

# Zobrazování muskuloskeletálního systému 1 (radiologicko-anatomické korelace)

MUDr. Lucie Dohnalová

**KLINIKA DĚTSKÉ RADIOLOGIE**

*Přednosta : doc. MUDr. Jarmila Skotáková, CSc.*



# Muskuloskeletální systém

- podpůrný a lokomoční systém
- kostra
- svaly
- šlachy
- klouby
- šlachové burzy



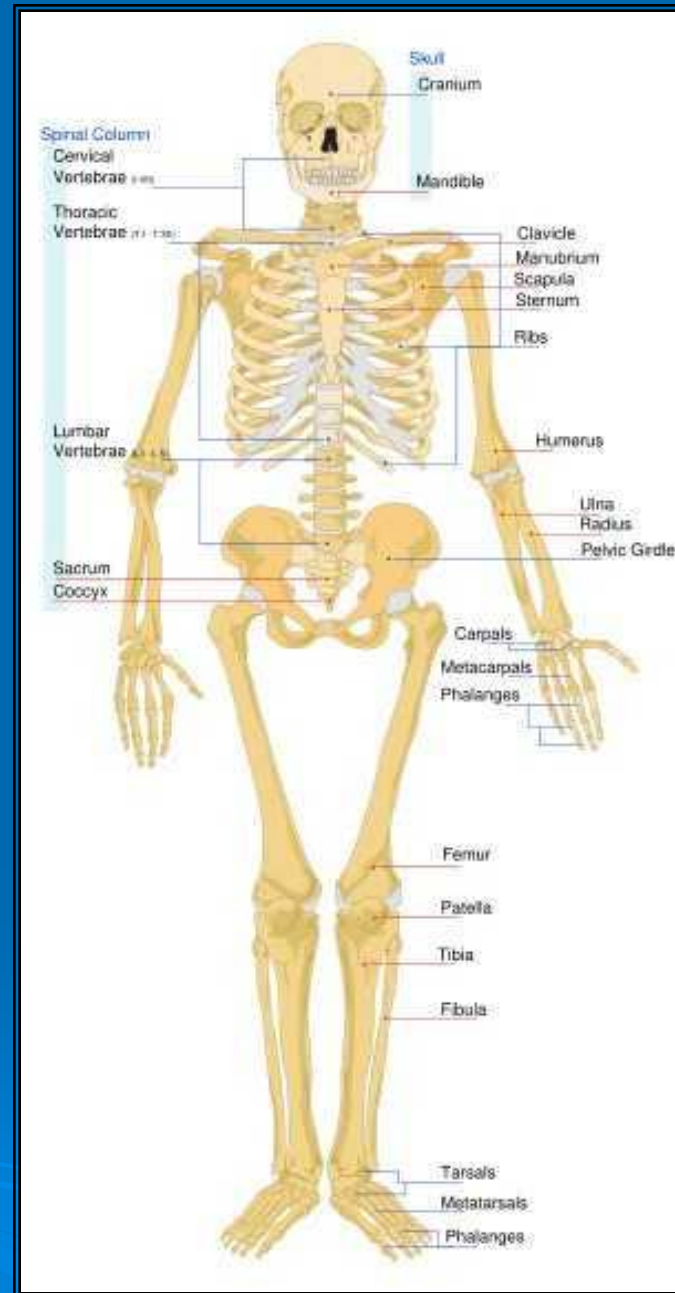
# Muskuloskeletální systém

## Funkce :

- pohyb
- vzpřímené držení
- ochrana
- termoregulace
- metabolická funkce
- komunikace
- krvetvorba (kostní dřeň)
- ukládání minerálních látek – kalciumfosfátový metabolismus

# Typy kostí

- dlouhé kosti
- krátké kosti
- ploché kosti
- nepravidelné kosti
- sezamské kůstky



