

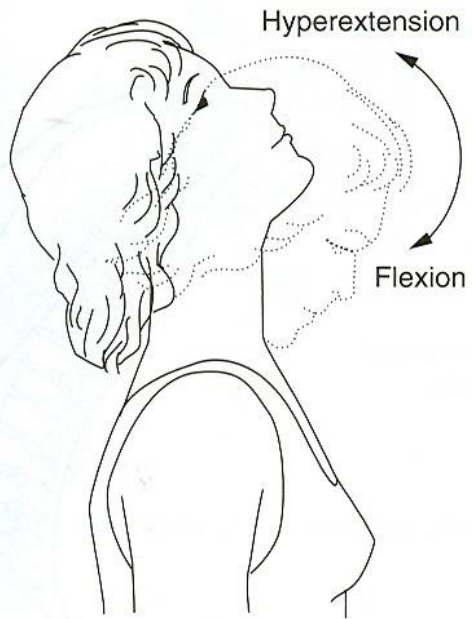
Fyziologická hybnost - páteř

# „Statická pozice“

- Nutnost optimální aktivity tonických svalů (tzv. svaly antigravitační)
- Regulace vzpřimovacích reflexů je gravitace – linie gravitace
- „odložení“ těla vhodných statických pozic
- Problém systematického přetěžování svalových skupin
- Vadné pohybové stereotypy
- Práce hlubokého stabilizačního systému - dech

# Fyziologické rozsahy

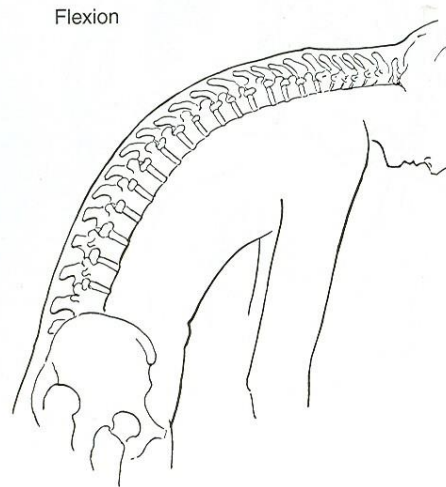
| Část těla/klob | Pohyb                       | Rozsah pohybu |
|----------------|-----------------------------|---------------|
| Hlava a krk    | flexe                       | 60°           |
|                | extenze                     | 75°           |
|                | sunutí hlavy horizontálně   |               |
|                | lateroflexe                 | 45°           |
|                | rotace                      | 80°           |
| Trup           | ventrální flexe             | 45–50°        |
|                | dorzální flexe (extenze)    | 25°           |
|                | lateroflexe                 | 25–30°        |
|                | rotace                      | 30–45°        |
| Lopatka        | retrakce                    | 25°           |
|                | protrakce                   | 25°           |
|                | elevace                     | 55°           |
|                | deprese                     | 55°           |
|                | zevní rotace (anteverze)    | 60°           |
|                | vnitřní rotace (retroverze) | 60°           |



a.

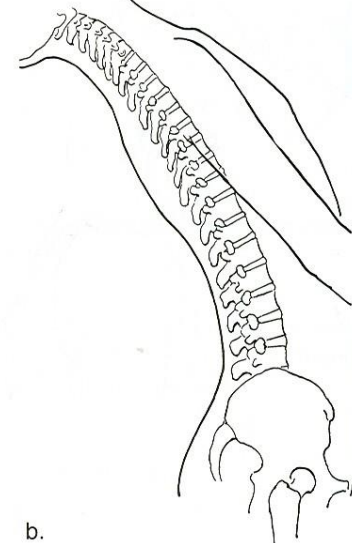


b.

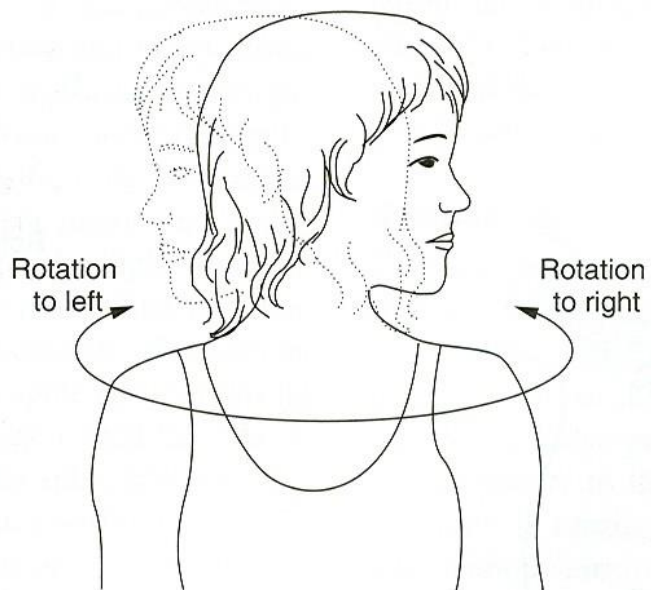


a.

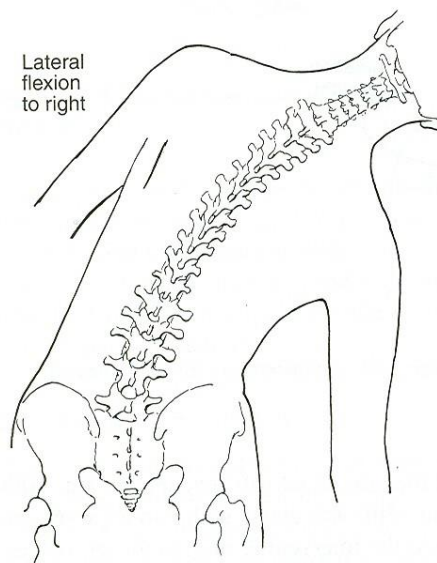
Hyperextension



b.

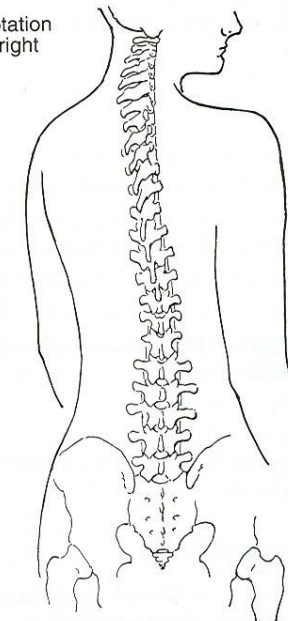


c.



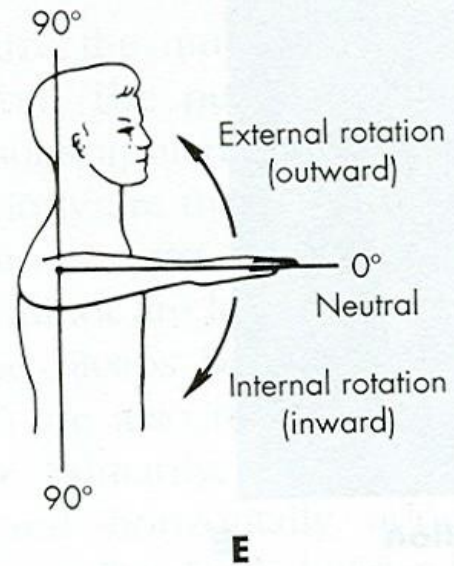
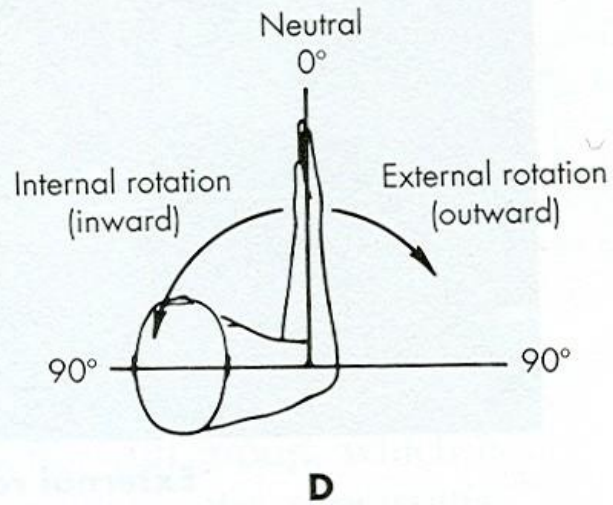
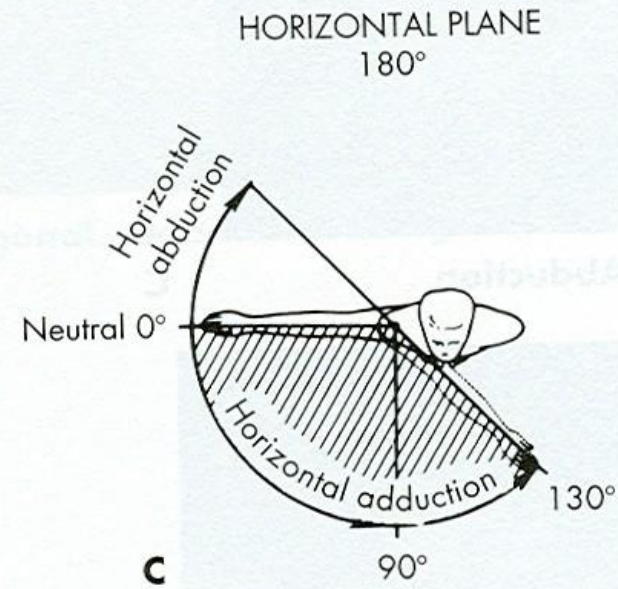
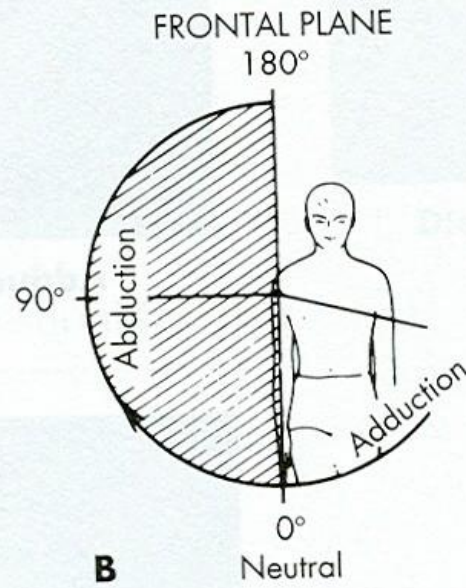
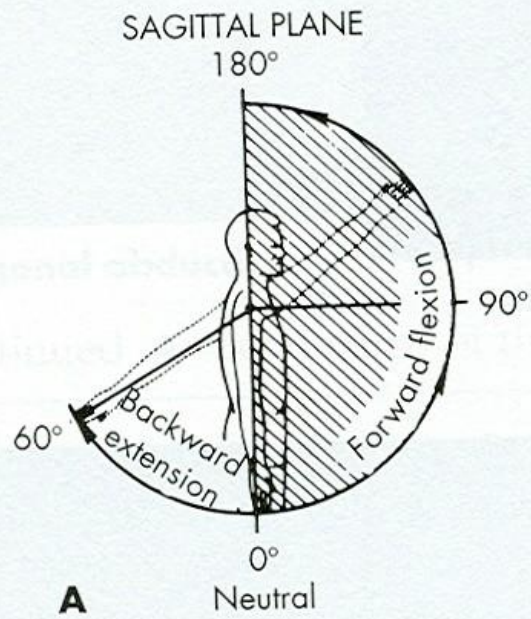
c.

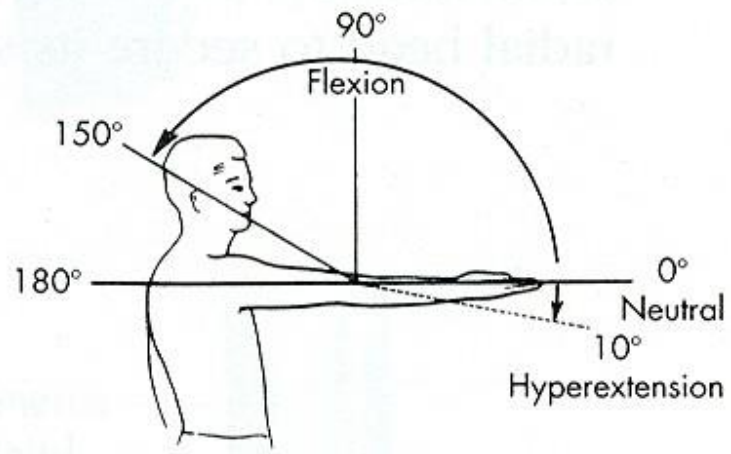
Rotation to right



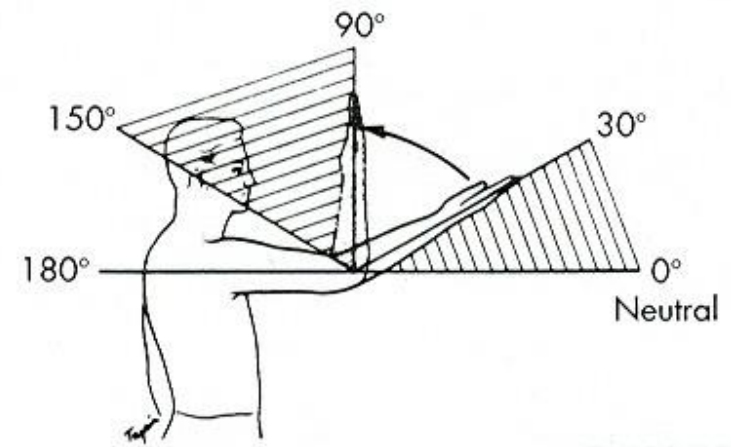
d.

|               |                          |                       |
|---------------|--------------------------|-----------------------|
| Kloub ramenní | ventrální flexe          | 90–100°               |
|               | dorzální flexe (extenze) | 40–60°                |
|               | abdukce                  | 90–95°                |
|               | addukce                  | 0°, přes osu těla 75° |
|               | zevní rotace             | 90°                   |
|               | vnitřní rotace           | 90°                   |
|               | horizontální abdukce     | 45°                   |
|               | horizontální addukce     | 135°                  |
|               | Kloub loketní            | flexe                 |
| extenze       |                          | 0–5°                  |
| Předloktí     | supinace                 | asi 180°              |
|               | pronace                  | asi 180°              |
| Zápěstí       | palmární flexe           | 70–90°                |
|               | dorzální flexe           | 65–85°                |
|               | radiální dukce           | 15–20°                |
|               | ulnární dukce            | asi 45°               |
| Prsty ruky    | flexe                    | 15–45°                |
|               | extenze                  | 0–20°                 |
|               | abdukce                  | 50–70°                |
|               | addukce                  | 0°                    |

