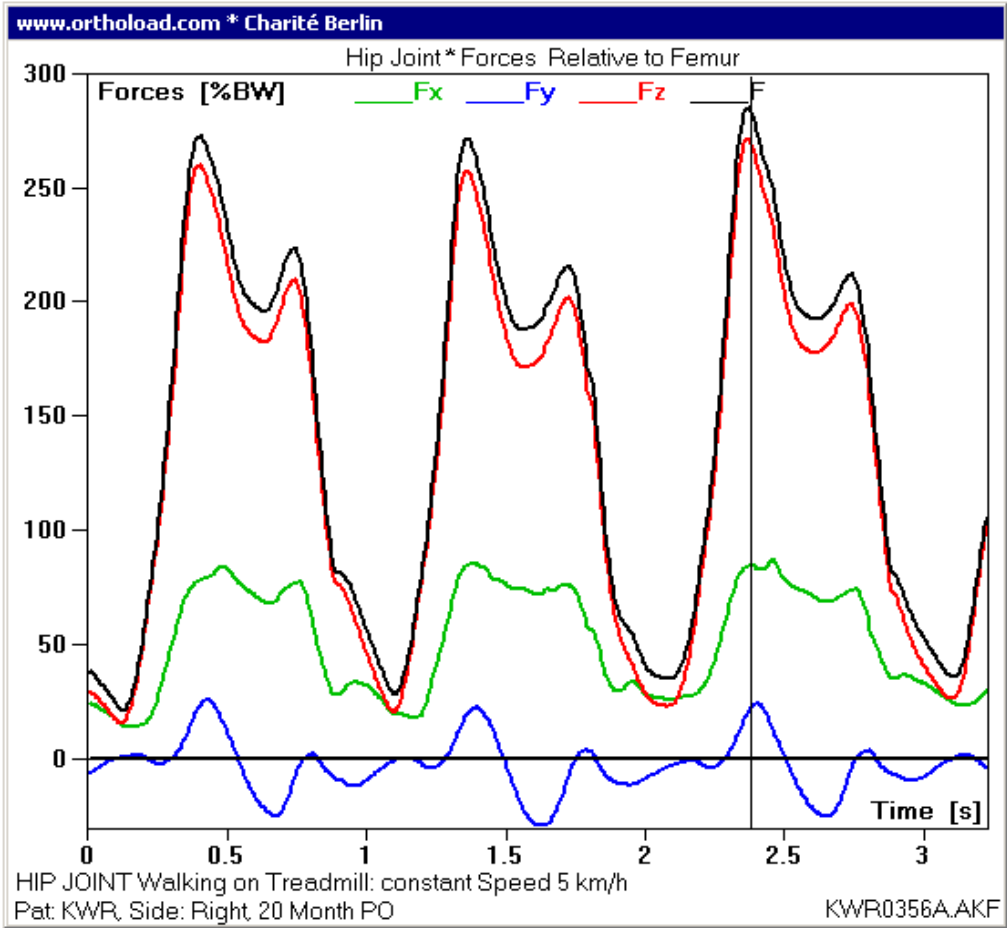




# Anatomie

- kulový kloub
- kontakt stehenní kosti s pánví
- kloubní chrupavky
- 1 vnitřní + 4 vnější vazy a pouzdro
- 16 svalů podílejících se na pohybu





Loads (Seconds, %BW, N\*m)

	No.	Time	Fx	Fy	Fz	F	Mx	My	Mz	M	Mrk.
Min	1	0,0	14	-29	15	21	0	0	0	0	0
Max	648	3,238	87	26	272	286	0	0	0	0	0
Now	476	2,376	85	21	272	286	0	0	0	0	0

Info Patient

Body Weight: 740.0 N

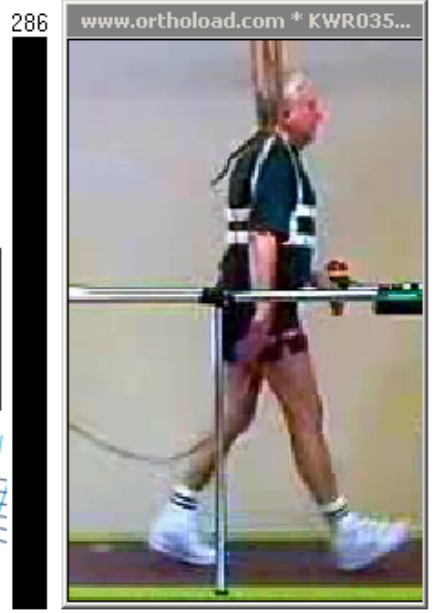
Rotation Bone to Implant around

Axis: 1. Z 2. X 3. Y

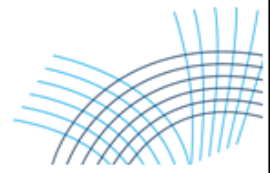
Degree: -2.0 9.0 0.0

Video

	No.	Time
Min	0	0,00
Max	82	3,28
Now	59	3,2



Ortho↓load



## Biomechanika

- namáhání kostních tkání
- velikost působících sil

## Chůze

- normální  $F_{\max}$  cca 2,5 x BW
- rychlá (8 km/h)  $F_{\max}$  cca 5,0 x BW

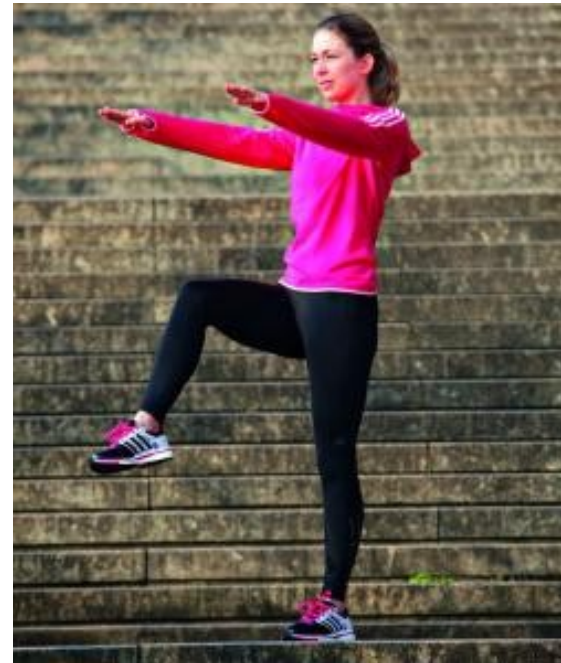
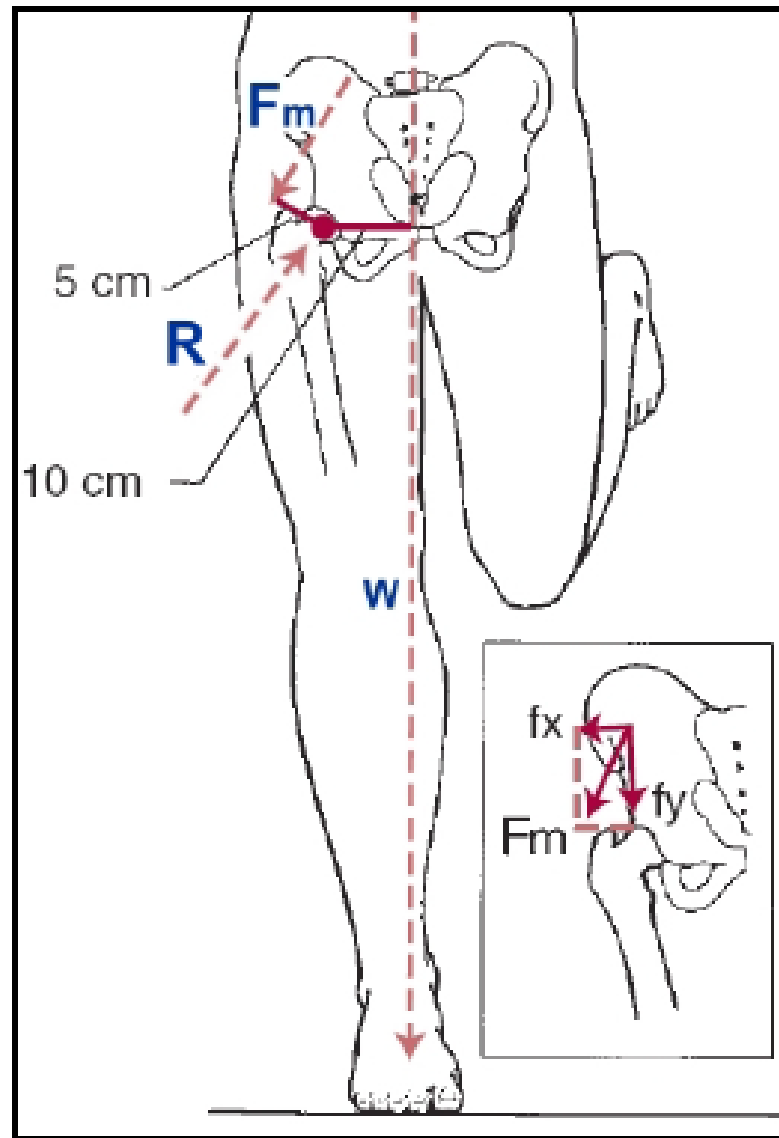
## Schody