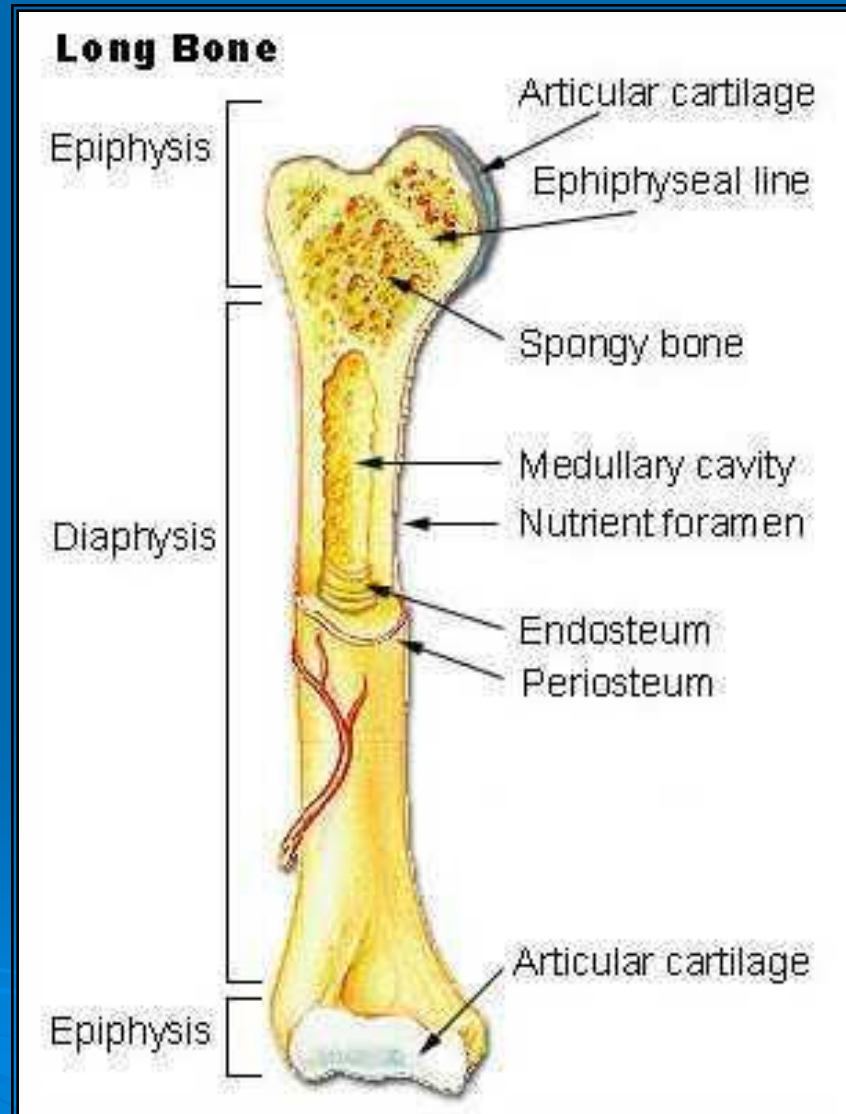
# Anatomie dlouhých kostí

➤ Epifýza

➤ Metafýza

➤ Diafýza

➤ Epifyzeální štěrbina



# Vyšetřovací metody

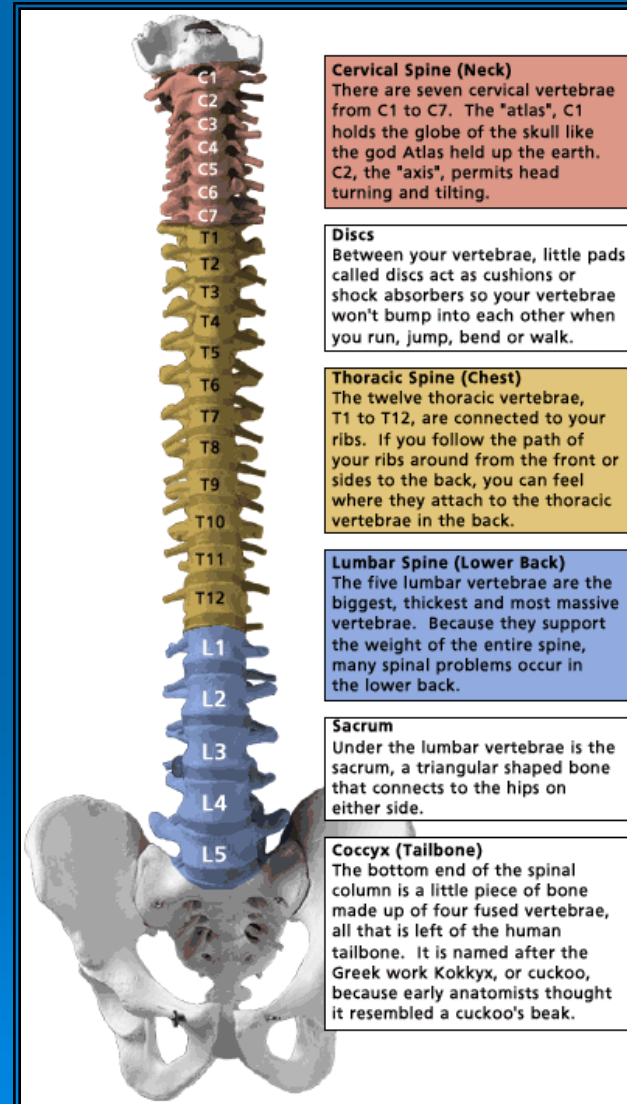
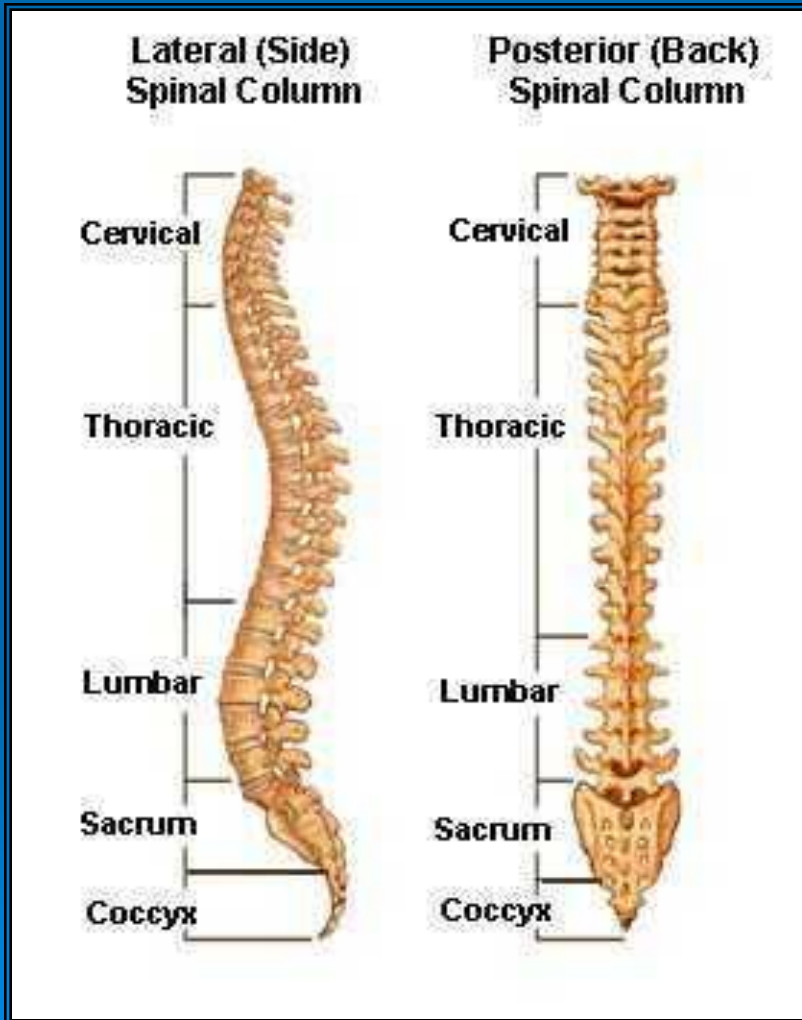
- **Skiografie** – základní vyšetřovací metoda, standardně snímky ve dvou projekcích
- **CT** – indikace při traumatech, ostatní ve výjimečných případech
- **UZ** - zobrazení měkkých tkání kloubů, svalů, šlach, významný screening dysplazií kyčelních kloubů u dětí
- **MR** – traumata, zánětlivé změny, nádory
- Intervenční metody
- Doplňkové - angiografie

# Intervenční metody

- Biopsie, punkce – pod UZ, CT
- PRT – periradikuloterapie, ozonoterapie
- RFA – radiofrekvenční ablace
- Vertebroplastika, kyfoplastika
- Artrografie