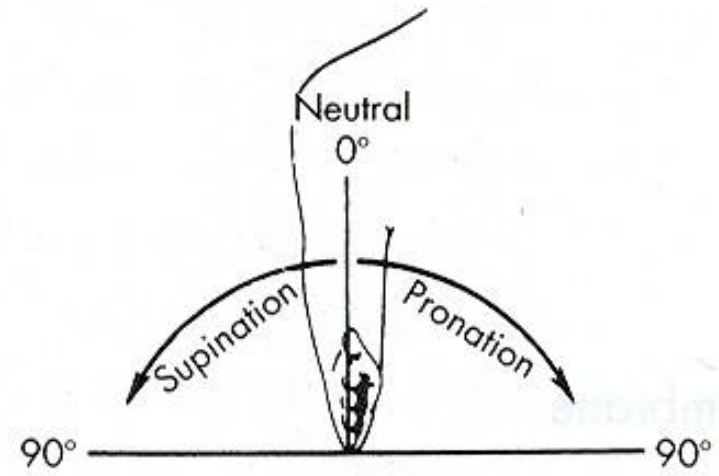




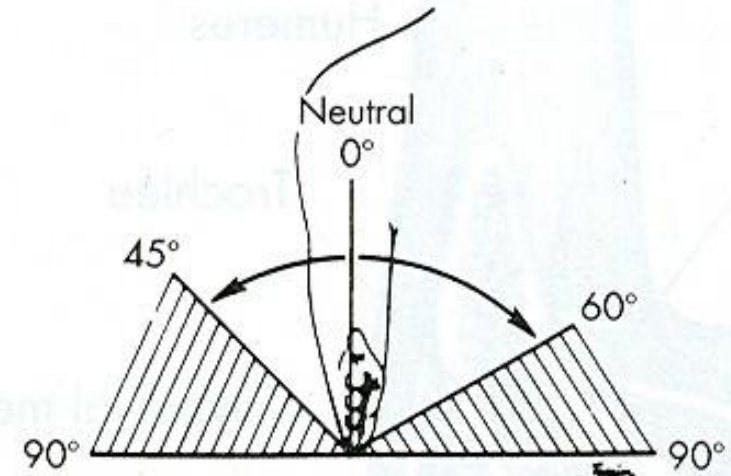
**A**



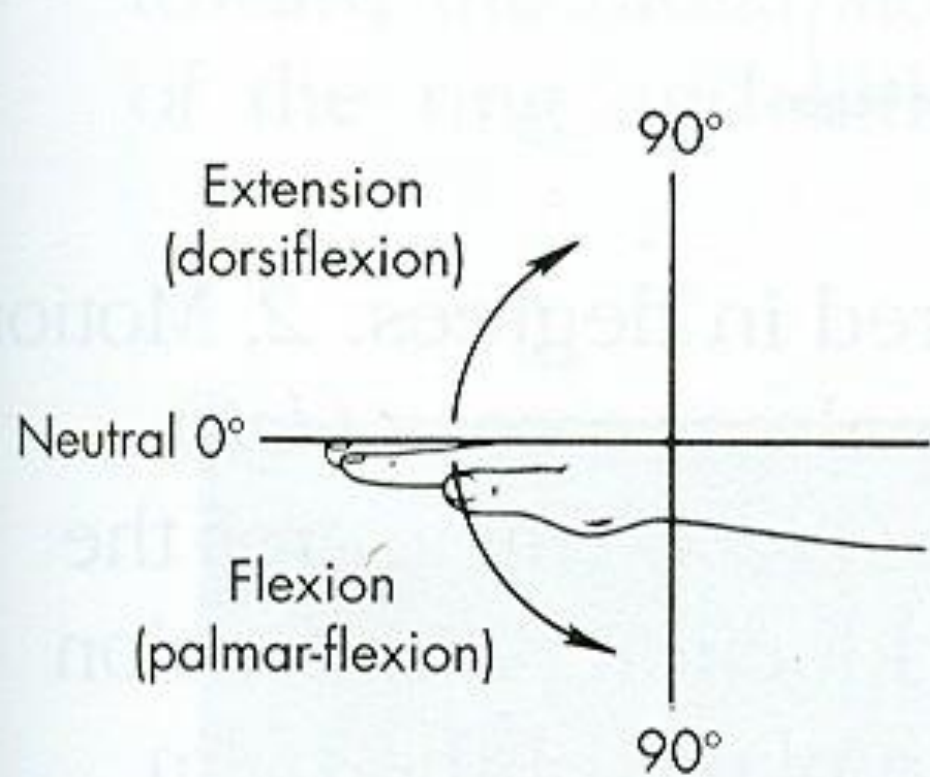
**B**



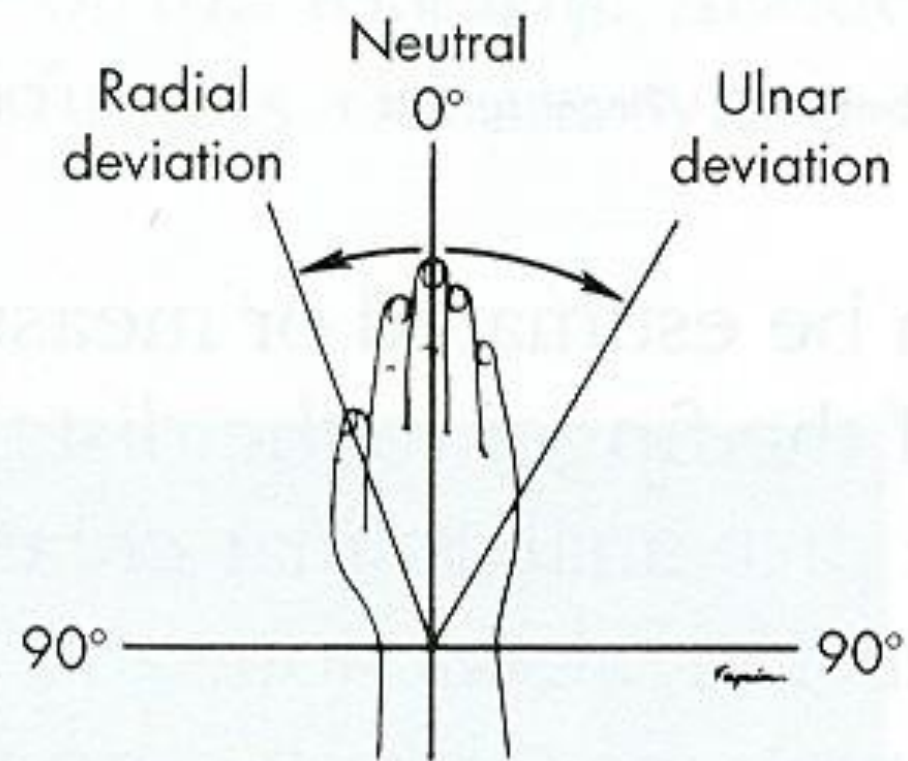
**A**



**B**



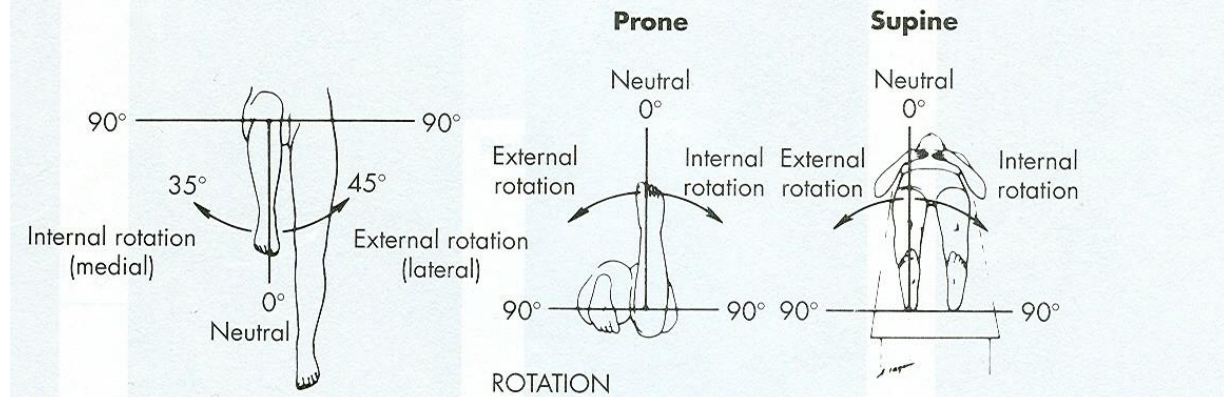
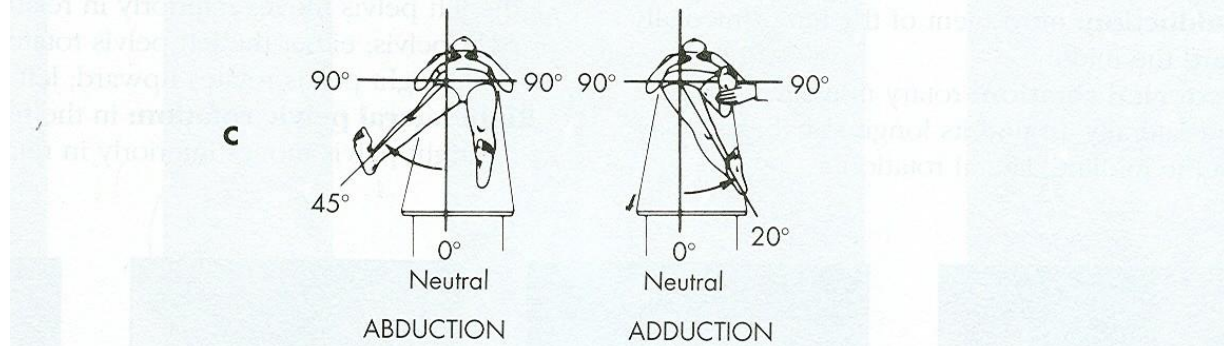
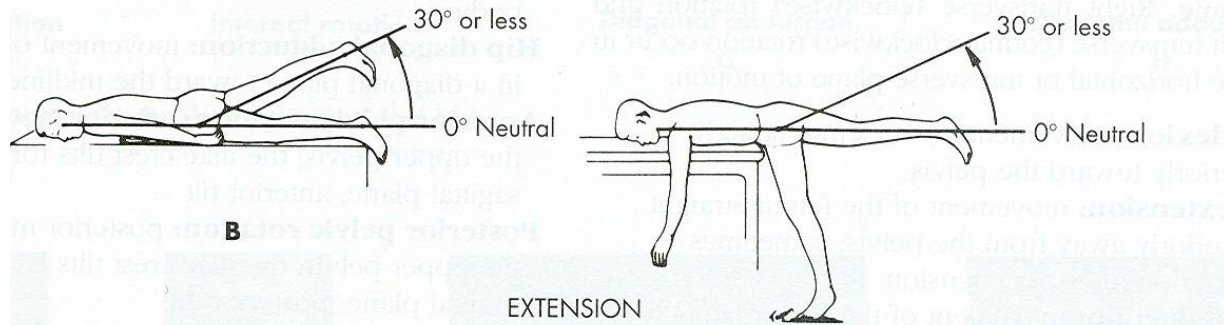
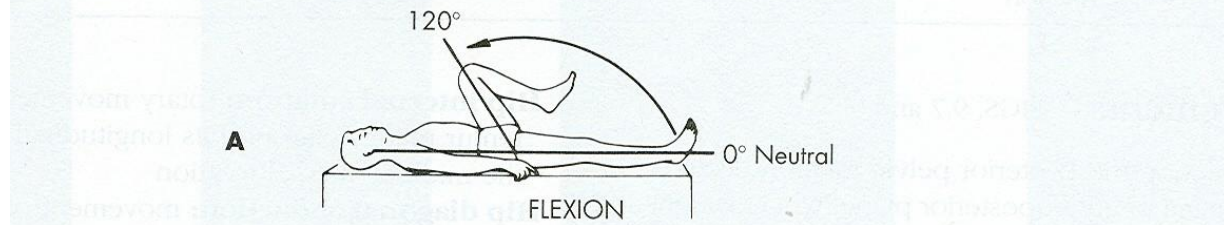
**A**

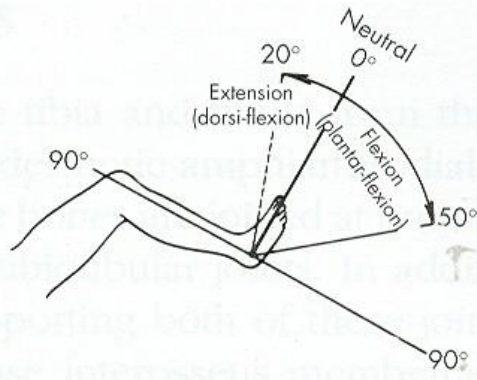


**B**



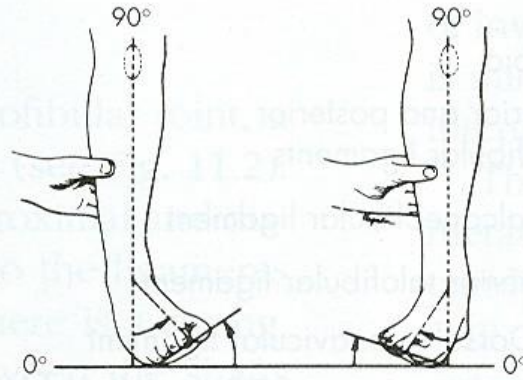
|                               |                      |                 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|
| Kloub kyčelní                 | flexe                | 130°            |
|                               | extenze              | 30°             |
|                               | abdukce              | 45°             |
|                               | addukce              | 0–45°           |
|                               | zevní rotace         | asi 15°         |
|                               | vnitřní rotace       | asi 35°         |
|                               | Kloub kolenní        | flexe           |
| extenze                       |                      | 0°              |
| zevní rotace (jen ve flexi)   |                      | asi 40°         |
| vnitřní rotace (jen ve flexi) |                      | 5–10°           |
| Kloub hlezenní                |                      | plantární flexe |
|                               | dorzální flexe       | asi 20°         |
|                               | supinace             |                 |
|                               | pronace              |                 |
|                               | Dolní kloub zánártní | inverze nohy    |
| everze nohy                   |                      | 5°–15°          |
| Prsty nohy                    | flexe                | 45°             |
|                               | extenze              | 70°             |
|                               | abdukce              | 5°–25°          |
|                               | addukce              | 5°–25°          |