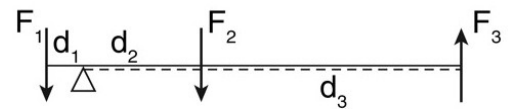
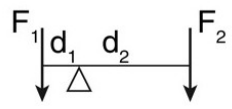
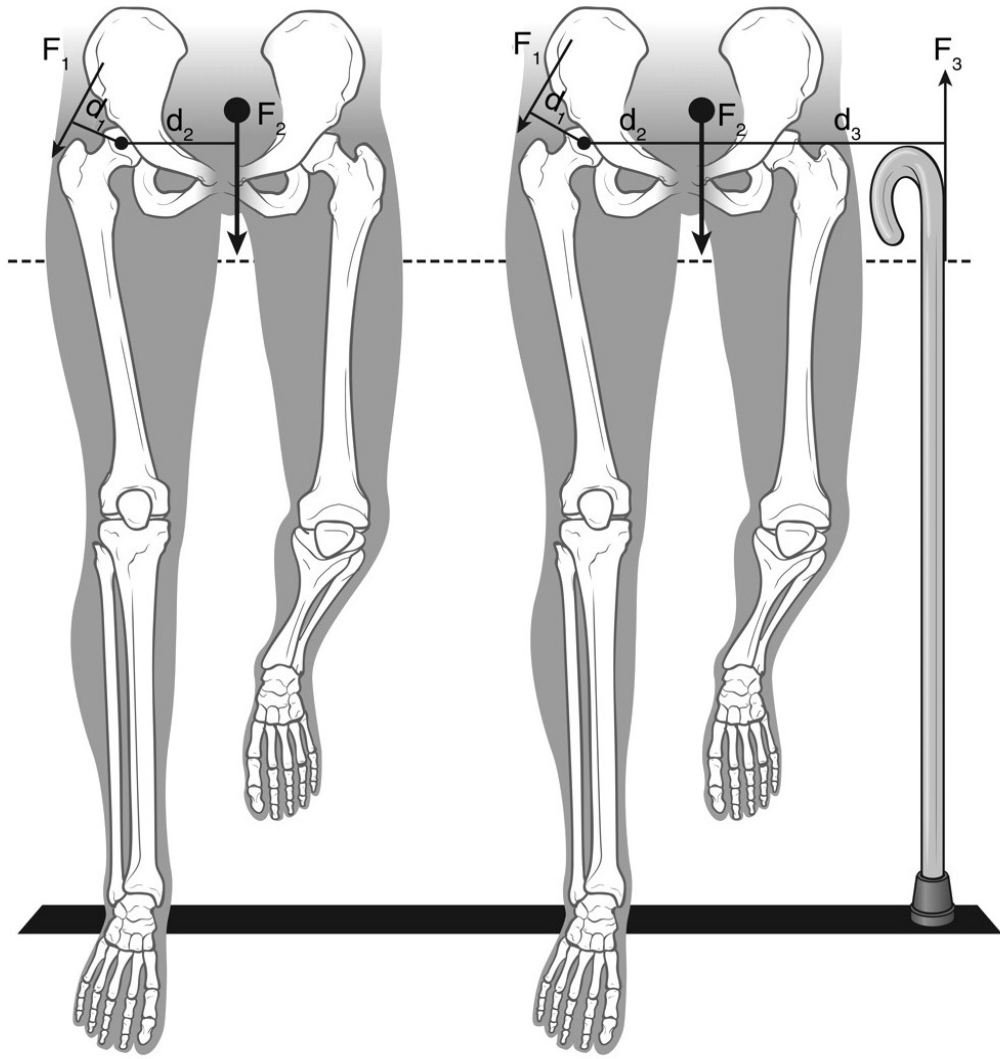
- dolu  $F_{\max}$  cca 3,5 x BW
- nahoru  $F_{\max}$  cca 3,0 x BW