# Páteř - anatomie



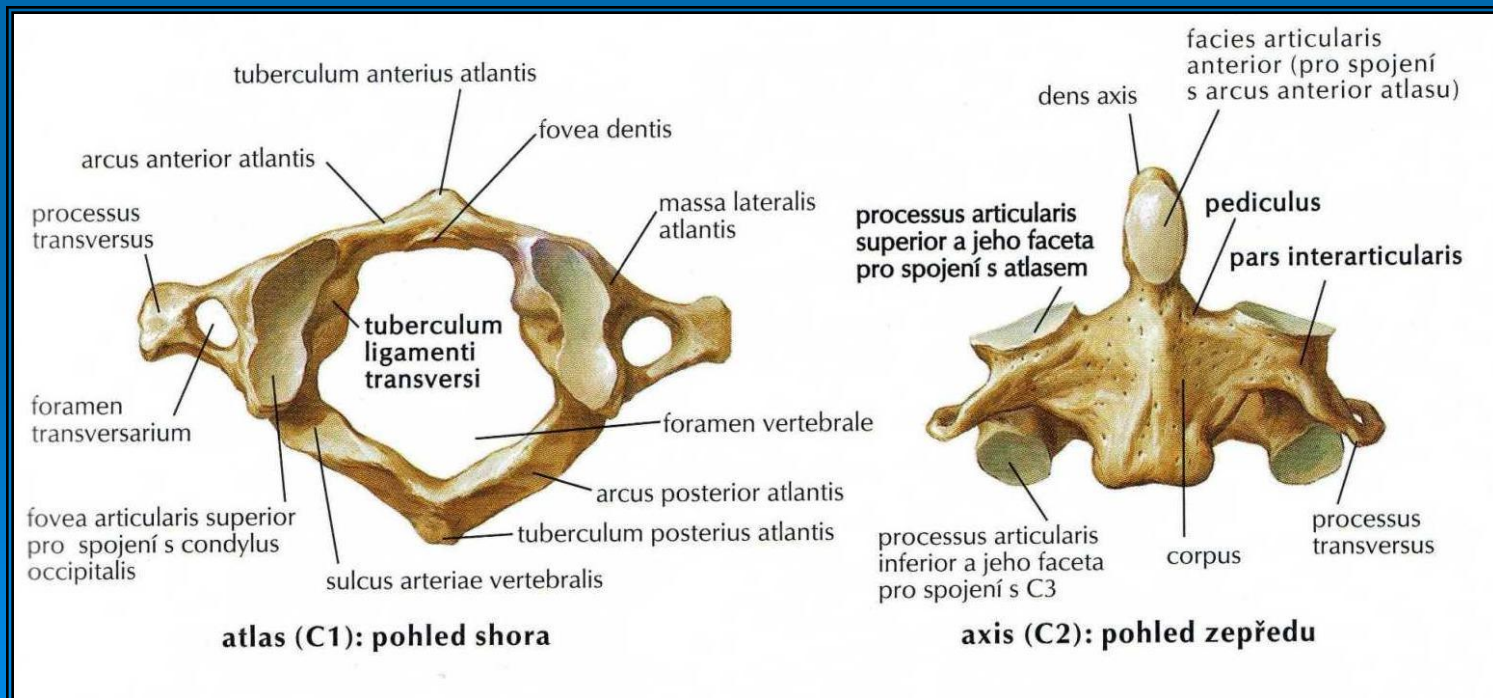
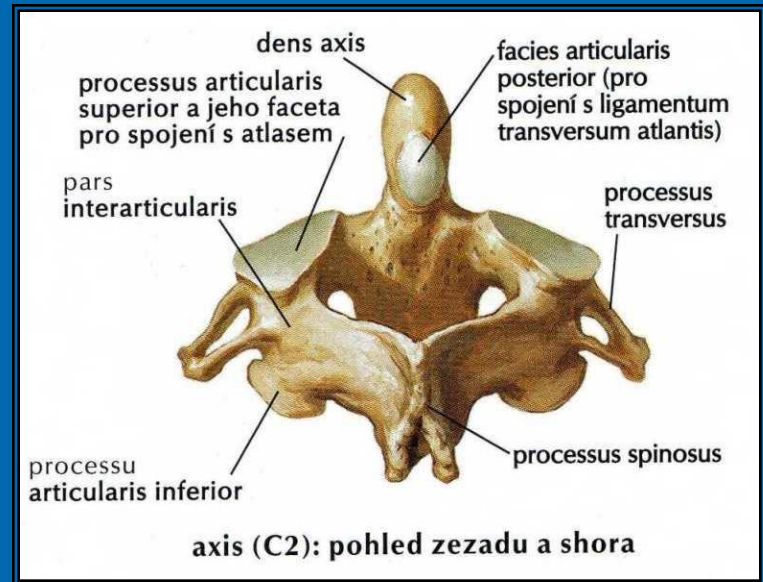