Ankle joint

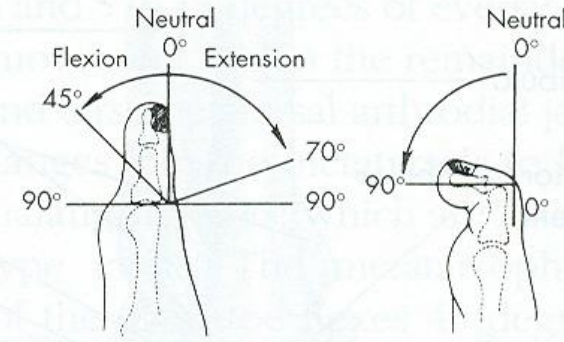
**A**



Inversion

Eversion

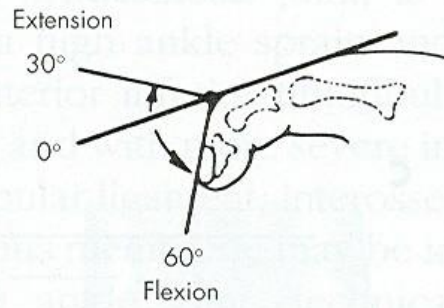
**B**



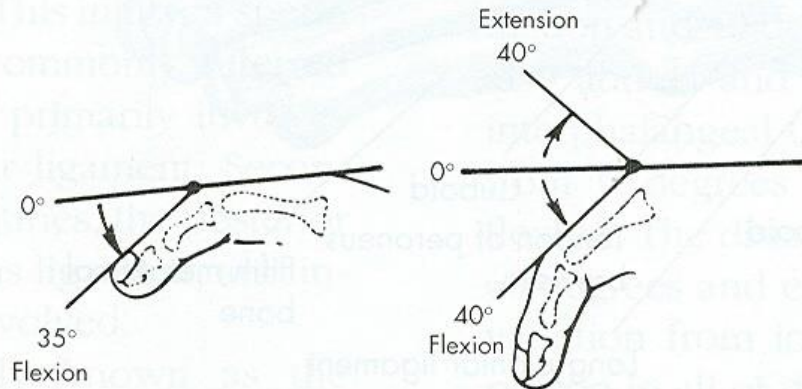
Metatarsophalangeal joint

Interphalangeal joint

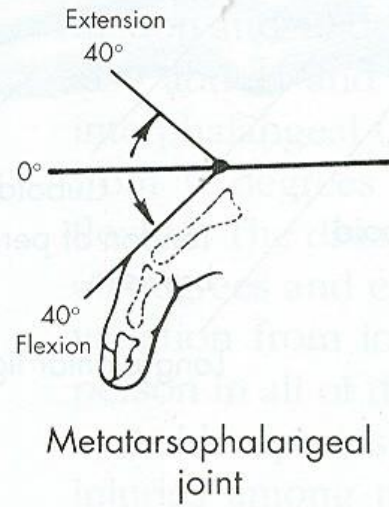
**C**



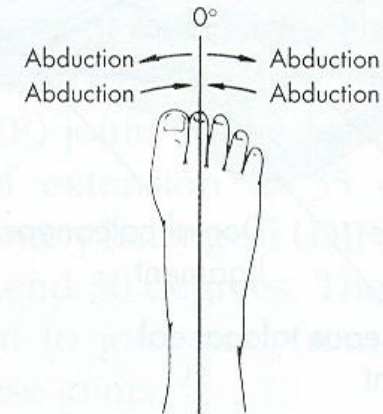
Distal interphalangeal joint



Proximal interphalangeal joint



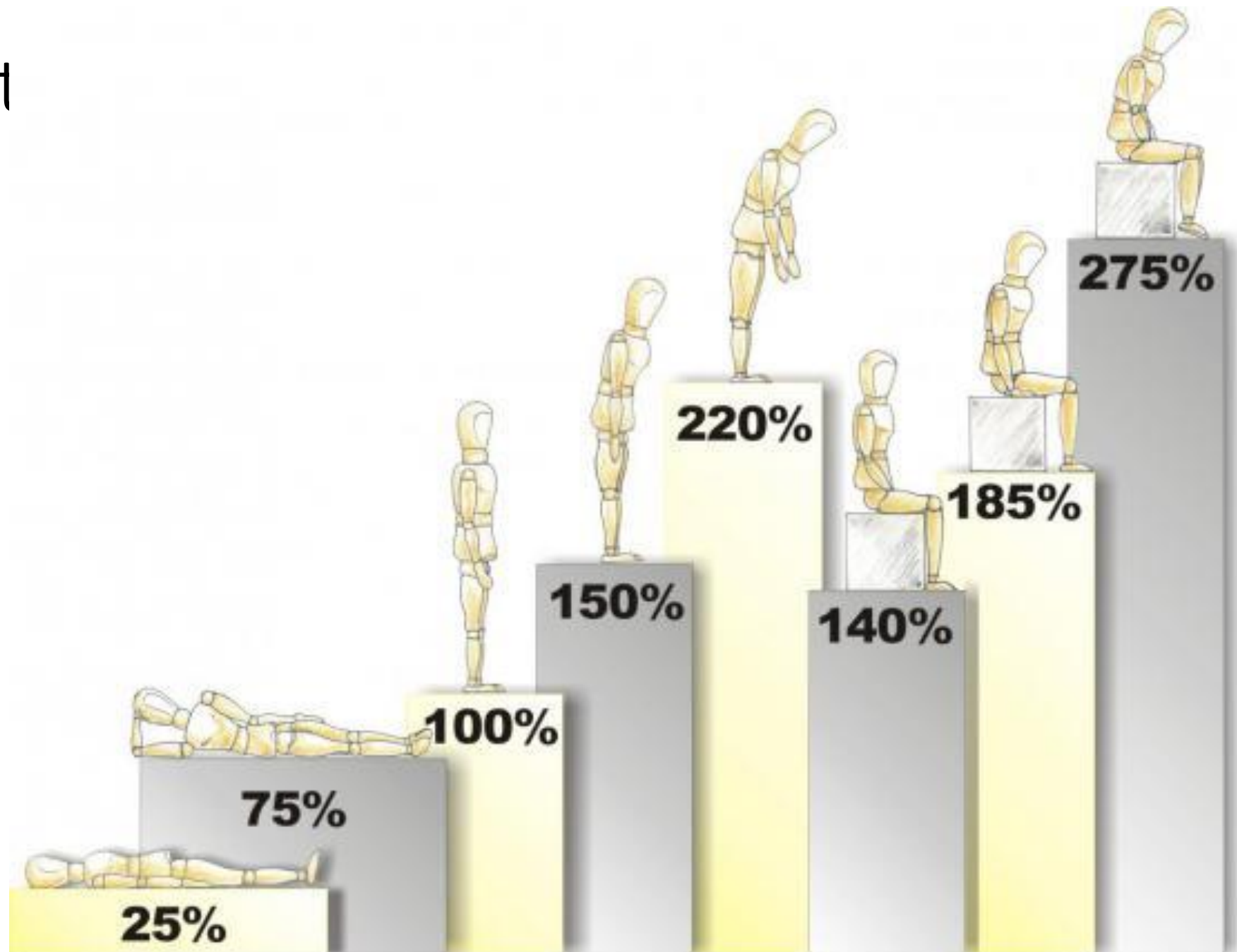
Metatarsophalangeal joint

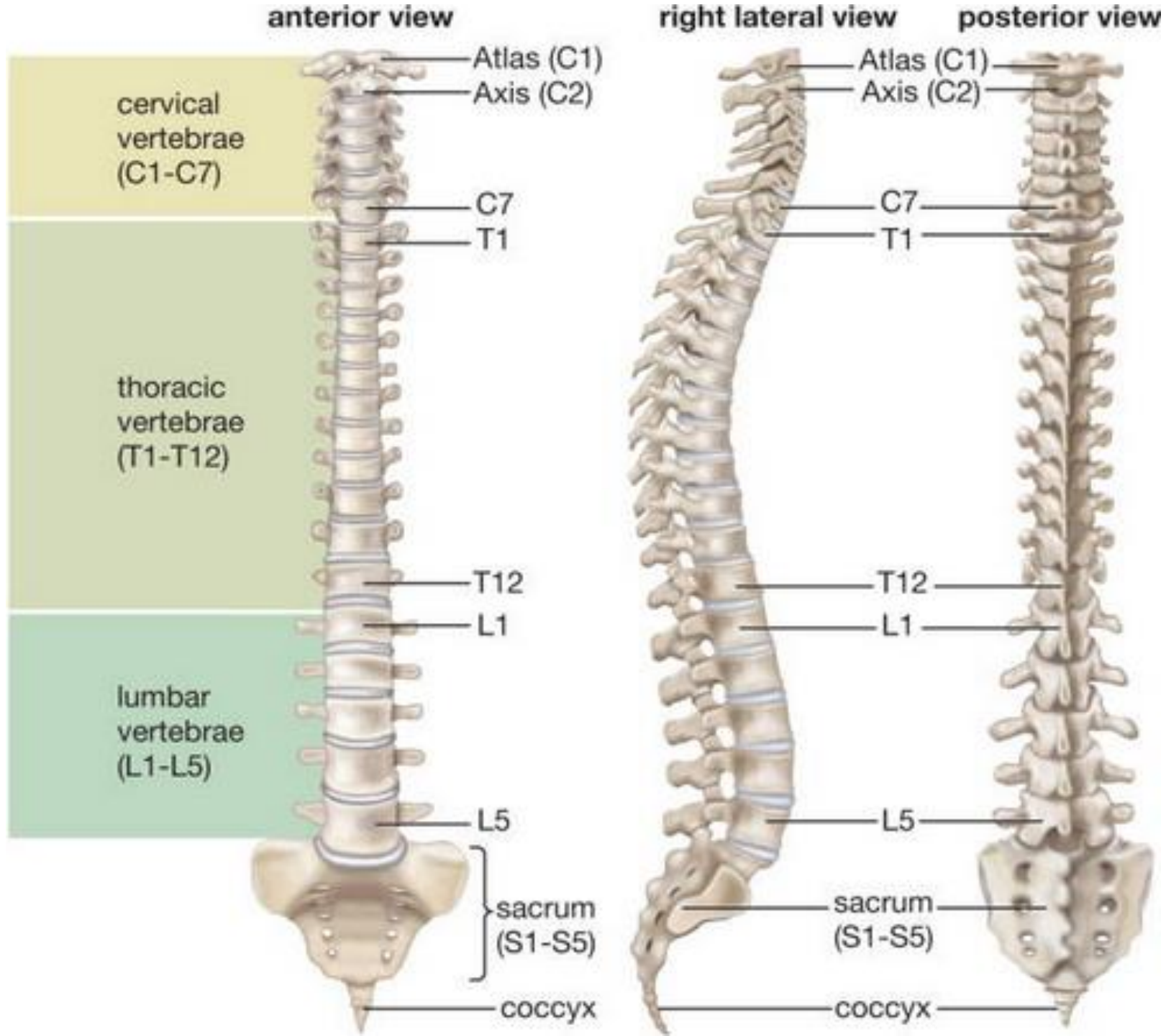


Toe spread

**D**

Zat





# Sagitální zakřivení

- a) 0 dní
- b) 5 měsíců
- c) 13 měsíců
- d) 3 roky
- e) 8 let
- f) 10 let

Figure 7

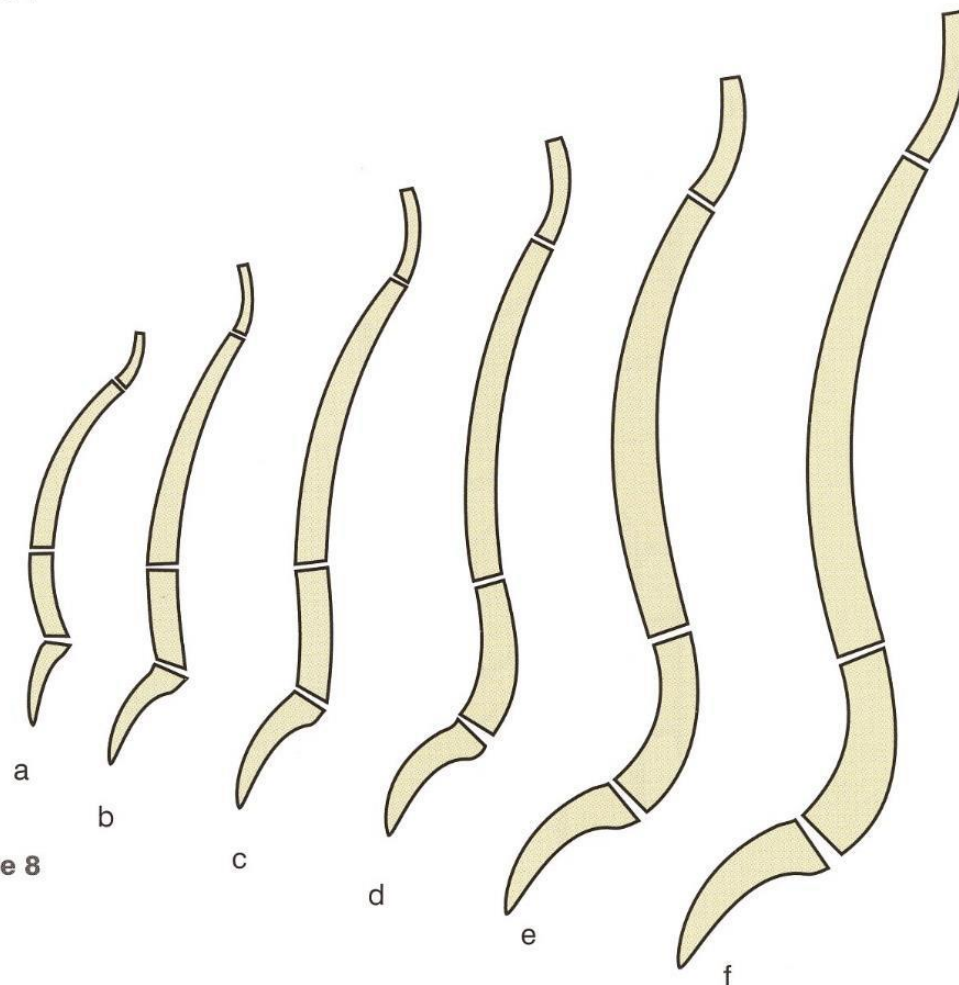


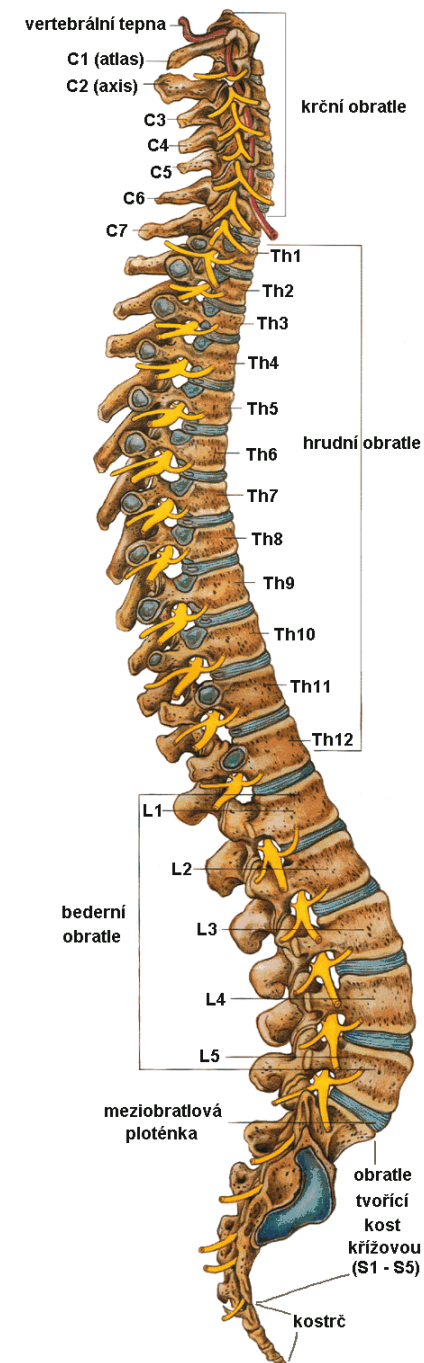
Figure 8

# Páteř

- Páteř (columna vertebralis) tvoří osovou strukturu lidského těla
- Skládá se z 33–34 obratlů, 40% délky těla

## Funkce:

- Ochrana míchy
- Umožňuje značnou pohyblivost i dostatečně tuhou oporu pro manipulační a lokomoční pohyby
- Vzhledem k esovitému zakřivení je schopna absorbovat určité množství deformační energie do svých jednotlivých složek, např. při skocích, nárážech, lokomoci



# Obratle

## **Oblouk obratle**

- ochranná - protektivní funkce, a je místem začátku páteřních vazů (ligg. interarcualia), které dotvářejí a uzavírají páteřní kanál s míchou.