## Skákání na trampolině

- obě nohy  $F_{\max}$  cca 2,5 x BW
- jedna noha  $F_{\max}$  cca 4,5 x BW







## Anatomie

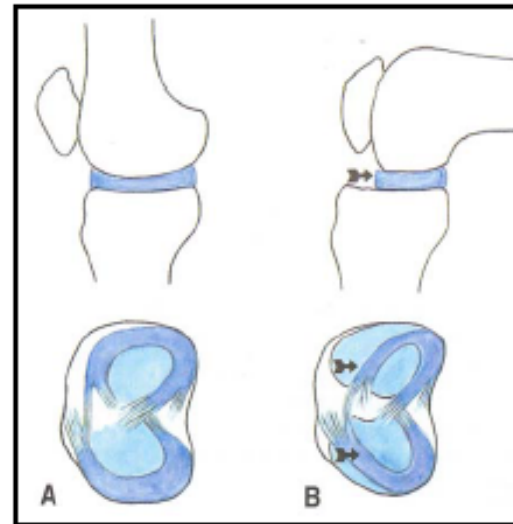
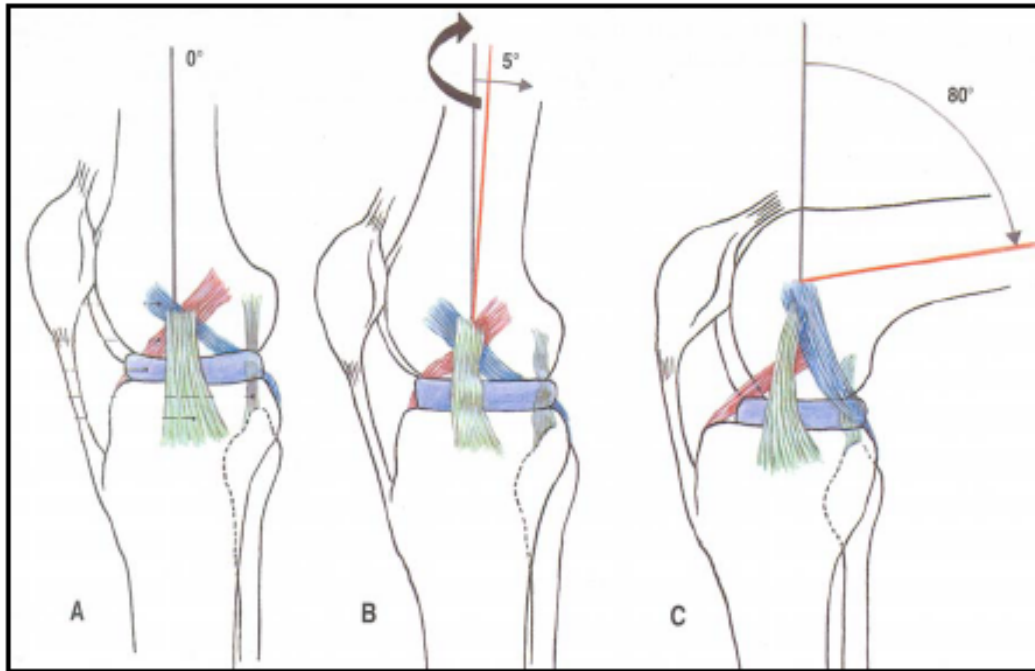
- kloub složený (femur, tibie a patela)
- mezi styčnými plochami kloubu jsou menisky
- 2 vnější + 4 vnitřní vazy a kloubní pouzdro
- pohyb kloubu: flexe, extenze (a rotace)

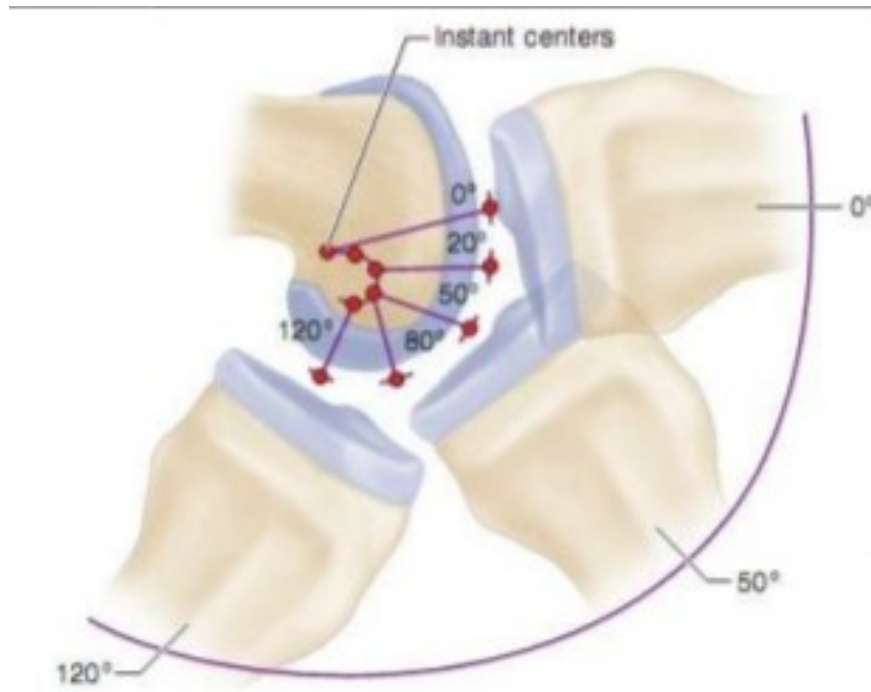
flexe  $130^{\circ}$  –  $160^{\circ}$

extenze  $5^{\circ}$

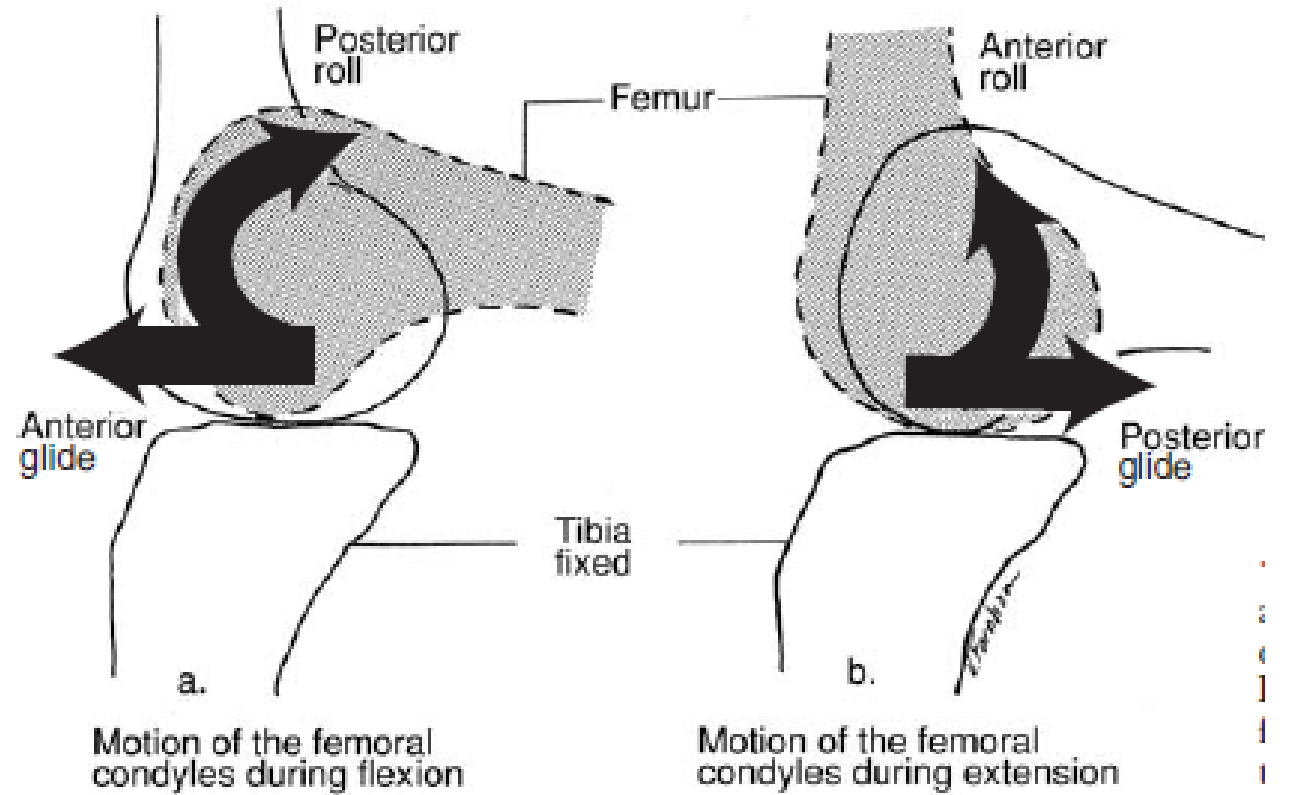
vnitřní rotace  $5^{\circ}$  -  $10^{\circ}$  (s flexí)