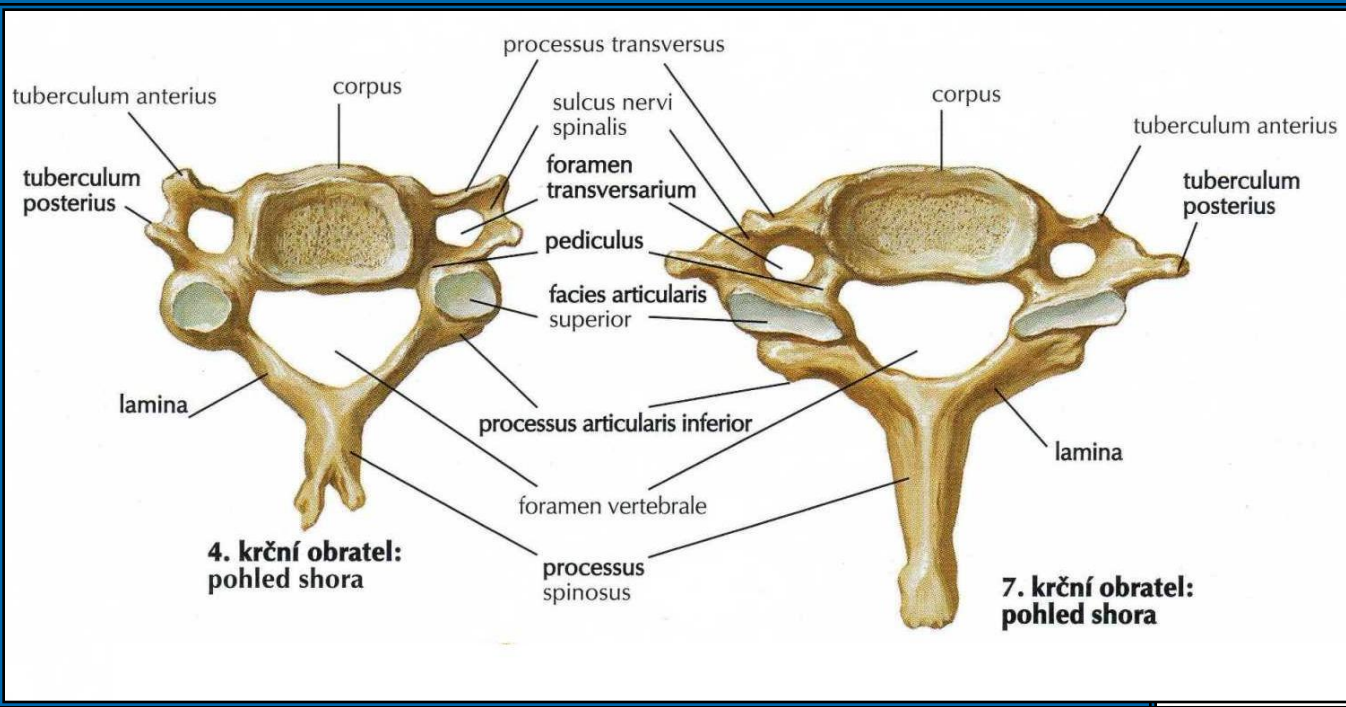
- Výše meziobratlových plotének  $L > C > Th$  páteř
- Šíře páteřního kanálu – poměr šíře páteřního kanálu/ šíře těla v sagitální rovině – C páteř  $\geq 1$
- Th páteř - šíře páteřního kanálu sagitálně odpovídá interpedikulárnímu rozměru
- Úhel hrudní kyfózy – kolmice na dolní krycí plotnu Th3 a dolní krycí plotnu Th11 svírají úhel  $25^\circ \pm 5^\circ$
- L páteř - interpedikulární vzdálenost/ šíři těla v AP = 0,5; pokud je menší je podezření na úzký páteřní kanál
- Úhel mezi kostrčí a os sacrum je  $10-30^\circ$
- Mícha (medulla spinalis) – celková délka 40-50 cm, kaudálně se zužuje v conus medullaris, u dospělých uložen ve výši L1-2, kranálně je přechod v prodlouženou míchu ve výši C1, kaudálně pokračuje jako nitkovité filum terminale o délce cca 20 cm a kaudálně srůstá s periostem 2. kostrčního obratle
- Ztluštění míchy – intumescentia cervicalis C3-Th2 a intumescentia lumbalis Th9-L1

# Indikace

- Vrozené poruchy (poruchy formace, segmentace OT, skolióza) – prostý RTG snímek, MR
- Trauma : RTG snímek, CT či MR
- Myelopatie: nádory, záněty, infekce – MR
- Bolesti, degenerativní změny – RTG, MR
- Bolesti zad s některými příznaky ( pacient < 20 let, poruchy sfinkterů či chůze, necitlivost perianogenitální oblasti, výrazná nebo progresivní ztráta motoriky, ztráta váhy, steroidy, strukturální deformity ...) – MR, CT
- Akutní bolest zad, výhřez ploténky – MR, CT

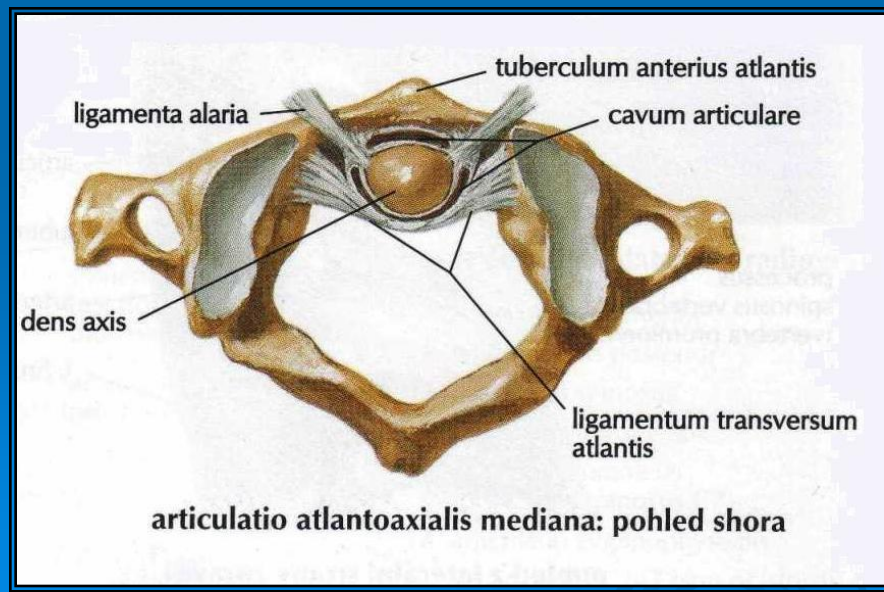
# Krční páteř - anatomie



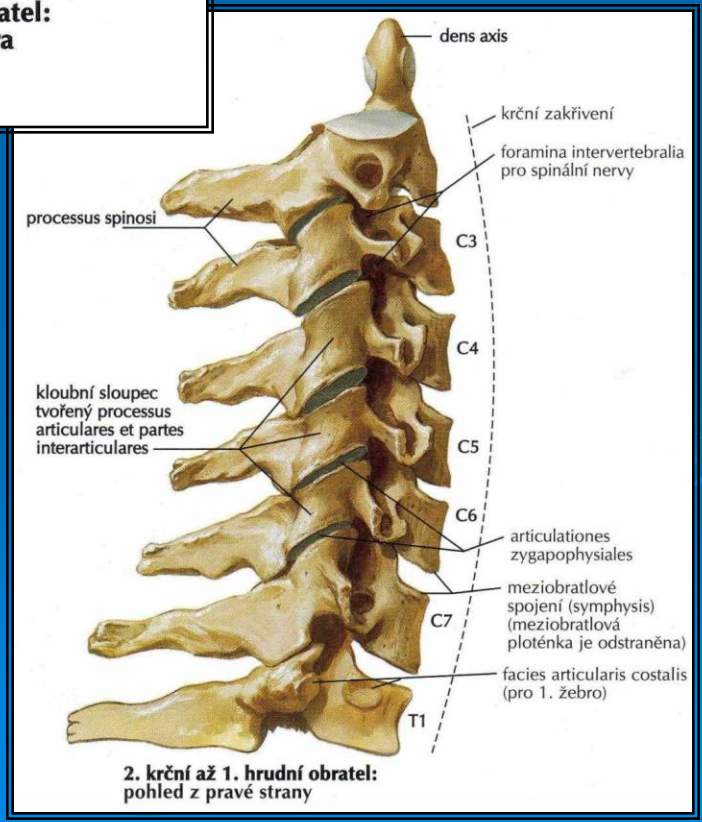


**4. krční obratel:  
pohled shora**

**7. krční obratel:  
pohled shora**



**articulatio atlantoaxialis mediana: pohled shora**



**2. krční až 1. hrudní obratel:  
pohled z pravé strany**

# Krční páteř

- v předozadní a bočné proj.
- osové postavení v AP proj.
- krční lordóza + postavení OT
- počet, tvar OT
- kontury OT
- kostní struktura
- spinózní a transverzální výběžky, pedikly
- výše meziobratlových prostor
- vzdušný sloupec trachey