## **Obratlové výběžky**

- mají dvojí funkční uplatnění: processus articulares jsou kloubními konci meziobratlových kloubů; processus transversi a proc. spinosi slouží jako místa začátku vazů fixujících obratle, a svalů zajišťujících pohyblivost páteře.

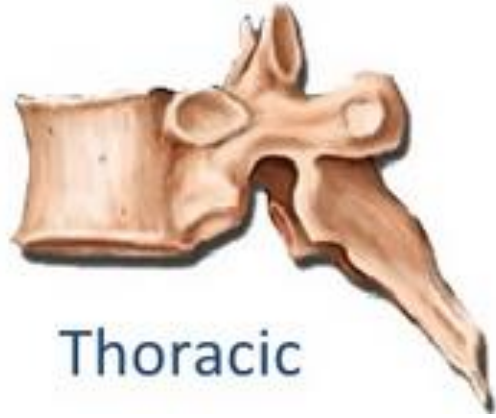
## **Obratlová těla**

- jsou nosnými prvky páteře.





Cervical



Thoracic

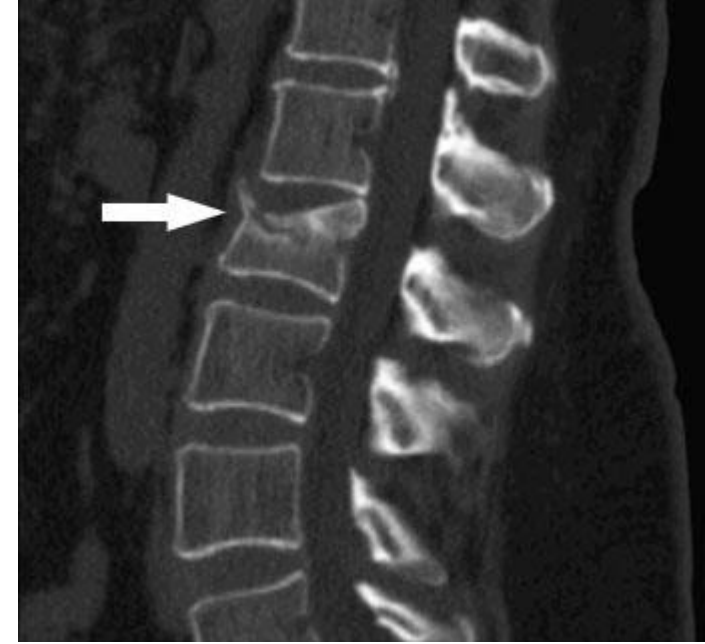
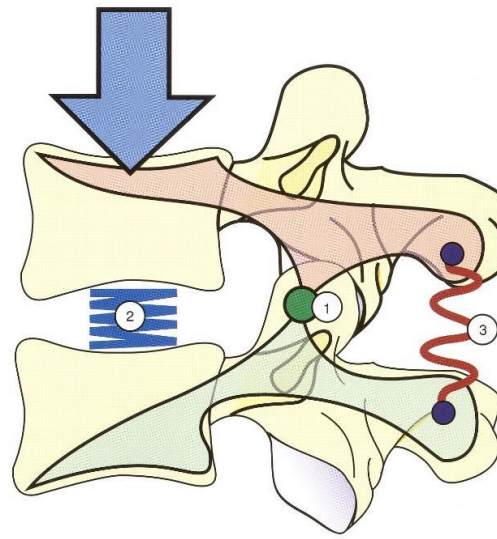


Lumbar



# Mechanická odolnost

- Kompaktní část obratle přenáší 45 – 75 % Vertikálního zatížení působícího na obratel
- Hlavní zatížení nesou masivní L obratle a těla horních Th obratlů.
- Obecně platí, že pevnost těla obratle je 5 až 7x větší na tlak působící v osovém směru, než při tlaku působícím v bočním nebo předozadním směru
- Mechanická odolnost obratle závislá na "hustotě" obratlového těla -> redukce a přestavba spongiózy ( při osteoporóze) výrazně snižují mechanickou odolnost.
- Nejzatíženějším segmentem páteře je segment  $L_5/S_1$ , kde se na malé styčné ploše koncentruje zatížení - hmotnost celé horní poloviny těla. Segment snáší asi 15 % deformaci a pevnost v tlaku dosahuje až 7 kPa.



# Pasivní stabilita segmentu zajišťují

- Kostí
- Klouby
- Intervertebrální disky
- Vazy
- Svaly

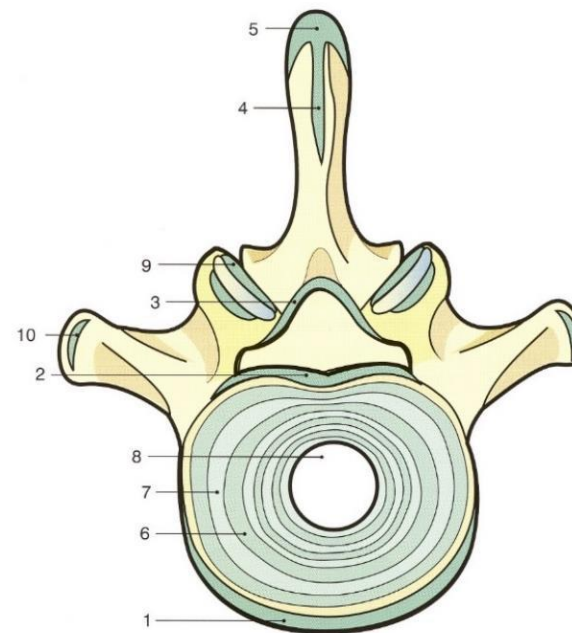


Figure 27

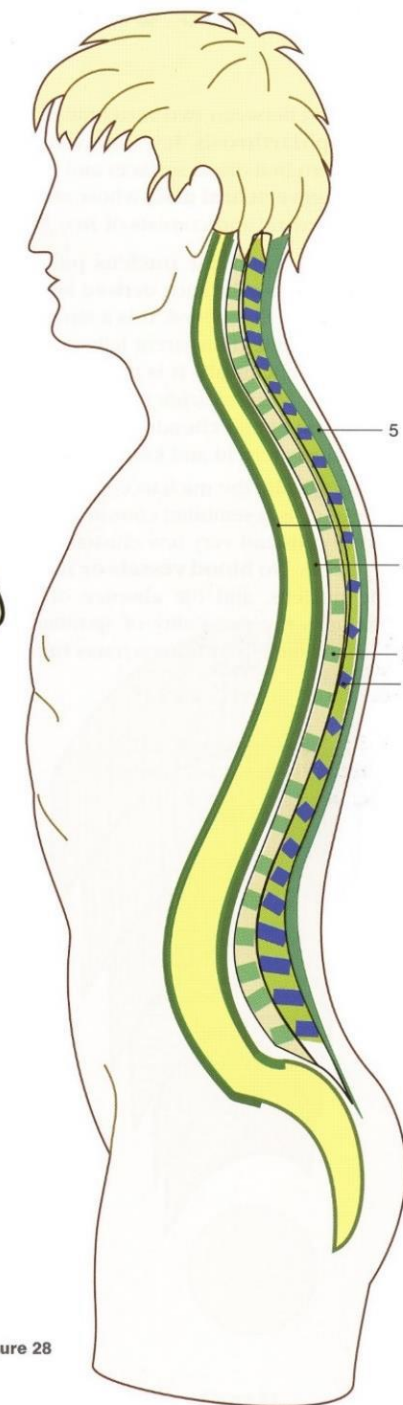
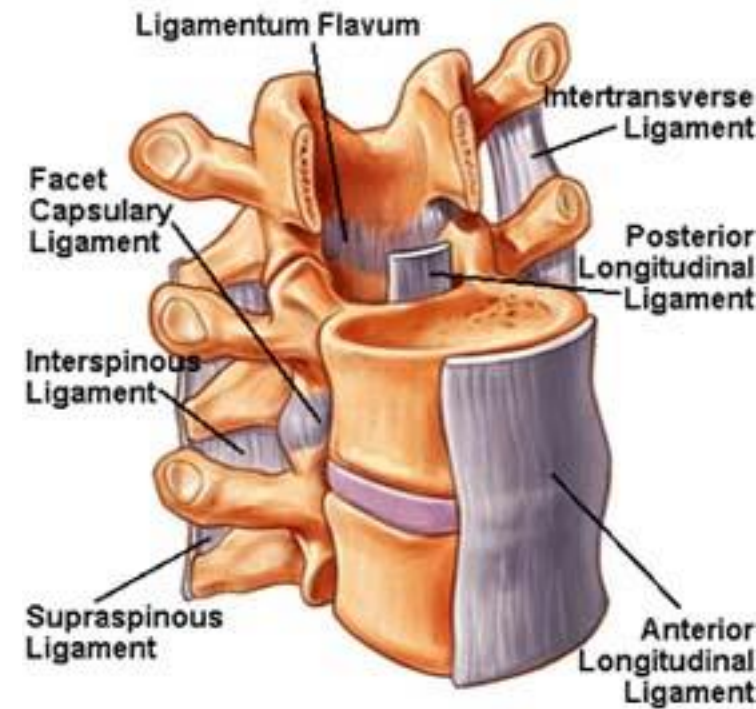


Figure 28

# Dlouhá ligamenta

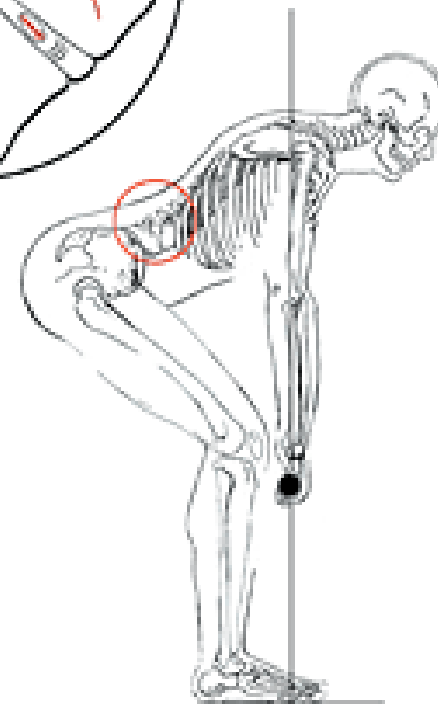
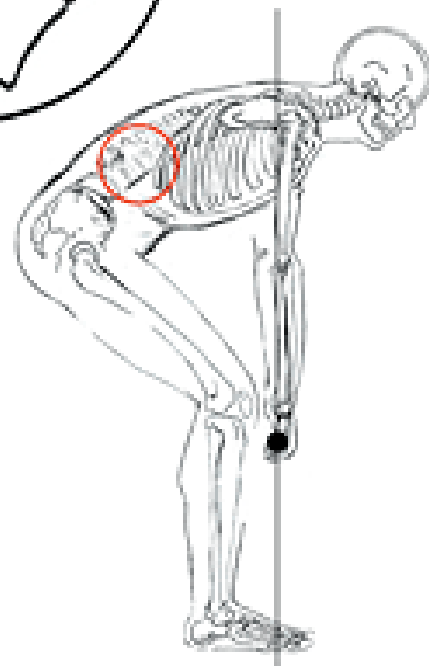
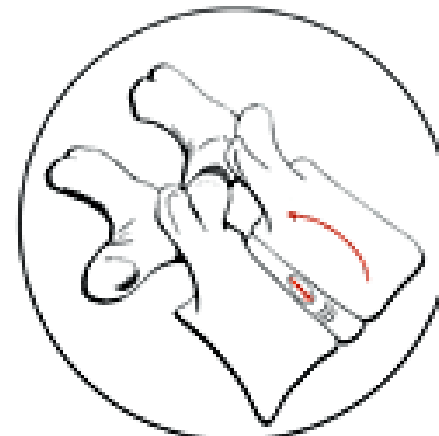
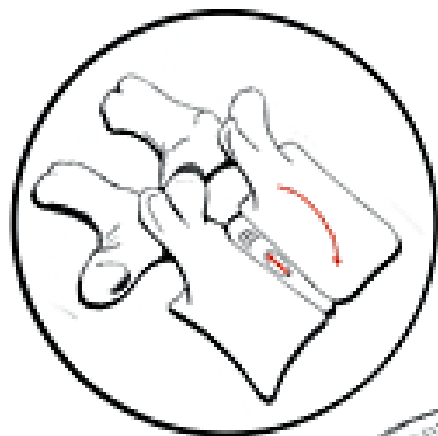
- *Přední podélný vaz, **lig. longitudinale anterius*** běží po přední ploše obratlových těl - od předního oblouku atlasu až na přední plochu křížové kosti. Přední podélný vaz svazuje a zpevňuje prakticky celou páteř. Napíná se při retroflexi (záklonu) a brání ventrálnímu vysunutí meziobratlové destičky.
- *Zadní podélný vaz, **lig. longitudinale posterius*** jde po přední stěně páteřního kanálu - od týlní kosti až na křížovou kost.



Posteriovní lig.

x

Anteriovní lig.

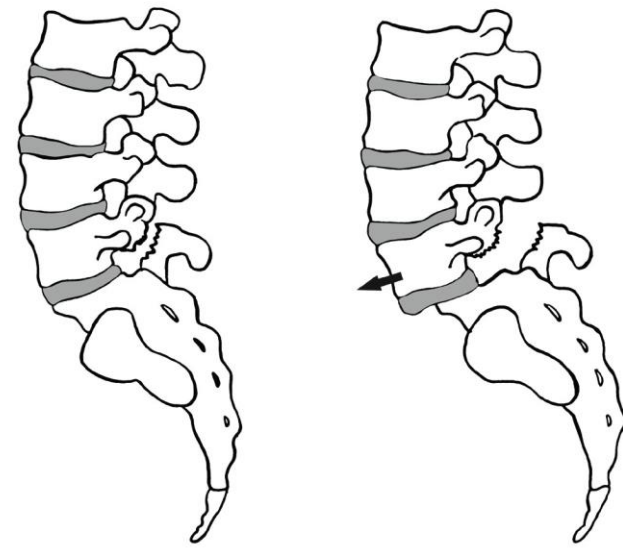


# Ligamentum longitudinale posterius

## *Funkce:*

- podobně jako přední vaz, zpevňuje páteř. Napíná se při anteflexi (předklonu) a brání dorsálnímu vysunutí meziobratlové destičky do páteřního kanálu.