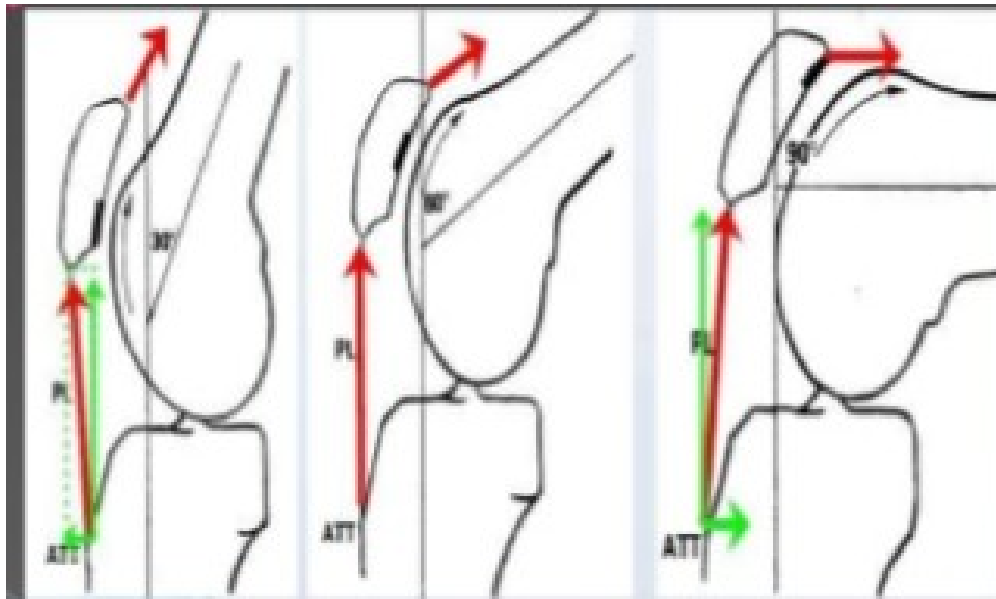
zevní rotace  $30^{\circ}$  -  $50^{\circ}$  (s flexí)



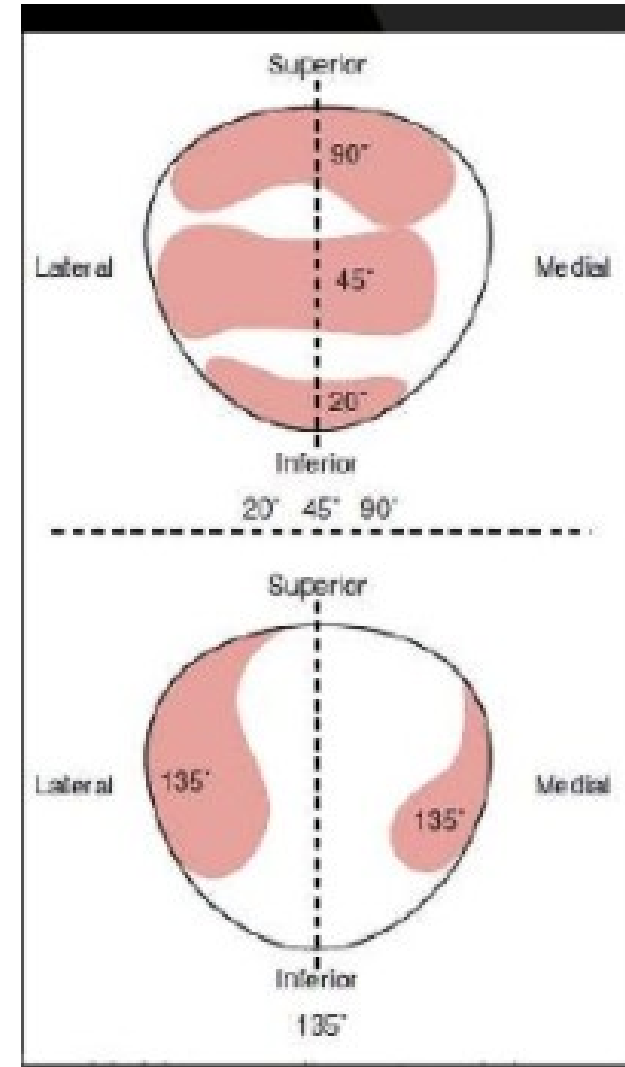


**FIGURE 7-11** Transverse axis of flexion and extension of knee constantly changes and describes J-shaped curve around femoral condyles.