### RTG C páteře – funkční snímky

- nesmí se dělat u čerstvého poranění
- postavení OT při anteflexi a retroflexi
- pohyblivost C páteře, segmentální odchylky



## Sandbergova projekce – transorální předozadní snímek cervikokraniálního přechodu

- neporušenost baze dentu
- přesahování laterálních okrajů  
C1 přes okraje C2
- symetričnost prostorů po okraji  
dentu





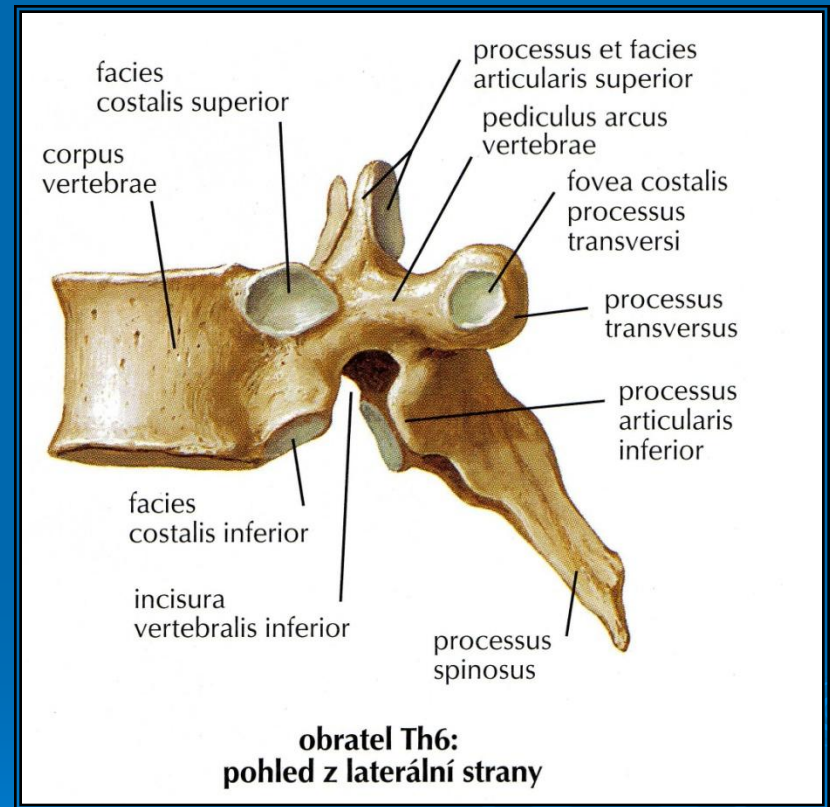
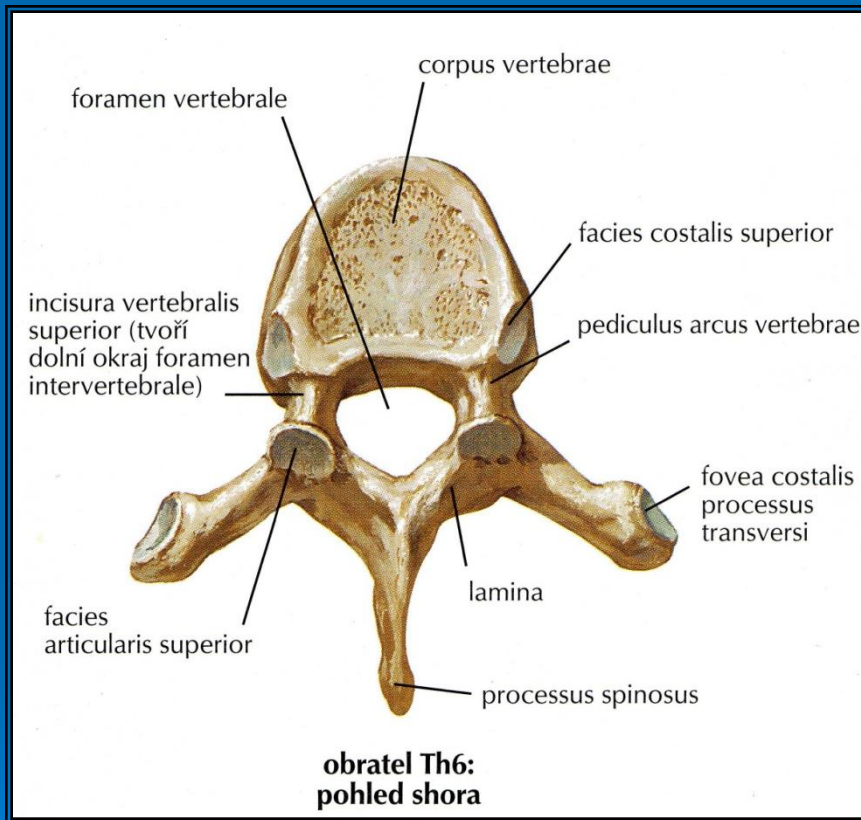
Blokové postavení OT C4,5