**!Celkově užší než lig. Longitudunale anterius. V bederním úseku páteře redukován na několik vazivových proužků - > zde jsou destičky nejčastěji postiženy chorobnými změnami a právě 62 % výhřezů destiček je lokalizováno v bederních segmentech páteře!**



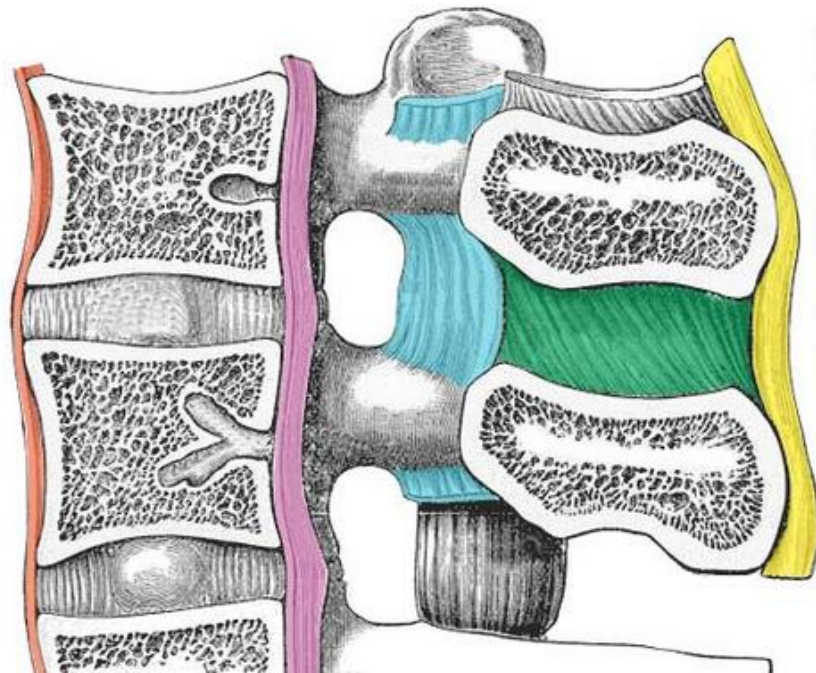
Spondylolýza a fraktura

Spondylolistéza a skluz



# Krátká ligamenta

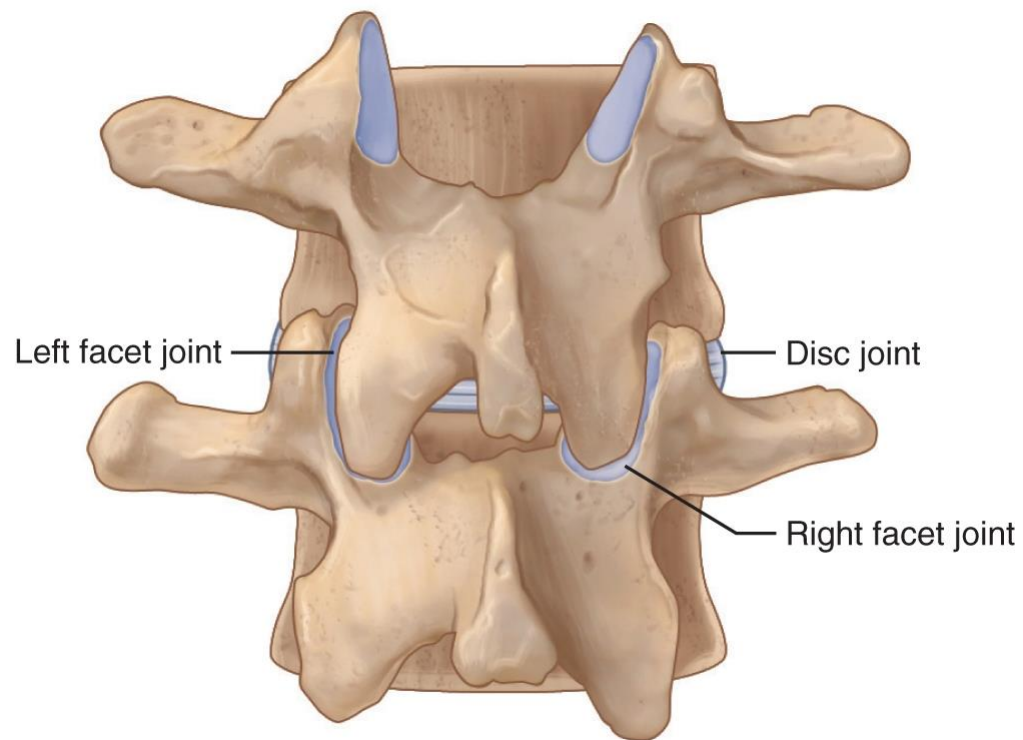
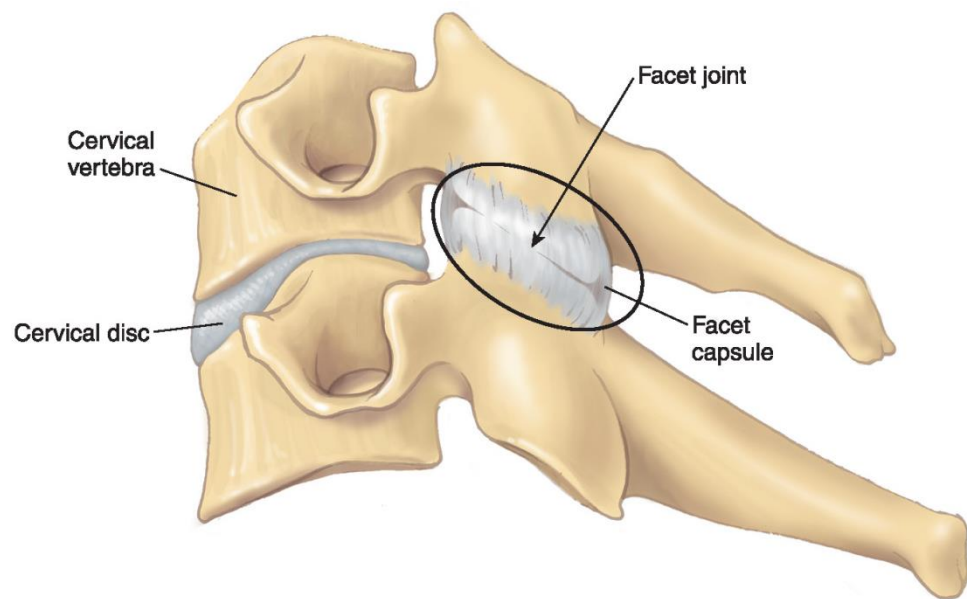
- **Žluté vazy, *ligg. flava*** (*ligg. interarcualia*) spojují oblouky sousedních obratlů, uzavírající páteřní kanál a doplňující meziobratlové otvory. Žluté vazy stabilizují pohybové segmenty páteře při anteflexi (předklonu), kdy se upínají a svoji pružností umožňují opětný návrat segmentu do vzpřímené polohy.
- ***Ligg. interspinalia*** spojují trnové výběžky obratlů, "posturální vazy"
- ***Ligg. Intertransversalia*** spojující transverzální výběžky



- • *lig. longitudinale anterius*
- • *lig. longitudinale posterius*
- • *ligg. flava*
- • *ligg. Interspinalia*
- • *Lig. supraspinale*

# Spojení obratlů

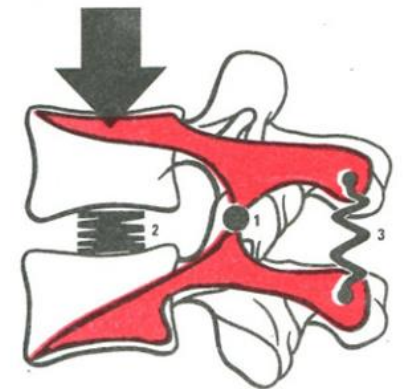
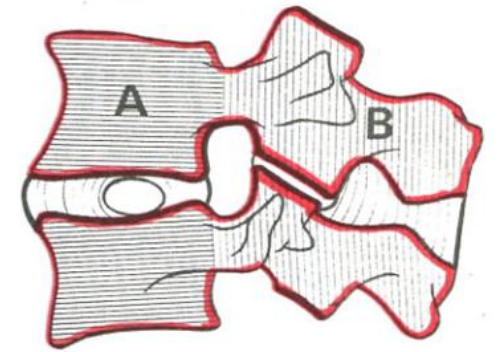
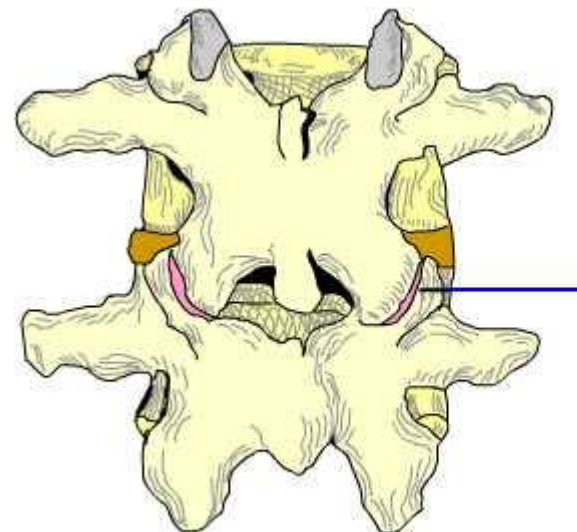
- Meziobratlové klouby
- Meziobratlové disky





# Articulationes intervertebrales

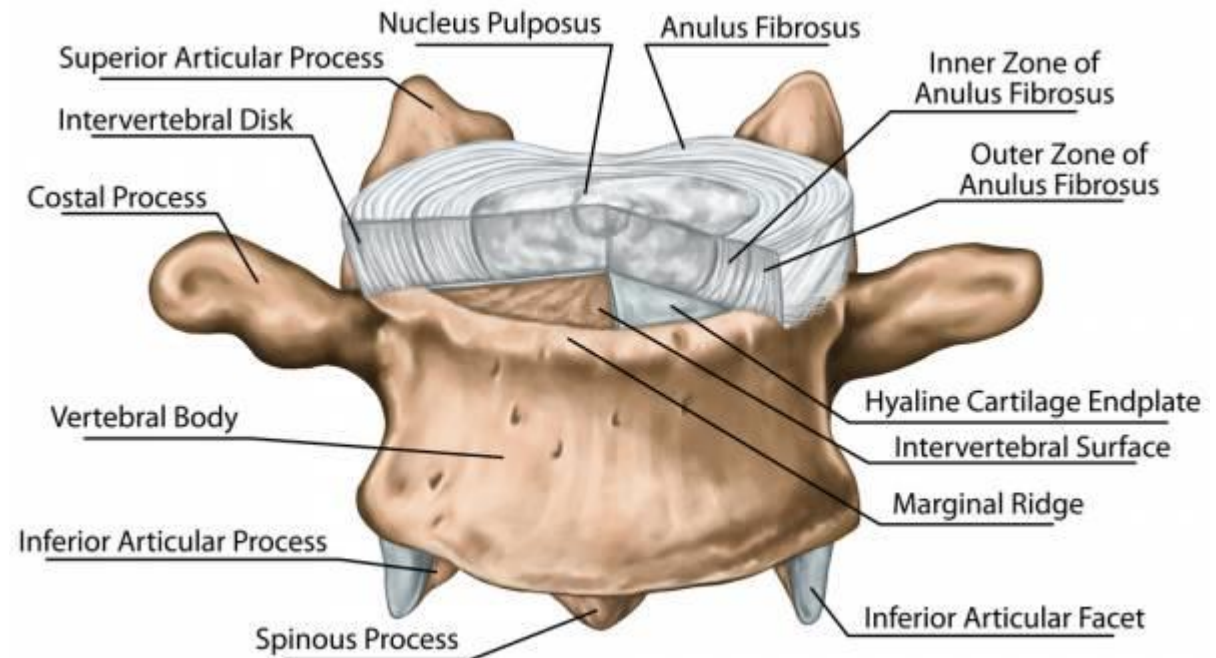
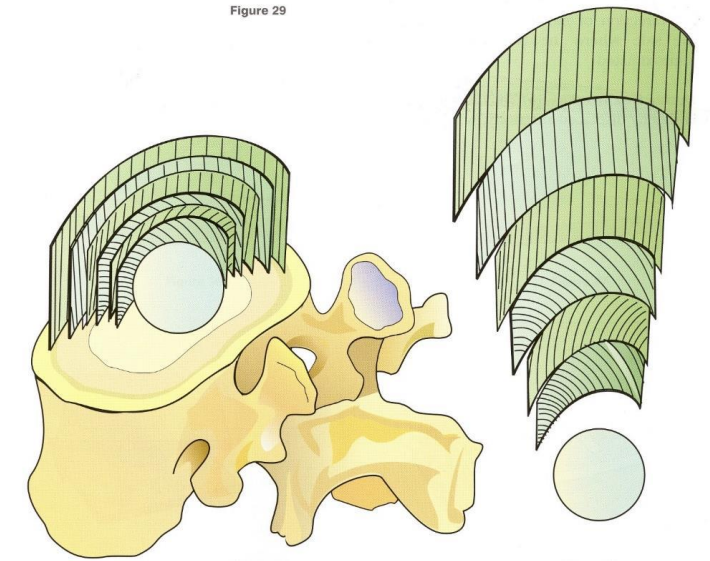
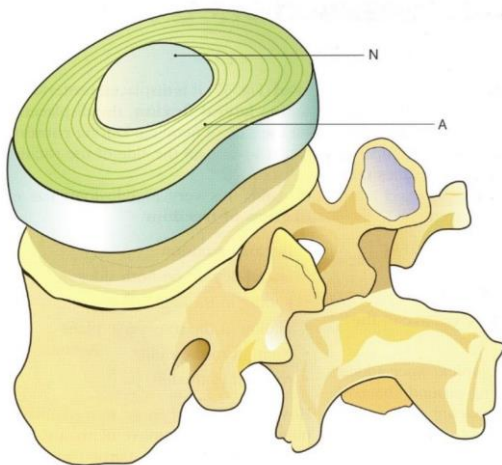
- Zajišťují především pohyb sousedních obratlů, menší podíl mají na nosnosti páteře.
- Synoviální klouby, pouzdra jsou volná.
- Synoviální výstelka kloubů tvoří prakticky ve všech kloubech drobné řasy (meniskoidy) vyrovnávající tvarové rozdíly kloubních ploch