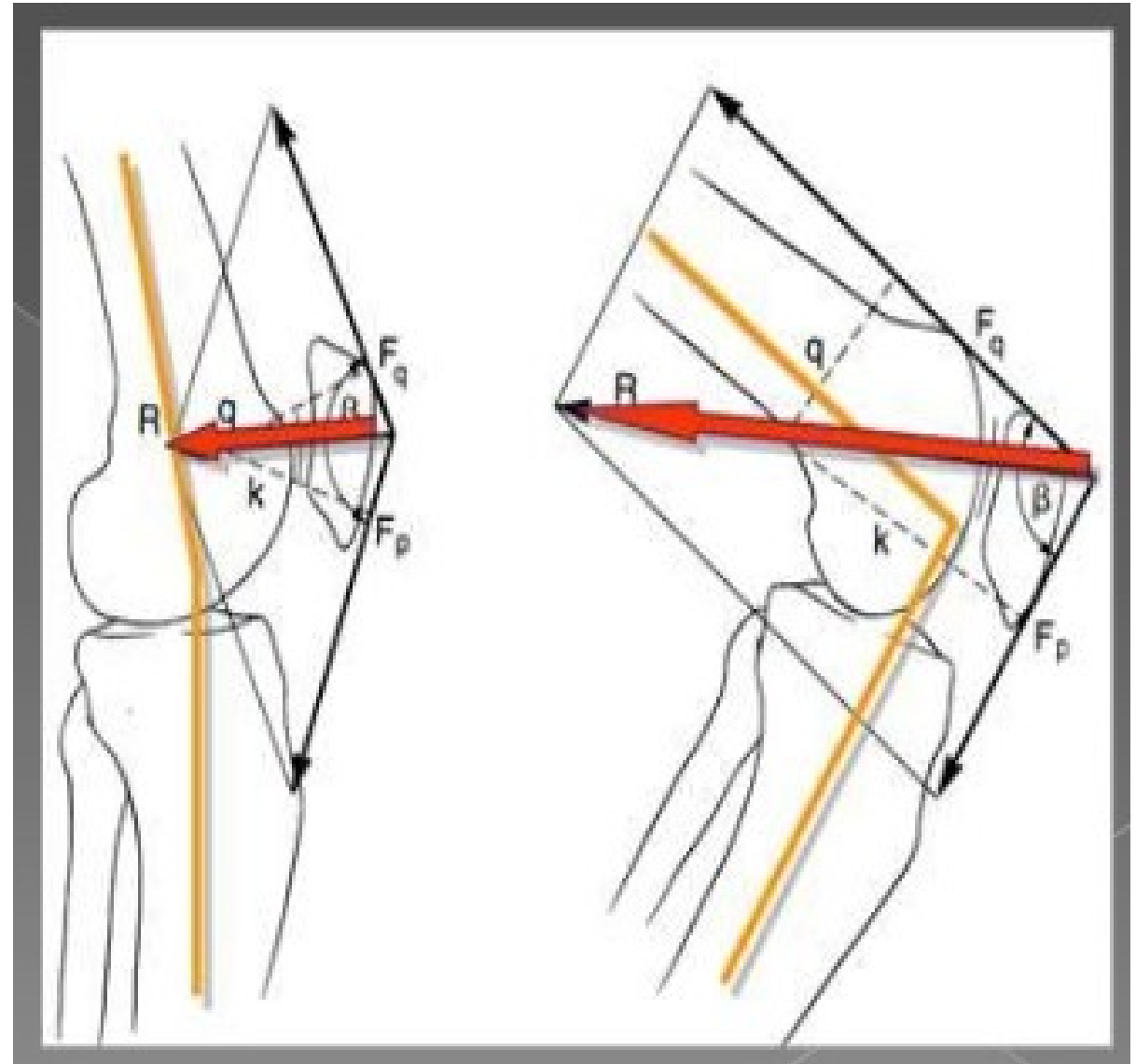


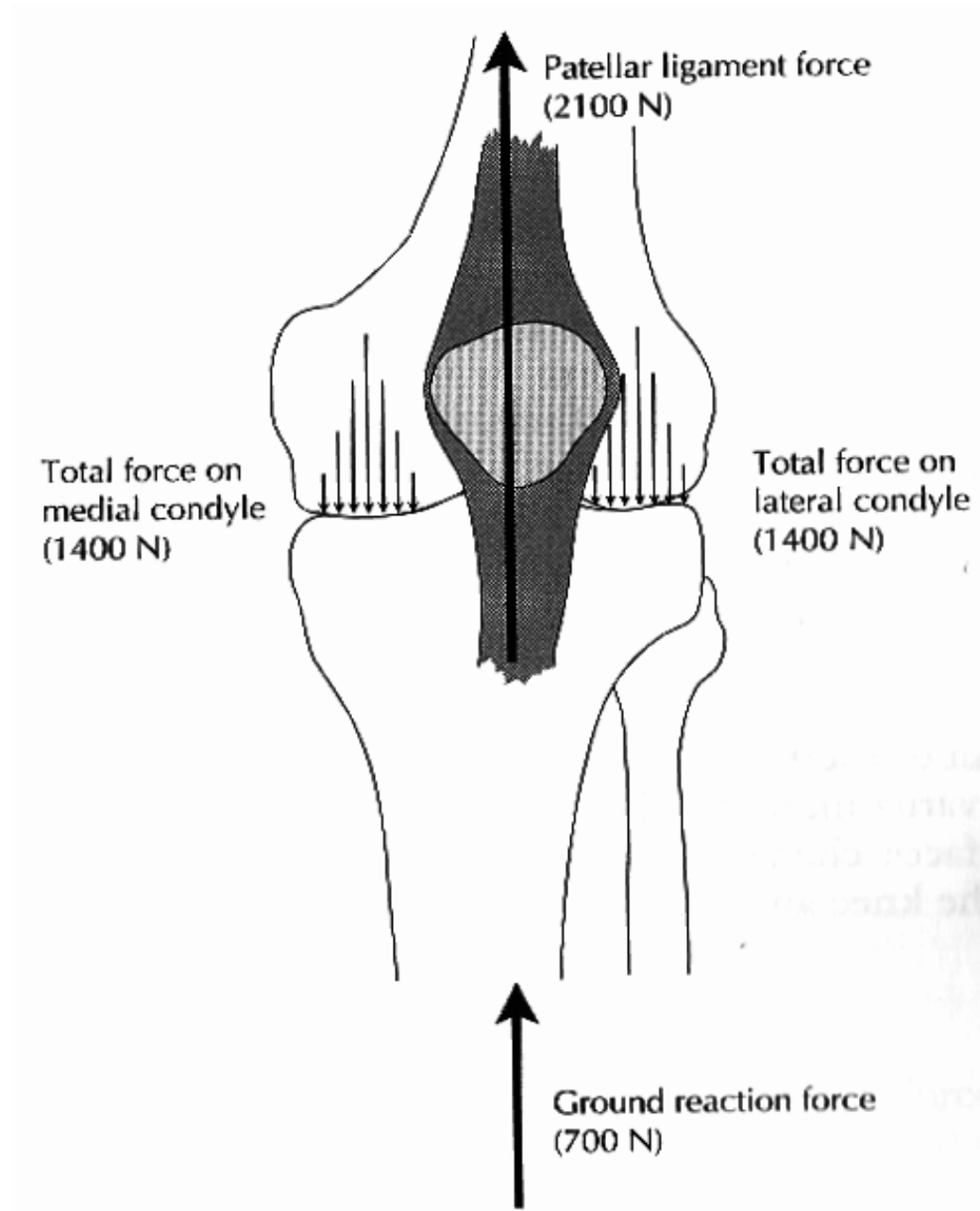
**FIGURE 7-10** Patella acts to lengthen extensor lever arm, displacing force vectors of quadriceps and patellar tendons away from center of rotation (COR) of knee. Length of extensor lever arm changes with varying amounts of knee flexion.







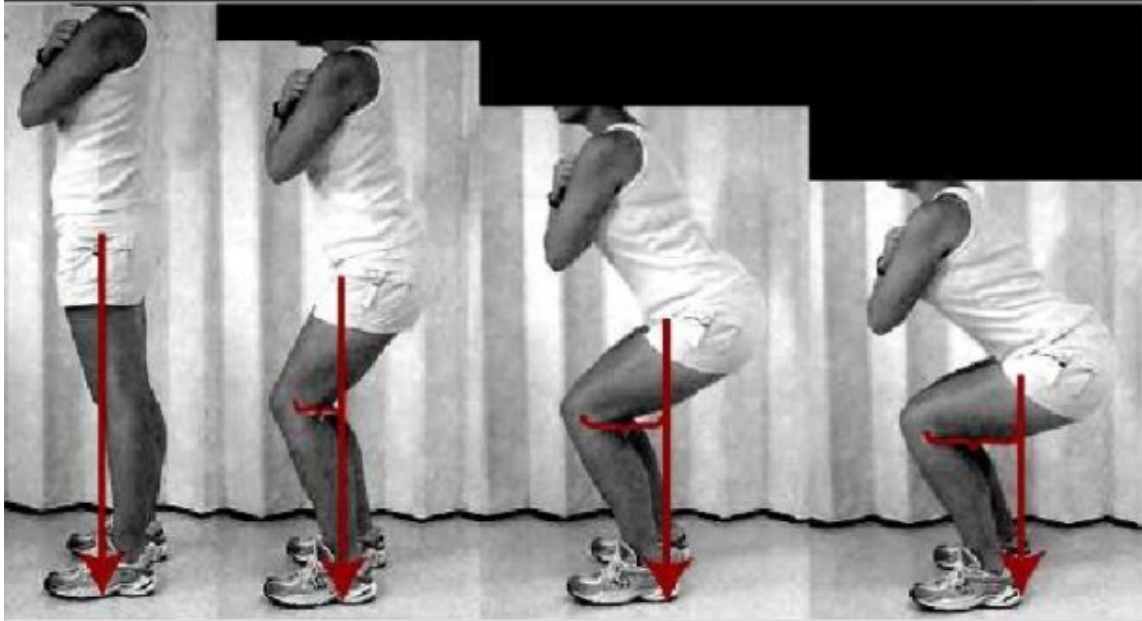




Activity	Patellofemoral joint		Tibiofemoral joint (compression)		Tibiofemoral joint (anterior shear)	
	Knee angle (°)	Force (× BW)	Knee angle (°)	Force (× BW)	Knee angle (°)	Force (× BW)
Walking	10	0.5	15	3.0–3.5	5	0.4
Squatting	140	6.0–7.6	140	5.0–5.6	140	2.9–3.5
Rising from a chair	120	3.1	120	3–7	120	2.3
Stair climbing/descent	60	3.3	45–60	3.8–4.3	5	0.6