Kyfortický zvrát



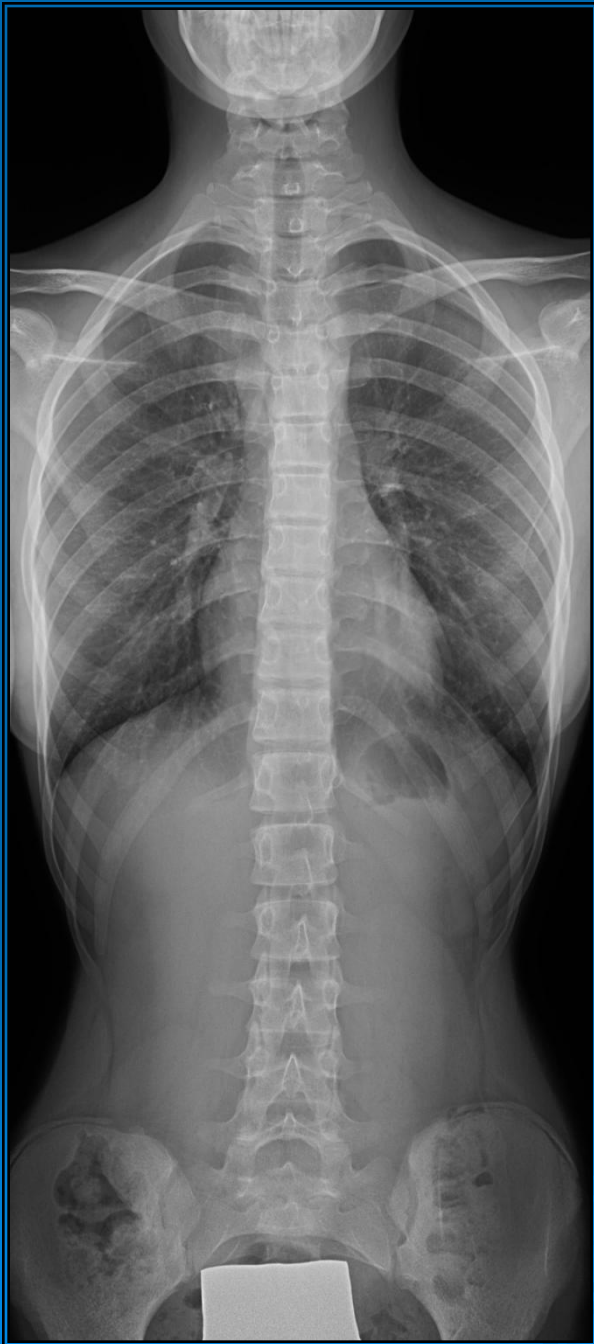
# Hrudní páteř - anatomie



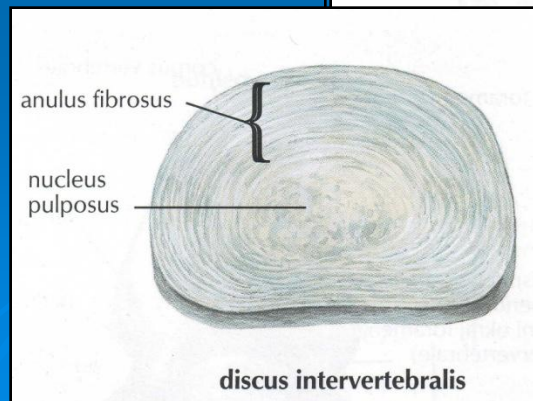
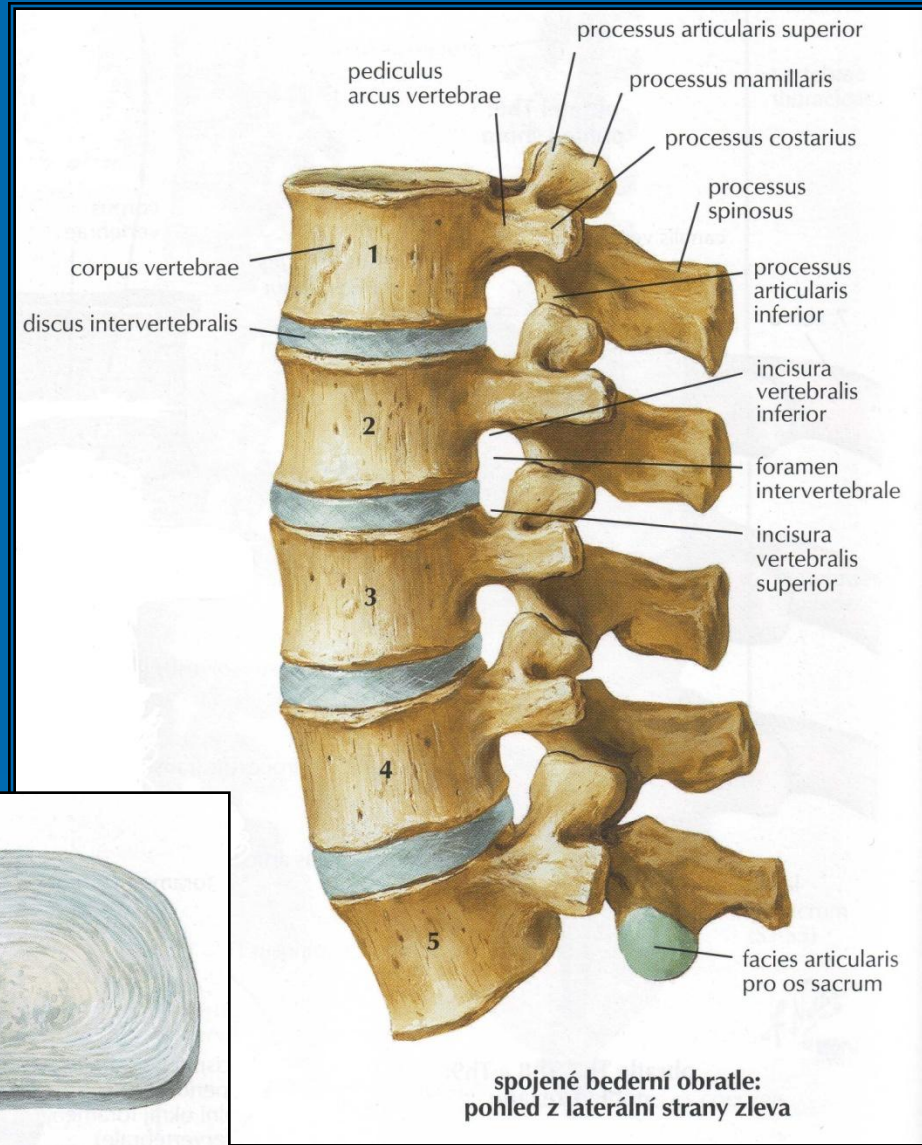
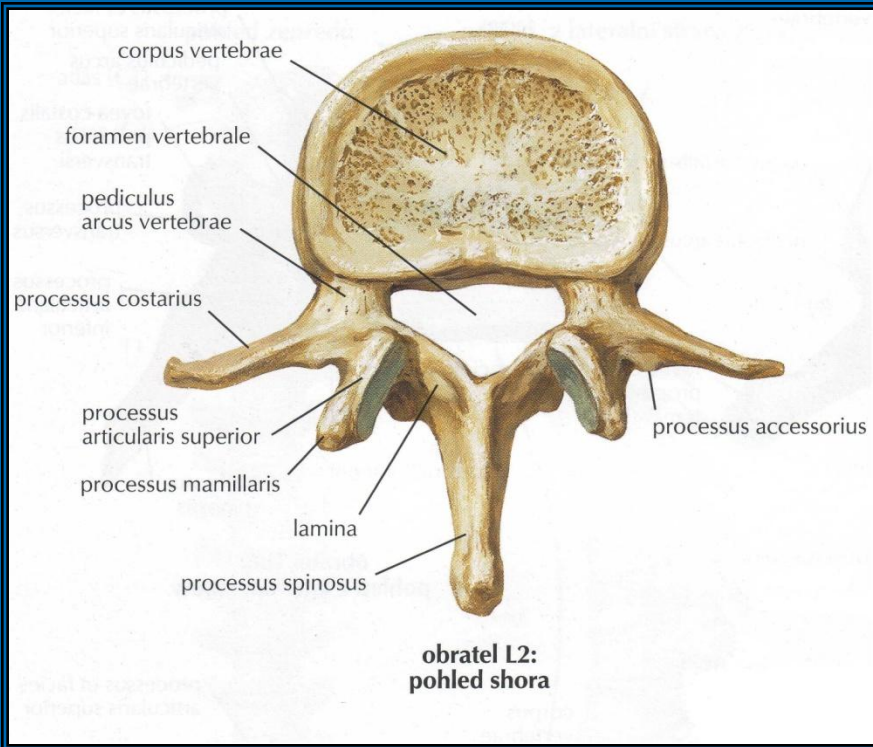
# Hrudní páteř