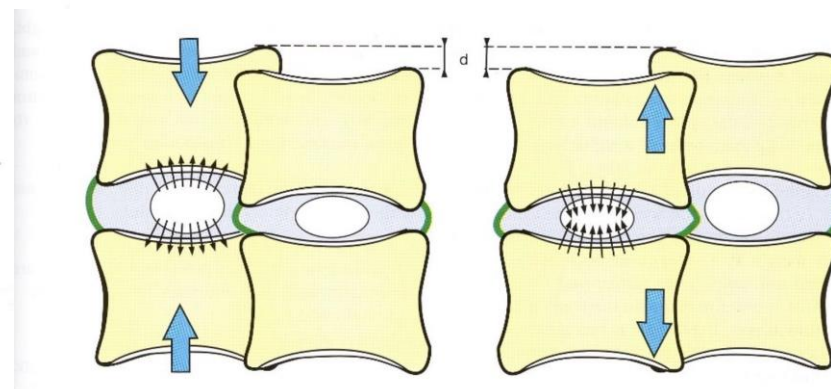
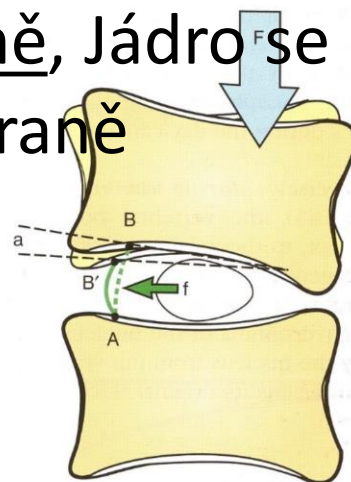
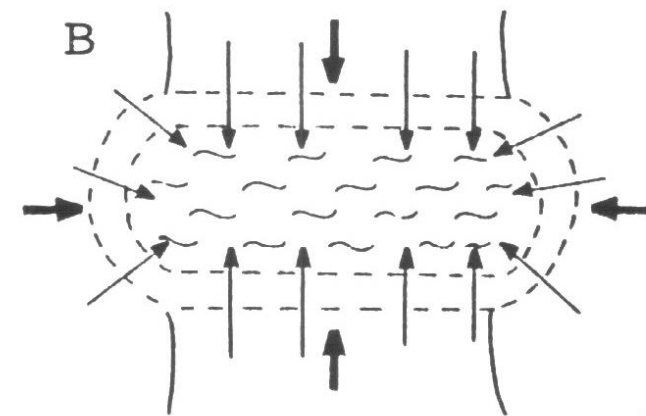
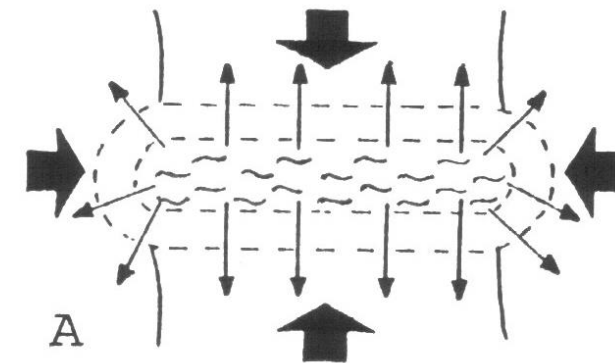
- 1 osa otáčení v meziobratlovém kloubu
- 2 pružná funkce ploténky
- 3 pružná funkce vazy

# Meziobratlové disky

- 23 disků (první mezi C2/C3, poslední L5/S1)
- Tvoří až 25 % délky páteře (v závislosti na věku)
- Jejich výška roste kraniokaudálně
- Umožňují vzájemný pohyb obratlů
- Anulus fibrosus, nucleus pulposus

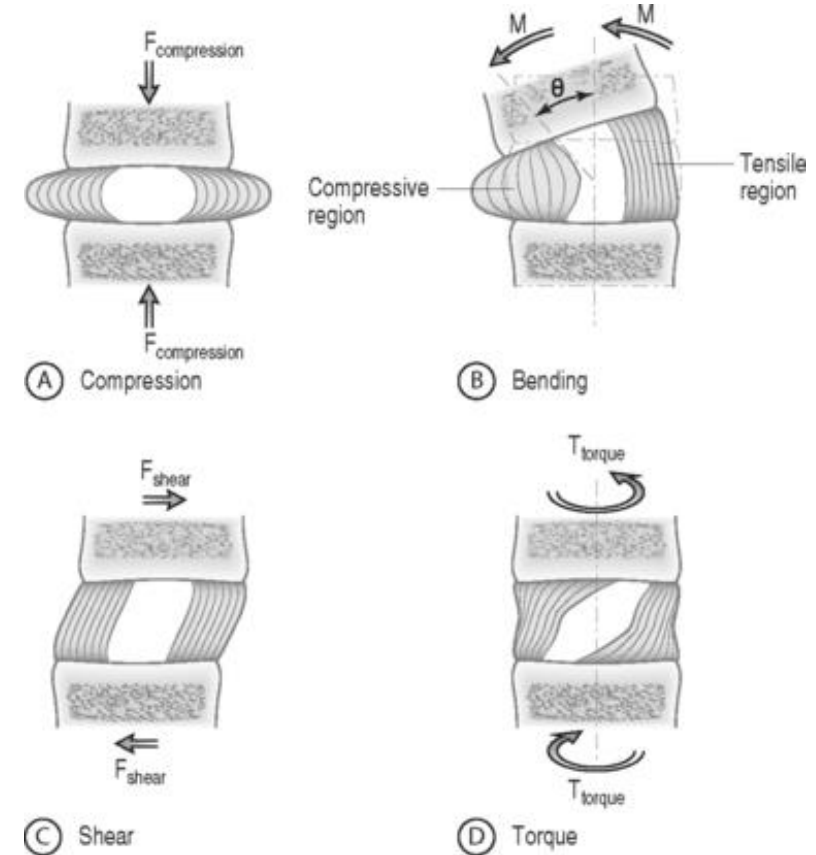


- Zatížení → vytlačování tkáňové tekutiny
- V odlehčení → chrupavka nasává tekutinu (hydoskopické polysacharidy chrupavky)
- Statické zatížení: prstence se napínají, uvnitř nestlačitelné jádro, ploténka se rovnoměrně oploštuje
- Dynamické zatížení: obratle se náklanění → chrupavka zatěžována nerovnoměrně, Jádro se pohybuje od stlačované strany ke straně natahované

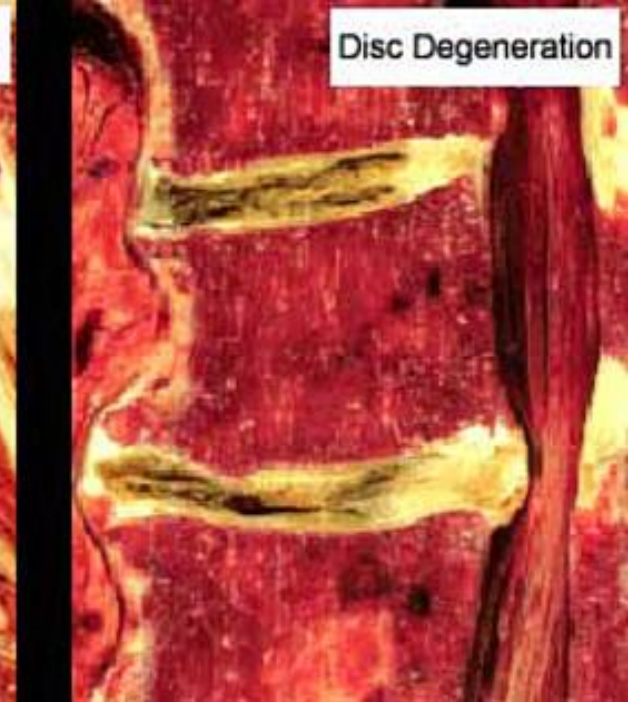
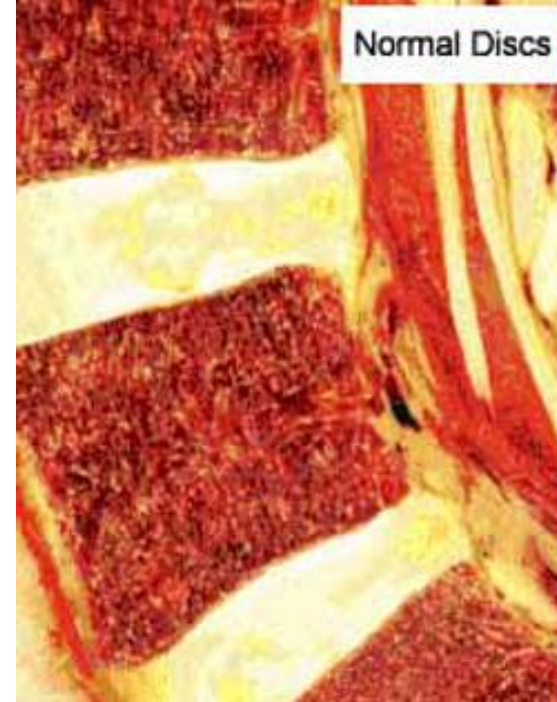


# Meziobratlové disky

- Tlumí nárazy, ochraňuje meziobratlové klouby, podílí se na pohyblivosti v segmentu
- Výrazně větší odolnost vůči tlaku než posunu a rotaci – tato vlastnost se zvyrazňuje s věkem
- Meziobratlové destičky jsou uspořádáním své vnitřní struktury odolné hlavně vůči vertikálně působícím silám, velmi málo odolávají torzní síle (bez poškození do 5°). Celý systém je maximálně namáhán při kombinaci axiálního tlaku a rotace.



- člověk o váze 70 kg:
- při ležení = 25 kg
- při sezení = 70 kg
- při stání = 100 kg
- ! při předklonu = 250 kg !
- !! při předklonu s 50 kg břemenem = 800 kg !!
- Již prostý předklon o 15% = o 50% více práce, než ve vzpřímeném stání !!!



# Text Neck Syndrome

Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head.  
An increase in forward head position increases the weight on the cervical spine.

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 0°   | 15°  | 30°  | 45°  | 60°  |
| 12lb | 27lb | 40lb | 49lb | 60lb |

When the head is brought forward and the neck bends, the weight on the cervical spine increases.

Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head.  
Harold P.K.

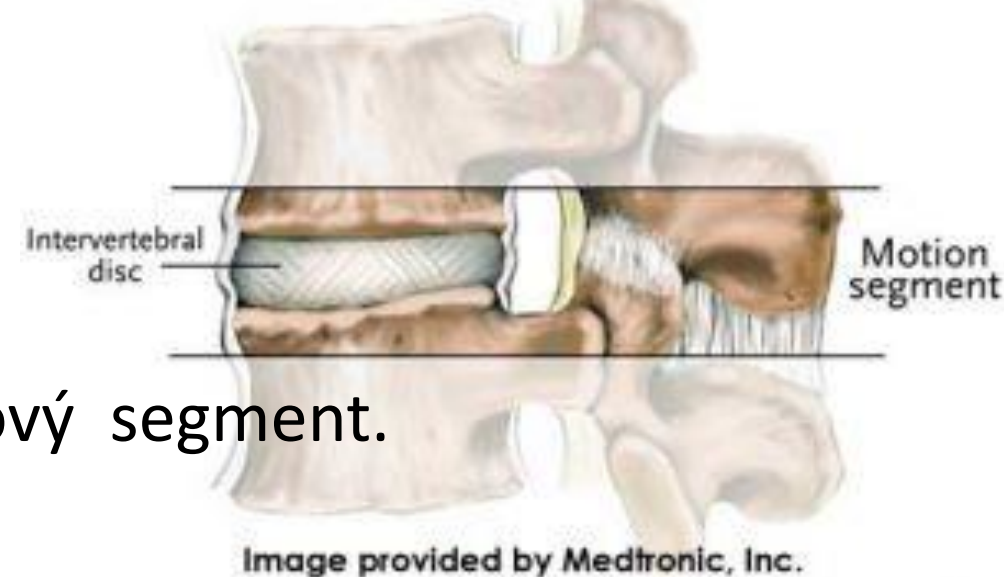
## Forward Head Posture

Can cause permanent damage and result in:

- Headaches
- Back Pain
- Muscle Damage
- Nerve Damage
- Spinal Disc Herniation
- Spinal Disc Compression
- Decrease in Spinal Curve
- Gastrointestinal Problems
- Onset of Early Arthritis



# Kineziologie páteře



- Základní funkční jednotkou páteře je pohybový segment.

## Pohybový segment

- skládá se ze sousedících polovin obratlových těl, páru meziobratlových kloubů, meziobratlové destičky, fixačního vaziva a svalů.

- z funkčního hlediska má pohybový segment páteře tři základní komponenty:

- **Nosná a pasivně fixační** = obratle a páteřní vazy.
- **Hydrodynamická** = meziobratlová destička a cévní systém páteře.
- **Kinetická a aktivně fixační** = klouby a svaly.

Skupina segmentů → **páteřní sektory** → vyšší funkční jednotky (Anatomické členění páteře nekoreluje s funkčním pojetím sektorů)

- **Horní krční sektor** (kraniocervikální): AO + C1 – C2
- **Dolní krční sektor** (cervikobrachiální) C3, C4, C5 popř. C6
- **Horní hrudní sektor** (cervikothorakální) - C6-Th3 popř. Th4
- **Dolní hrudní sektor** - od Th5–6 k L1–2.
- **Horní bederní sektor** (thorakolumbální) anatomicky vymezen přechodem hrudní a bederní páteře (Th11–L3).
- **Dolní bederní sektor** - je přechodem mezi L4 až S1 a realizuje se zde přenos sil z axiálního skeletu do struktur pánevního kruhu.



# Pohyblivost páteře

- Z biomechanického hlediska je páteř elastický, článkovaný a zakřivený válec. Jedná se o biomechanický komplex složený z velmi rozdílných komponent
- Poddajnost páteře je různá v jednotlivých částech
- **Krční páteř má největší pohyblivost**
- Hrudní páteř je značně omezena hrudním košem
- Bederní páteř má danou tuhost v případě potřeby zajištěnou především **svalovou aktivitou**.
- Přechody jednotlivých úseků vymezují riziková místa pro vznik traumat (AO, CTh, ThL, LS)

# Pohyby páteře

- Pohyblivost jednotlivých úseků páteře je dána součtem drobných posunů (tzv. sumační pohyb) kloubních ploch a mírou stlačitelnosti meziobratlových destiček
- „Spinal coupling“ (sdružené pohyby), pohyb v jedné rovině doprovázen současným pohybem v jiné rovině
- Rozsah pohybů v každém segmentu je určován tvarem a sklonem obratlových trnů, kloubních ploch a výškou meziobratlového disku
- Sklon kloubních plošek od horizontální roviny je v **Cp 45°, Thp 60°, Lp 90°**
- Základní typy pohybů: předklony (anteflexe), záklony (retroflexe), úklony (lateroflexe), otáčení (rotace, torze)

# Rozsahy pohybu dle Kapandjiho

- Flexe: Cp: 40°; Th+Lp: 105°; Lp: 60°; celkem: 110°
- Extenze: Cp: 75°; Th+Lp: 60°; Lp: 35°; celkem: 140°;
- Rotace: Cp: 45°-50°, Thp: 35°, Lp: 5°, celkem: 90°-95°
- Lateroflexe: Cp: 35°; Thp: 20°, Lp: 20°; celkem 75°