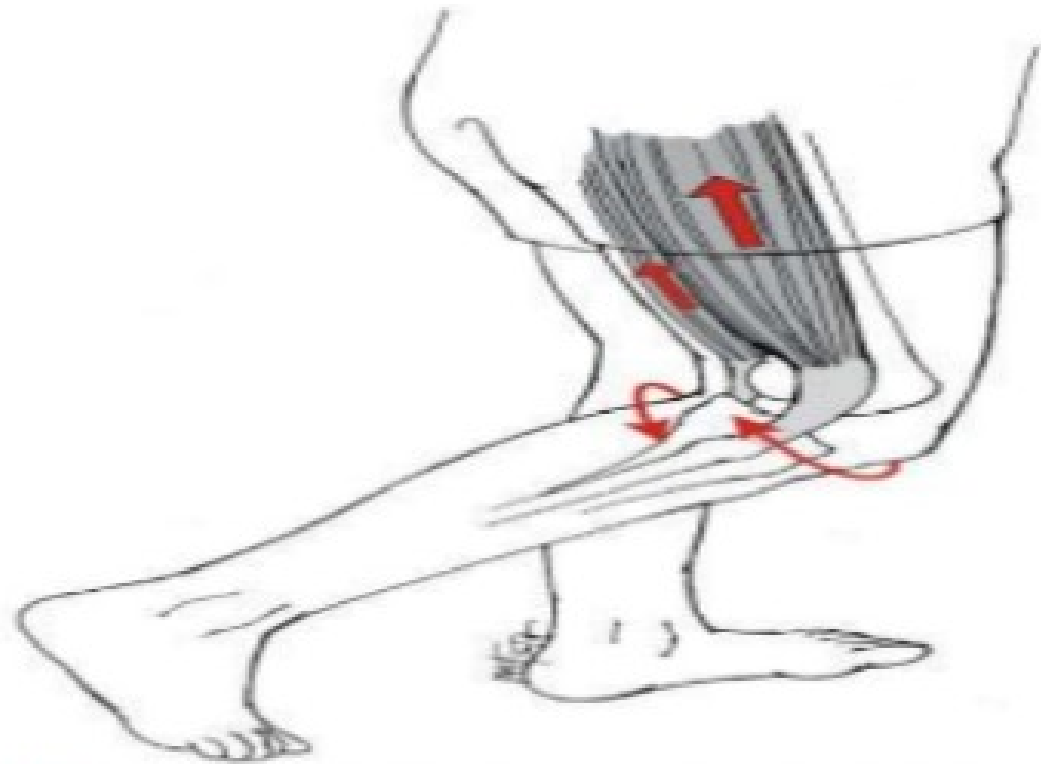


## LOG & MOVEMENT ARM (MA) DURING SQUATTING



## LOG & MOVEMENT ARM (MA) DURING NON-WEIGHT BEARING

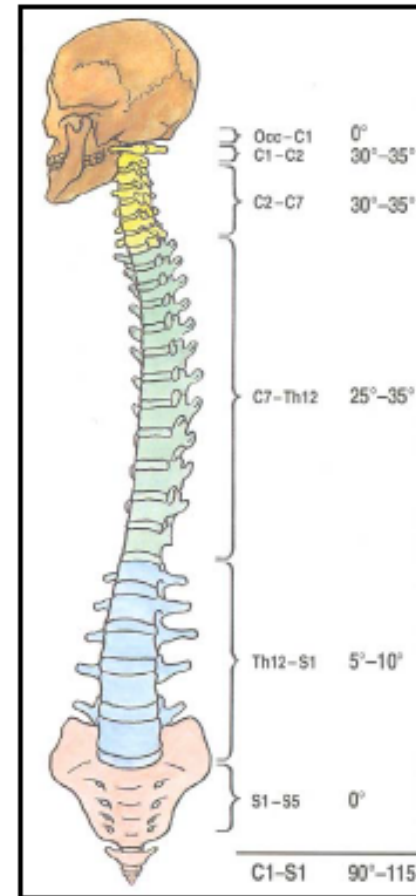
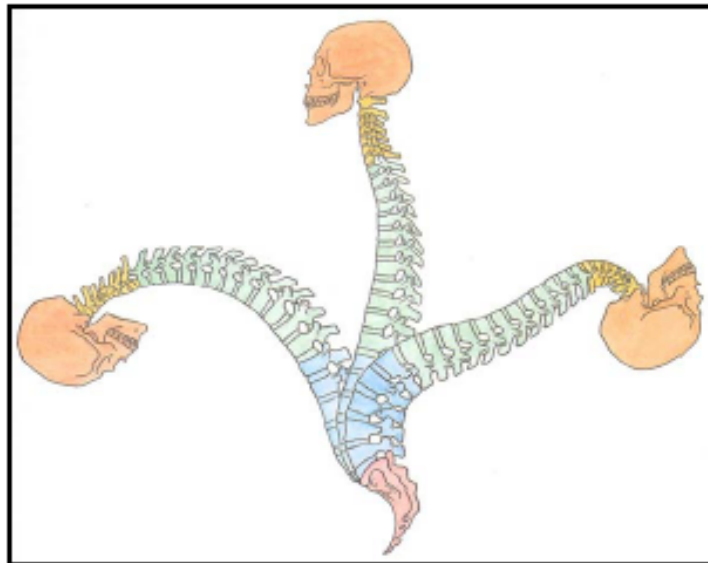




**Figure 42.11:** When contracting alone, the medial hamstrings produce medial rotation of the knee with knee flexion; the lateral hamstrings produce lateral rotation with knee flexion.