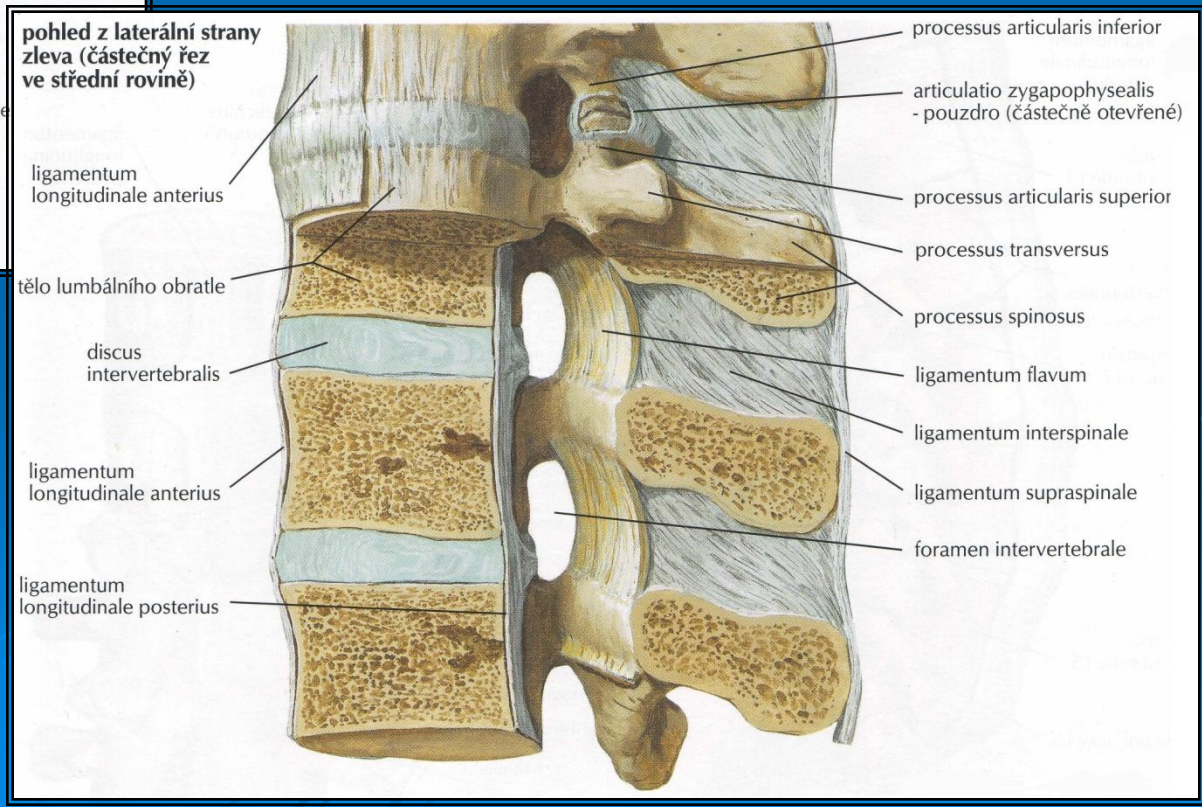
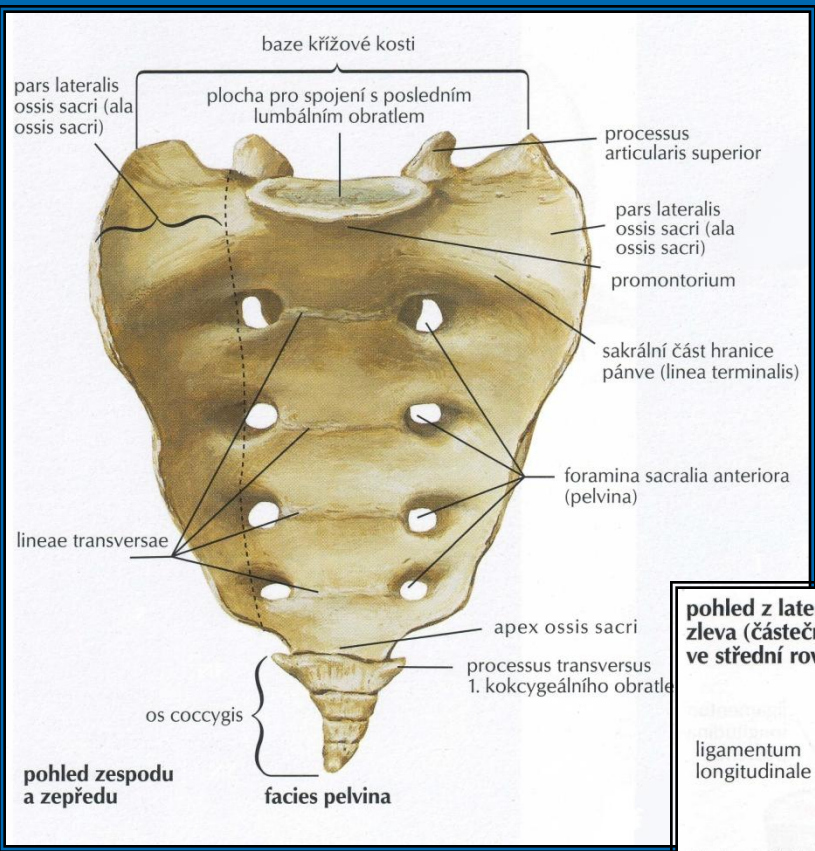
- v předozadní a bočné proj.
- normální kyfóza a postavení OT v bočné proj.
- normální počet, tvar a velikosti OT, ohraničení OT
- jemná a pravidelná kostní struktura skeletu
- normální tvar spinózních a obou příčných výběžků, prokreslené pedikly
- meziobratlové prostory normální výše