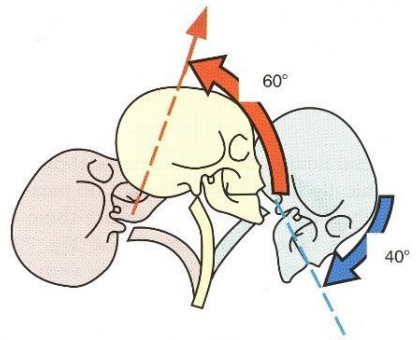


Figure 75

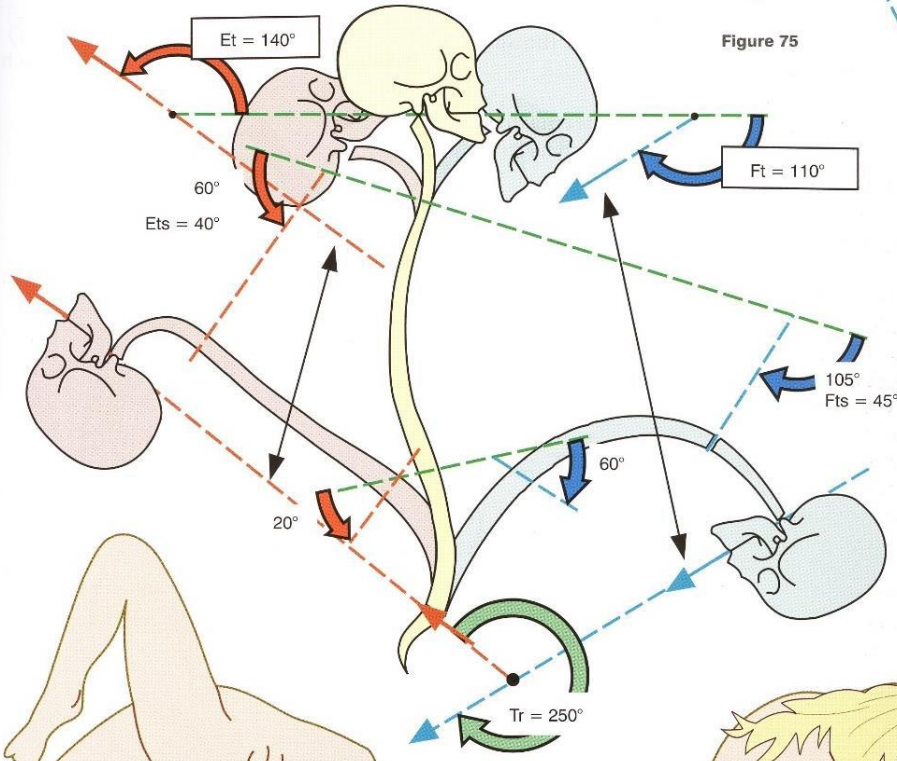


Figure 72

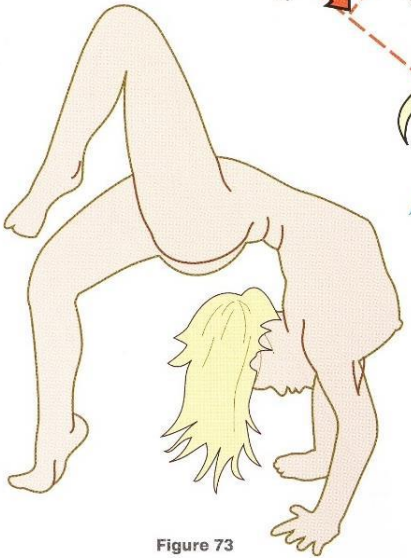


Figure 73



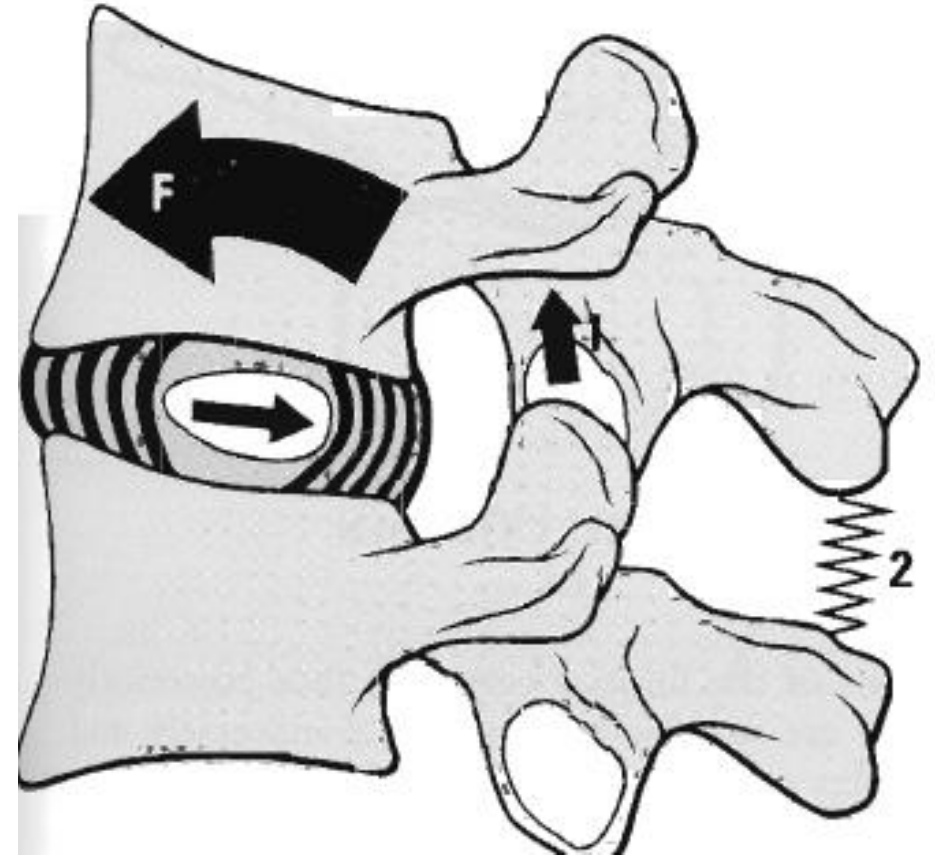
Figure 74

# Anteflexe, retroflexe

- Jsou největší v krčním úseku páteře
- V dolní krční páteři ta lze dosáhnout značné retroflexe.
- Při předklonu a záklonu po sobě kloubní plošky nejprve posunují a v krajních polohách na sebe nalehnou a ukončí pohyb, i obratlová těla se při předklonu sunou mírně dopředu.
- V hrudním úseku je předklon i záklon omezen žebry a trnovými výběžky, hrudní páteř je tedy flekčně rigidní.
- Dolní hrudní páteř již není omezena pohyby žeber, tvoří s bederními obratli funkční pohybovou jednotku
- Při záklonu jsou nejzranitelnější 3 oblasti: C6-Th3, Th11-L2, L4-S1.

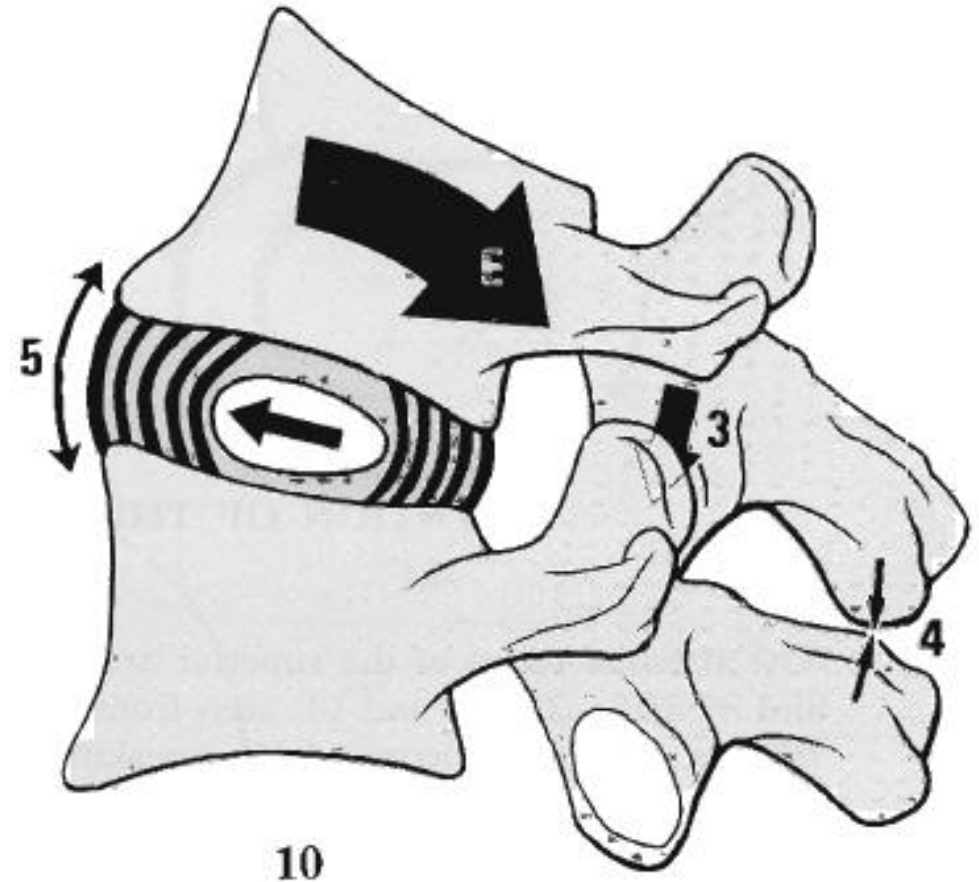
# FLEXE

- Tělo horního obratle se nakloní a sklouzne anteriorně ve směru flexe → snížení disku anteriorně a zvýšení posteriorně → klínovitý tvar (nukleus pulposus posteriorně, natahuje zadní vlákna anulus fibrosus)
- Spodní proc. articulares horního obratle kloužou nahoru a pohybují se od horních processi articulares spodního obratle → otevření zadní část meziobratlového prostoru
- Maximální natažení vazů mezi proc. articulares, lig. flavum, lig. interspinosum, lig. supraspinosum, lig. longitudinale post. → limitace flexe
- Lig. longitudinale ant. je volné



# EXTENSE

- Tělo horního obratle se nakloní a sklouzne posteriorně ve směru extenze → klínovitý tvar disku - rozšířen anteriorně (nukleus pulpus se pohybuje anteriorně a natahuje přední vlákna anulus fibrosus)
- Proc. articulares spodního a horního obratle se uzamknou, až dojde k dotyku proc. spinosi navzájem
- Omezena dotykem kostních struktur a natažením lig. longitudinale ant.

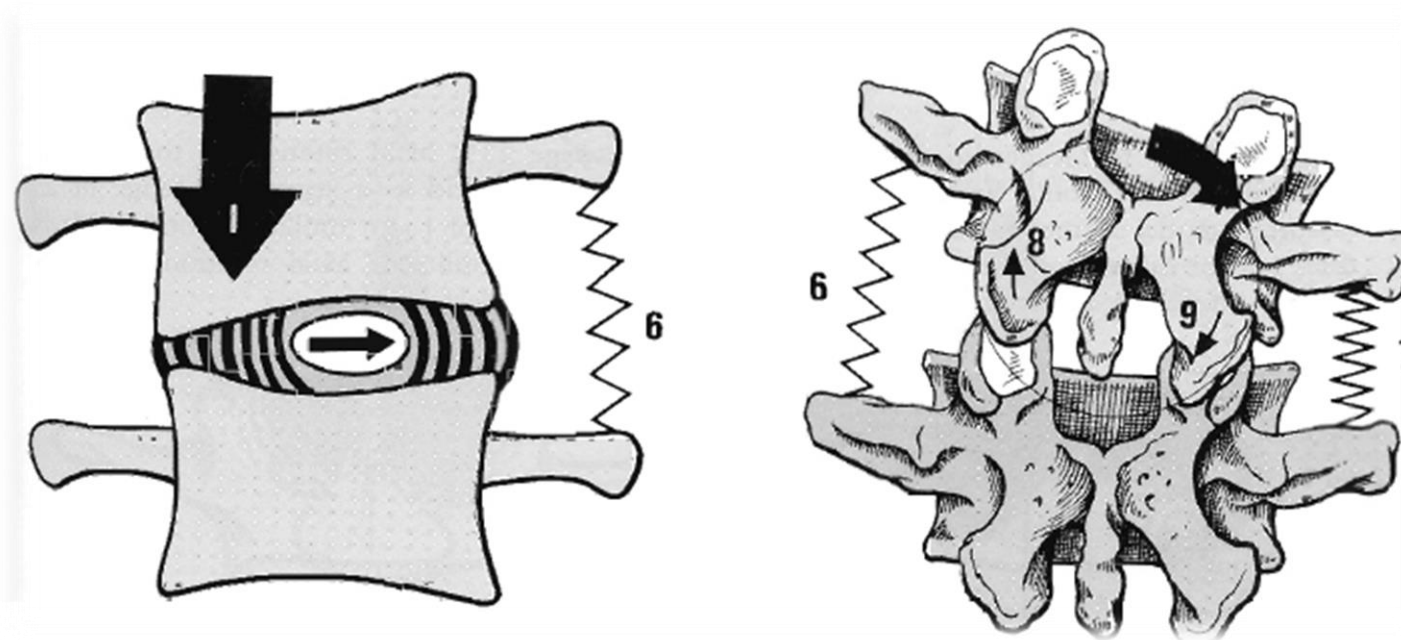


# Lateroflexe

- Úklony v krční a bederní oblasti stejné - 25-30° ???
- v Cp je úklon spojen s rotací.
- V Lp se trn vychyluje na stranu úklonu.
- V Thp je lateroflexe minimální, úklon je doprovázen rotací (1° úklonu = 1° rotace).