## Anatomie

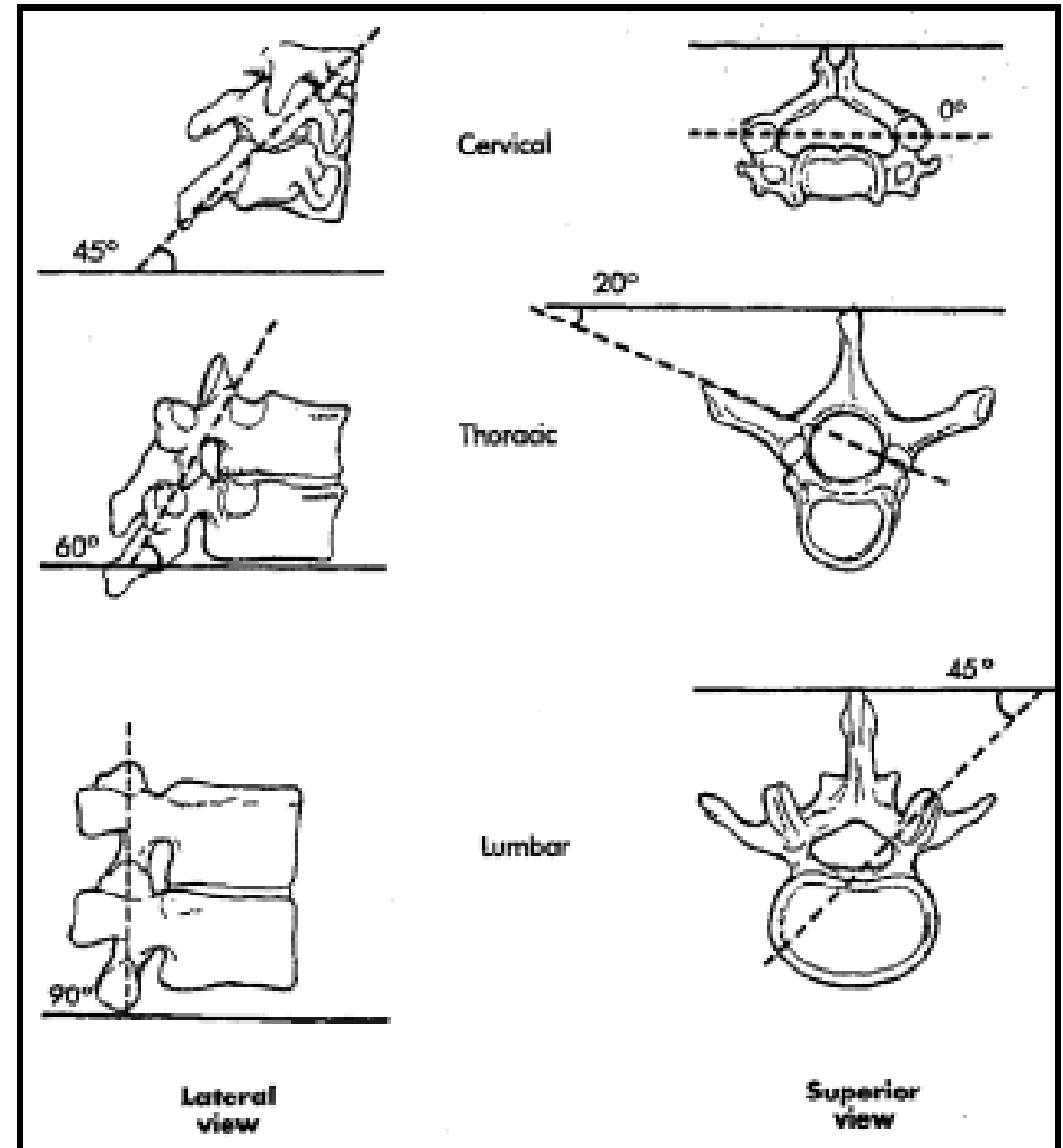
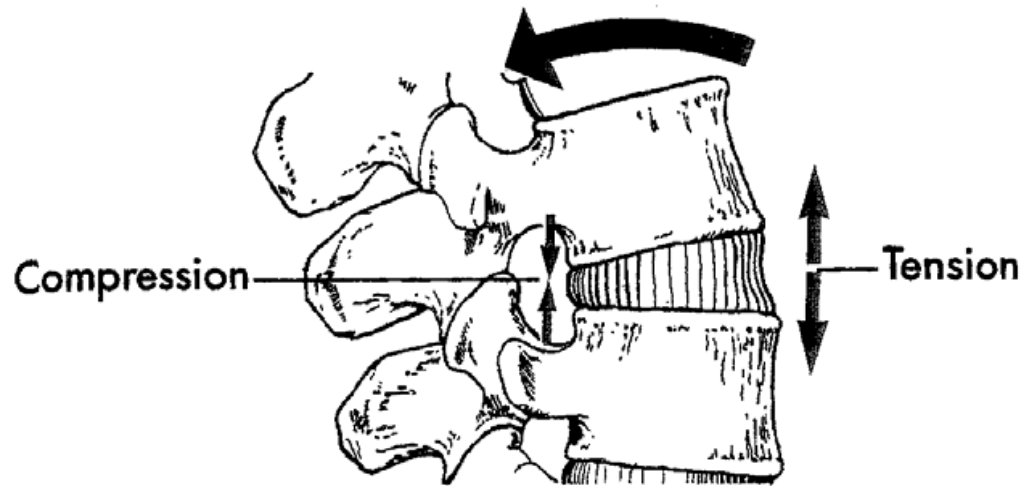
- 7 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových (srostlé) a 4-5 kostrčních obratlů
- zakřivení (lordóza, kyfóza)
- pohyblivost: flexe / extenze ( $90^\circ$  /  $90^\circ$  krční,  $10^\circ$  /  $5^\circ$  hrudní,  $23^\circ/90^\circ$  bederní); lateroflexe ( $30^\circ$  krční,  $4^\circ$  hrudní,  $35^\circ$  bederní); rotace ( $35^\circ$  krční,  $35^\circ$  hrudní,  $10^\circ$  bederní)

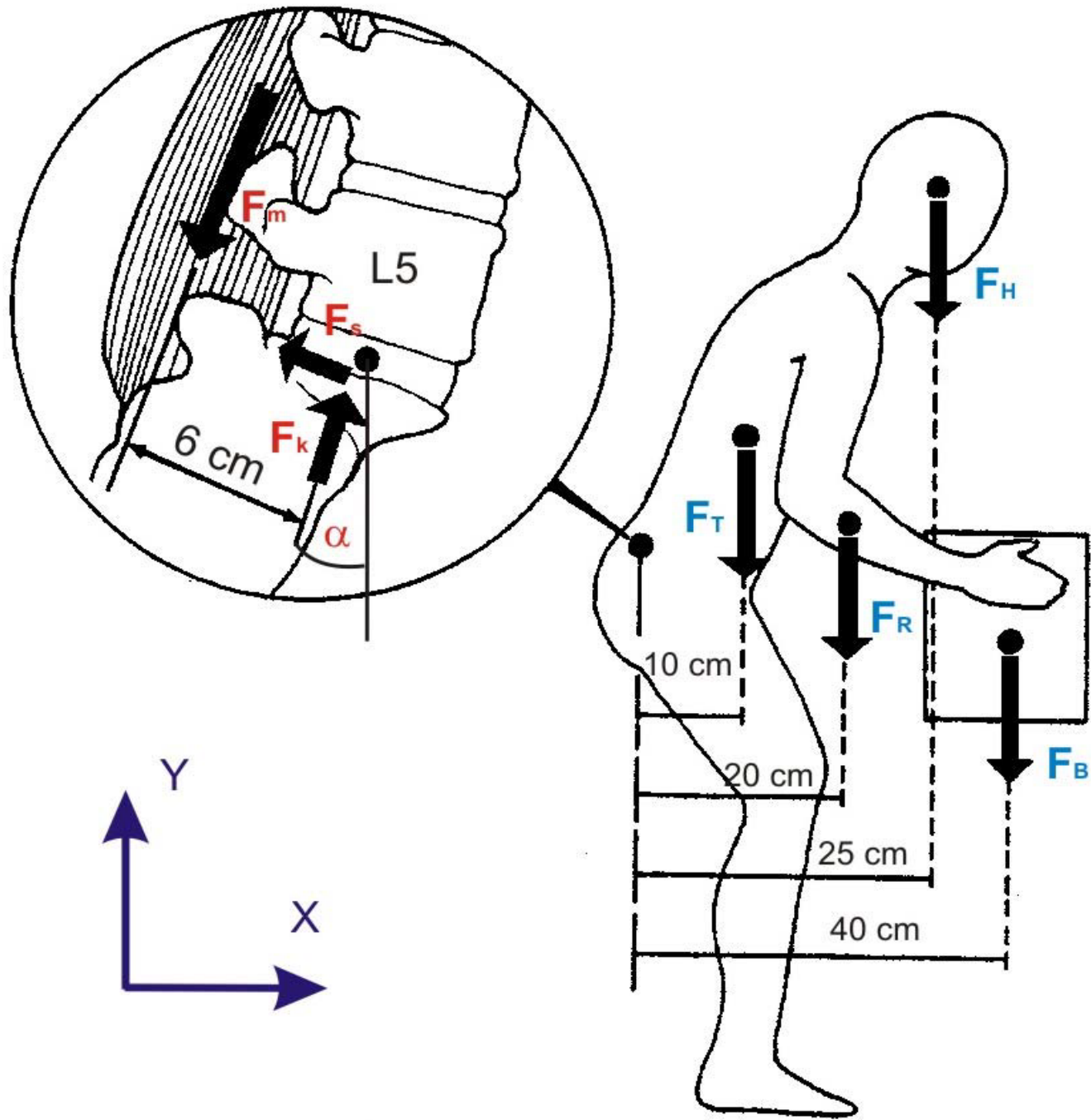




# Anatomie

- obratlové tělo + výběžky
- kloubní plochy
- v každé části páteře jiná stavba obratle





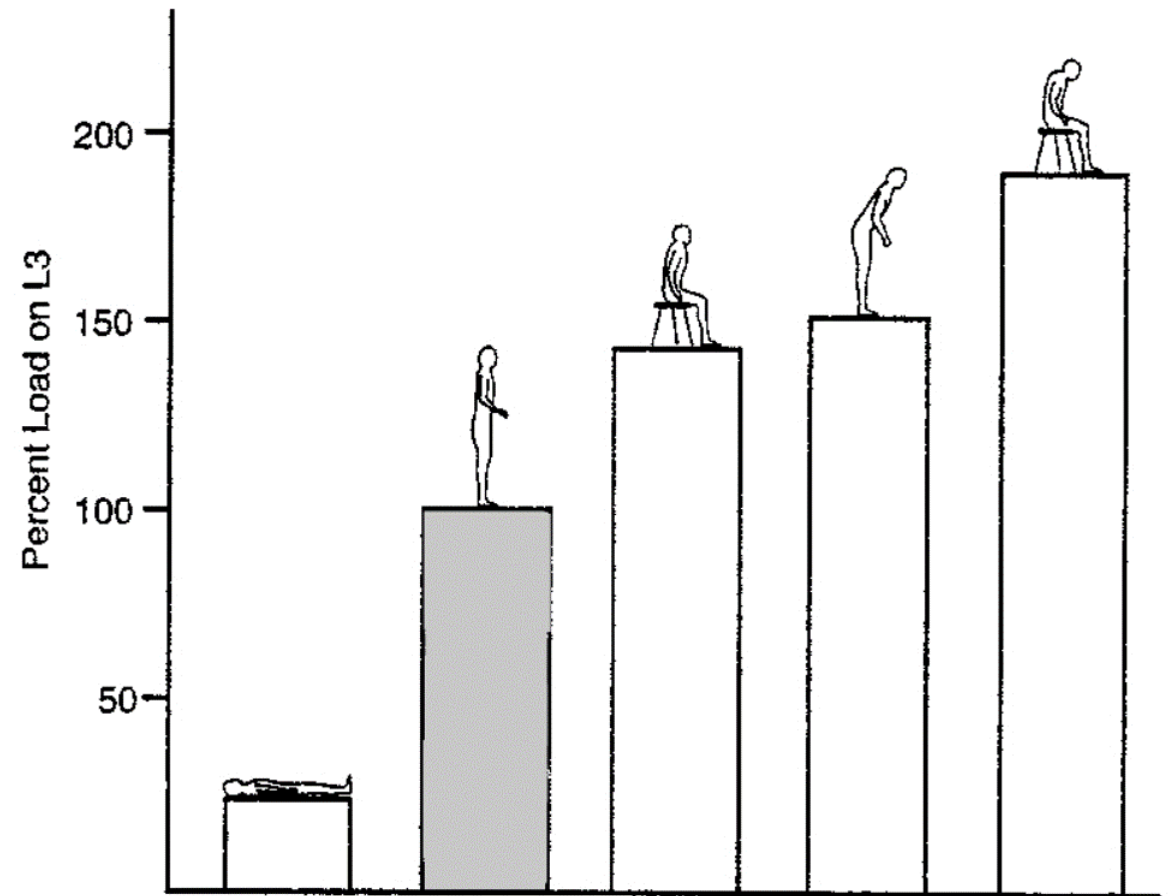
# Biomechanika

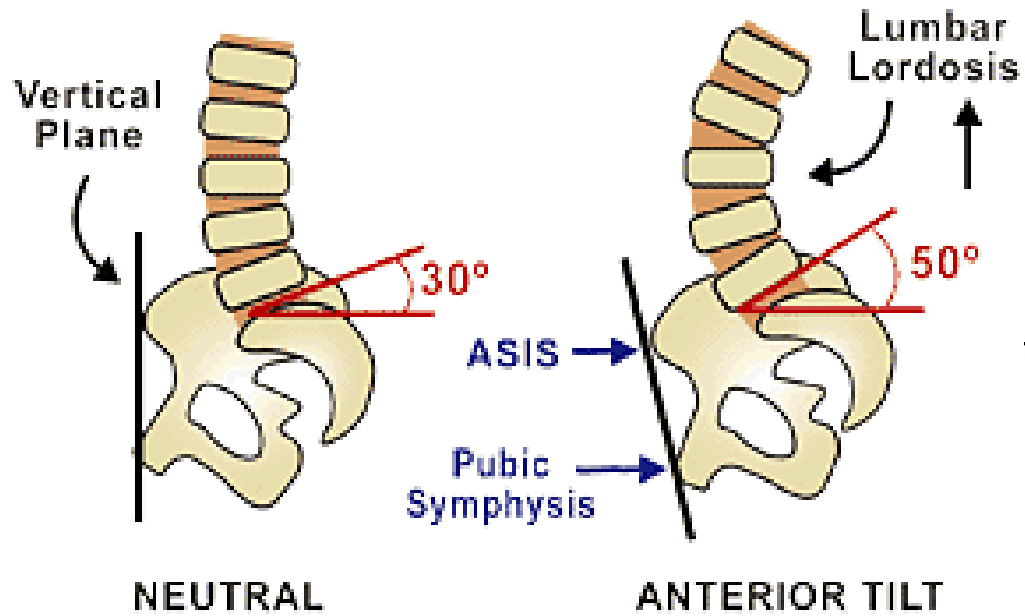
## Meziobratlové tělo

- vstání ze židle  $F_{\max} = 479 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 2,2 \text{ Nm}$
- předpažení obou paží o  $90^\circ$  v sedě  $F_{\max} = 723 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 3,1 \text{ Nm}$
- předpažení obou paží o  $90^\circ$  ve stoji  $F_{\max} = 465 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 1,1 \text{ Nm}$
- „narovnání se“ v sedě  $F_{\max} = 368 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 1,4 \text{ Nm}$
- laterální úklon ve stoji  $F_{\max} = 487 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 4,1 \text{ Nm}$
- chůze  $F_{\max} = 512 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 2,4 \text{ Nm}$
- chůze do schodů  $F_{\max} = 624 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 3,4 \text{ Nm}$

## Externí fixátory

- dosednutí na židli  $F_{\max} = 109 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 6,7 \text{ Nm}$
- předpažení obou paží o  $90^\circ$  ve stoji  $F_{\max} = 77 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 6,4 \text{ Nm}$
- chůze  $F_{\max} = 77 \text{ N}$ ,  $M_{\max} = 6,3 \text{ Nm}$





NEUTRAL                      ANTERIOR TILT

**Sacral Angle, Lateral View**