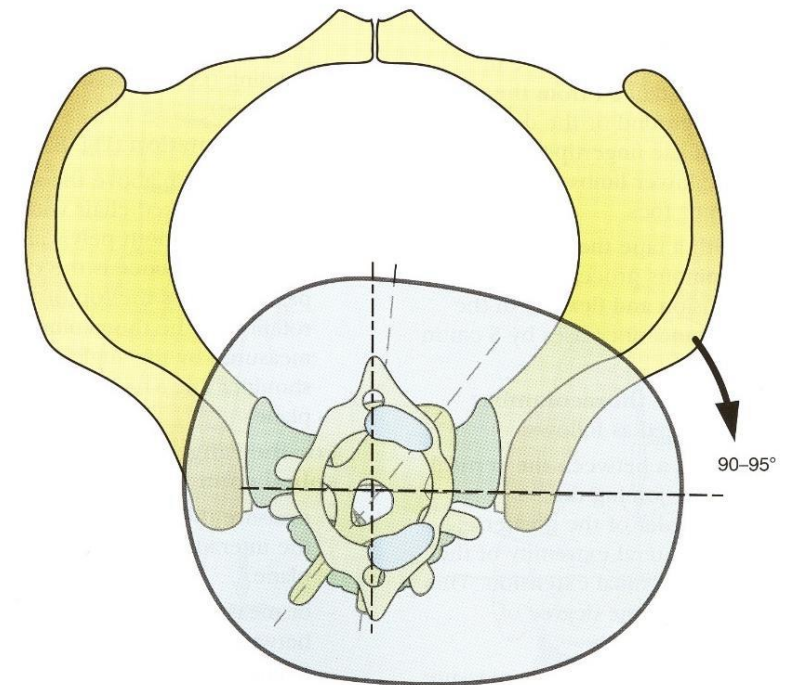
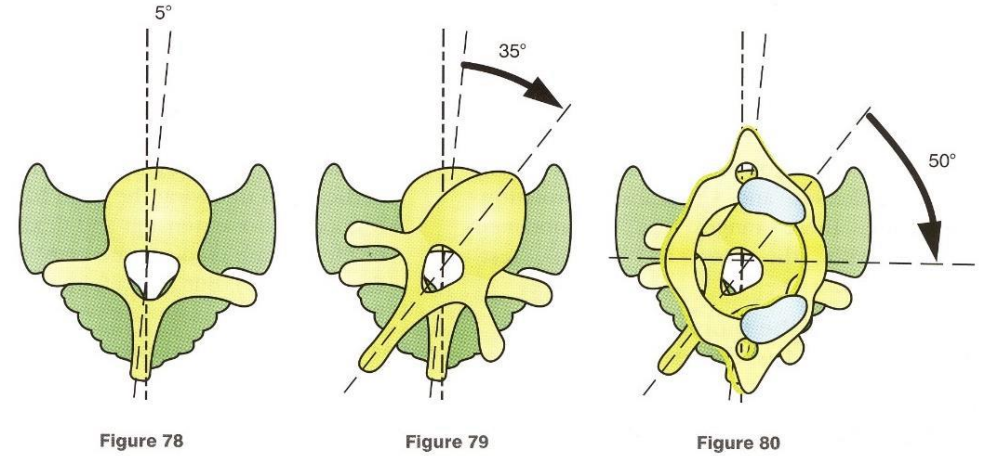


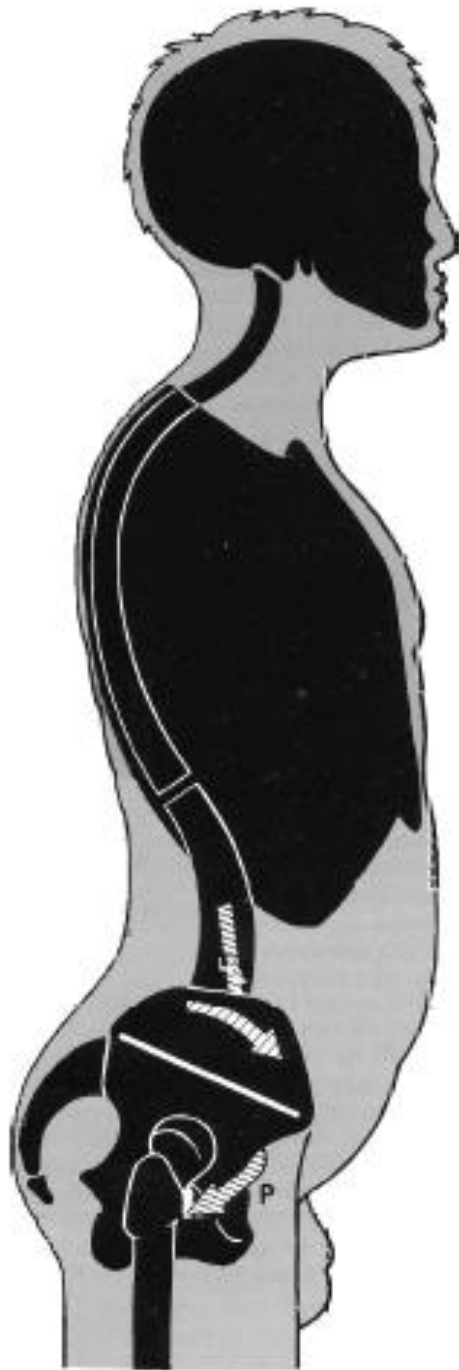
- Tělo horního obratle se nakloní ipsilaterálně → klínovitý tvar disku (nukleus pulposus je posunut kontralaterálně)
- Natažení kontralaterálního lig. intertransversaria, ipsilaterální je volné
- Proc. articulares po sobě kloužou tak, že ipsilaterální procesus horního obratle je zvednutý, zatímco kontralaterální procesus klesne níž → natažení ipsilaterál. lig. flava a kapsulárního lig. mezi proc. articulares, kontralat. lig. jsou volná
- Dojde k mírnému vytočení trnů



# Rotace

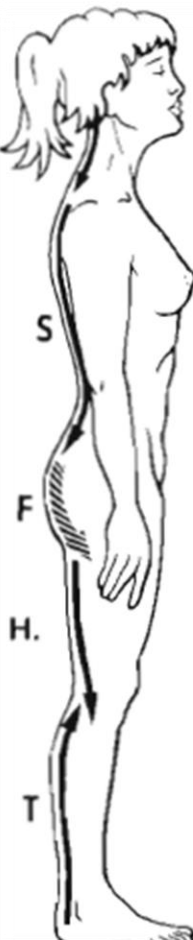
- Odehrává se hlavně v Cp a Thp
- V Cp dosahují rotace  $70^\circ$ , z toho až  $35^\circ$  probíhá mezi C1-C2.
- V Th jsou rotace omezeny na  $25-30^\circ$ , thorakolumbální přechod  $45-50^\circ$
- Rotace v Lp je minimální -  $5-10^\circ$





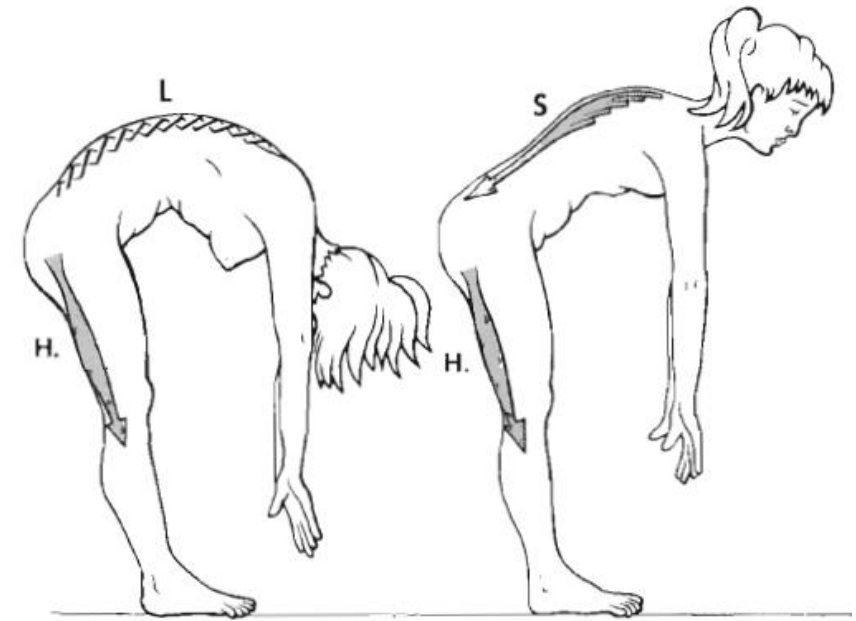
# Bederní lordosa

- závisí na aktivitě abdomin., parevert. svalů a svalů DKK
- relaxace svalů prohloubí všechny tři kurvatury, pánev do antevertze, m. psoas se stává hypertonickým → prohloubení L lordosy se zvětší
- narovnávání zakřivení iniciuje pánev – antevertzi balancují extensory KYK – hamstringy + m. glut. max. + sacrum přejde z horizontaly do vertikaly, + kontrakce abdominálních svalů (hl. rektálních)
- po „narovnání“ se páteř prodlouží o 1-3 cm
- Asmussen a Klausen (1962) – u 80% lidí jsou při stoji aktivní jen posteriorní svaly → břišní svaly aktivně nepodporují L páteř v klidu, ale jsou vědomě zapojovány, když je páteř oploštělá



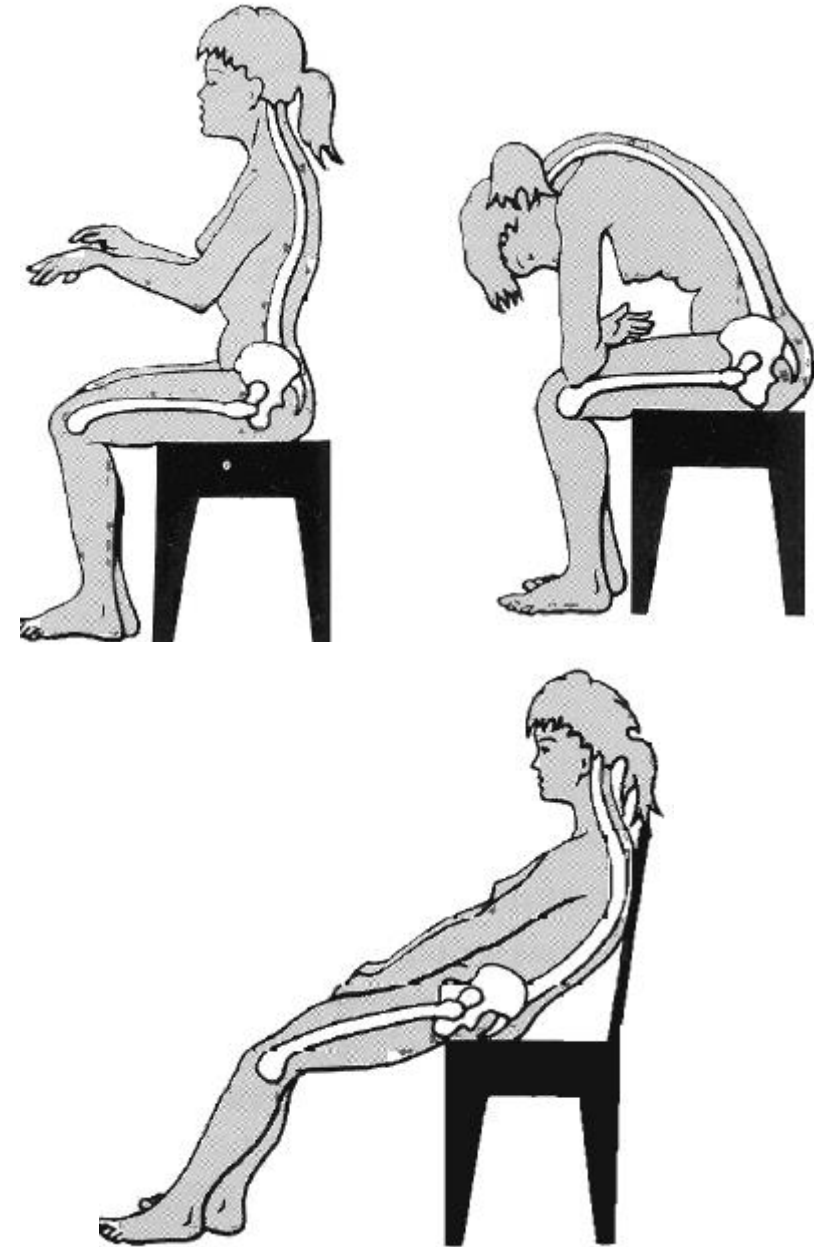
# Chování LP ve stoji, flexi

- Rovnoměrné zatížení DKK – lumbární lordosa, z post. strany přímá
- Nesymetrické zatížení DKK – skoliotická křivka – L páteř konkávní na stranu více zatížené DK
- Th páteř - konkavita na str. relaxující DK, C páteř jako L
- FLEXE TRUPU (Brugger)– paravertebrální val, mm. Glutei, hamstringy, m. solei, v maximální flexi stabilizují už jen ligamenta (při návratu trupu do vertikály pracují svaly v opačném pořadí)



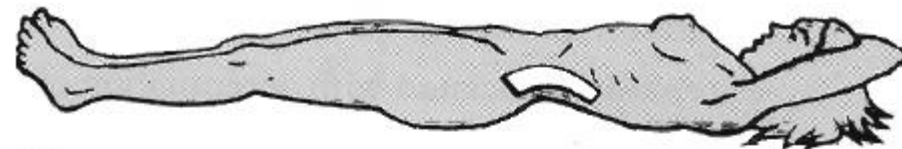
# Chování LP v sedu

- sed bez zádové opory (ischiální opora) – pánev tendence do antevertze → prohloubení kurvatur → vysoká aktivita m. trapezius (stabilizace páteře); po dlouhé době – bolestivé – „the trapezius syndrome“
- sed s oporou HK (ischio-femorální opora)– pánev v antevertzi, prohloubení Th kyfózy → napřímení bederní lordosy; minimální nutnost muskulární podpory (relaxace paravertebrál. valu → úlevová poloha pac. s osteolistézou (snižuje síly působící na LS disk, relaxuje zádové svaly))
- sed na kraji židle s oporou zad (ischio-sakrální opora) – pánev tlačena do retrovertze, LP napřímená, TH kyfóza zmírněná, hlava položená na hrudníku – inverze CP; omezení dýchání; příjemná poloha při skluzu L5 – relaxace zádových svalů, snížení bolesti u spondylolistézy, stlačení kostrče, bolest Lp flekčního typu

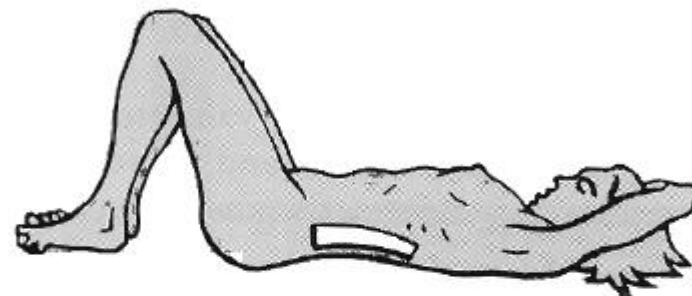


# Chování LP v lehu

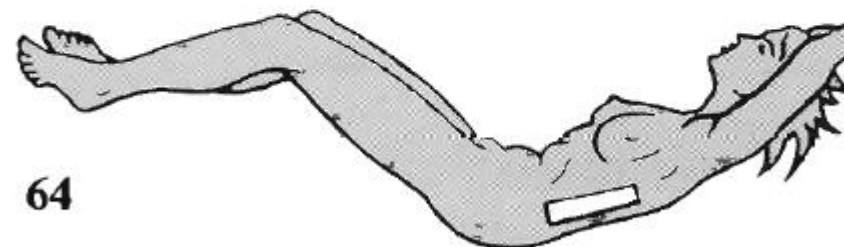
- supinace s extend. DKK – vhodné pro relaxaci, m. psoas natažen
- supinace s flekt. DKK – relaxace m. psoas → napřímení L lordosy
- supinace se semiflexí DKK a mírnou flexí trupu - prohloubení Th kyfozy → napřímení L lordosy
- semipronace – L a C páteř konkávní, Th páteř konvexní superiorně, poloha způsobuje zhoršení dýchání, nezajistí úplnou relaxaci



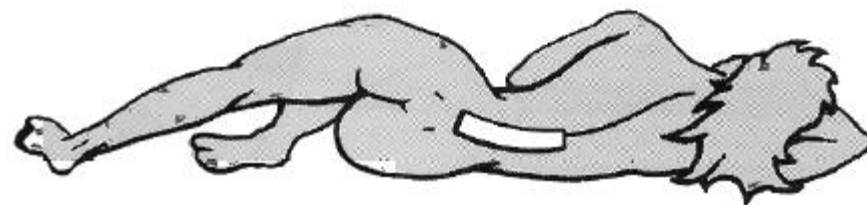
62



63



64



Děkuji za pozornost