# LS páteř - anatomie





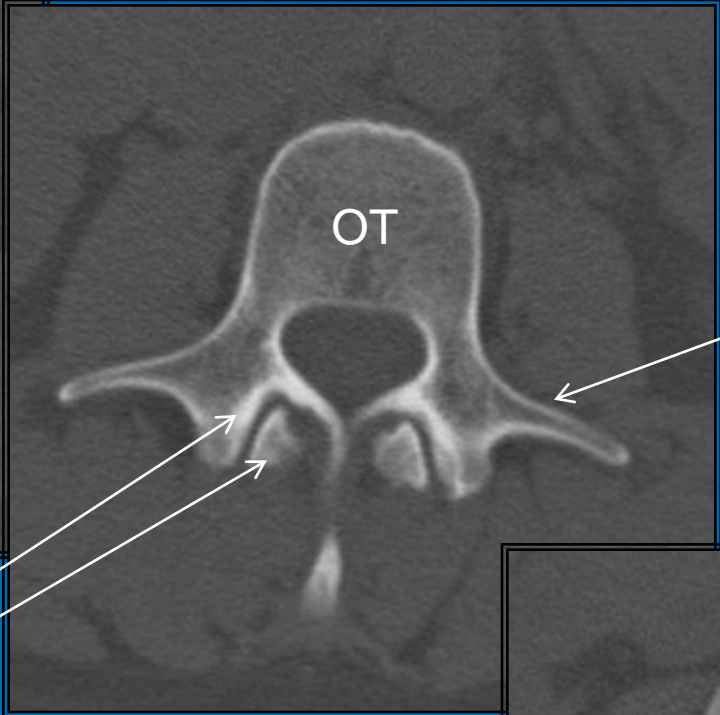
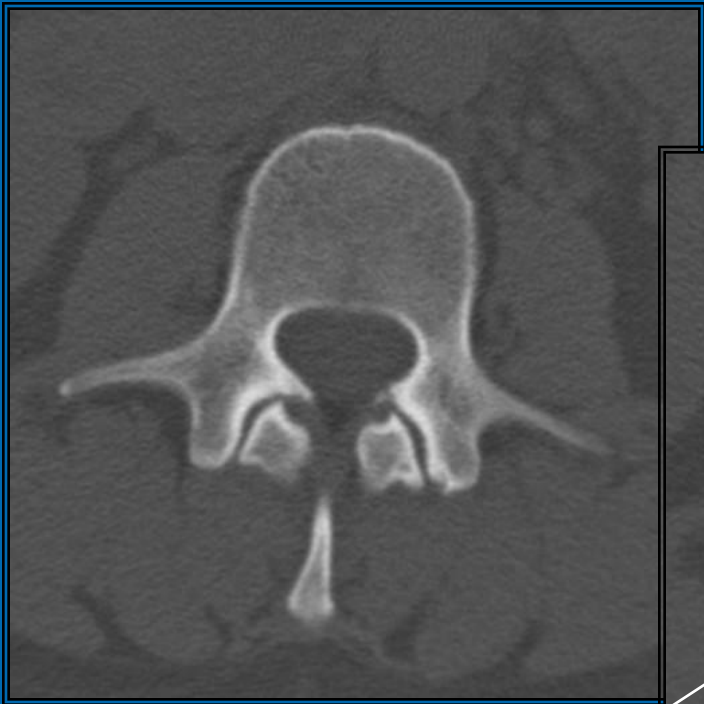
# LS páteř

- v předozadní a bočné proj.
- normální kyfóza a postavení OT v bočné proj.
- normální počet, tvar a velikosti OT, ohraničení OT
- jemná a pravidelná kostní struktura skeletu
- normální tvar spinózních a obou příčných výběžků, prokreslené pedikly
- meziobratlové prostory normální výše



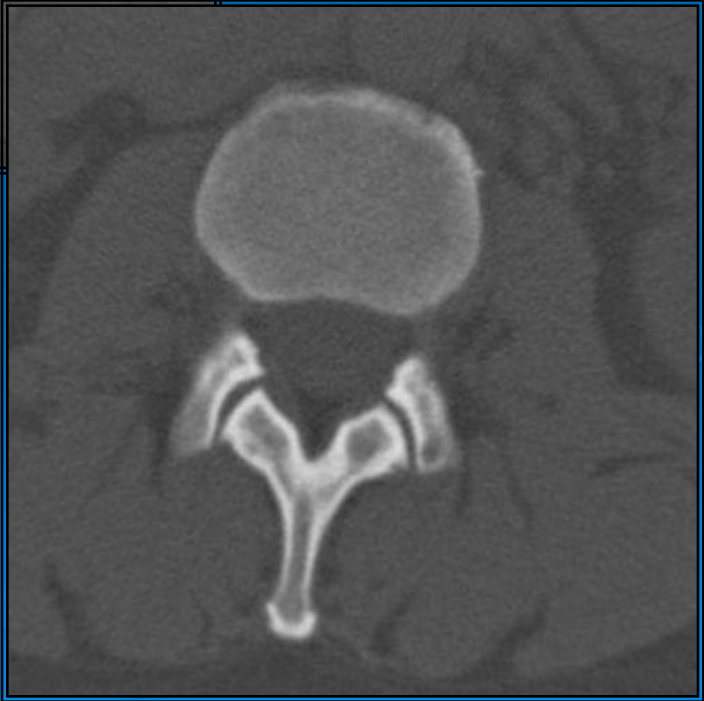
# CT páteře

- Velikost a ohraničení páteřního kanálu
- OT, oblouk i výběžky přiměřené velikosti a tvaru, kostní struktura
- Intervertebrální kloubní štěrbiny a foramina intervertebralia – šíře
- Durální vak (mícha, kauda), kořeny a spinální ganglia – normální tvar a velikost, denzita
- Epidurální tuk ventrolaterálně dobře patrný, ligg. flava obvyklé šíře
- Meziobratlové ploténky (denzita, zadní kontura nepřesahuje zadní okraj těl)
- Paraspinálně zachycené měkké tkáně bez patologických změn

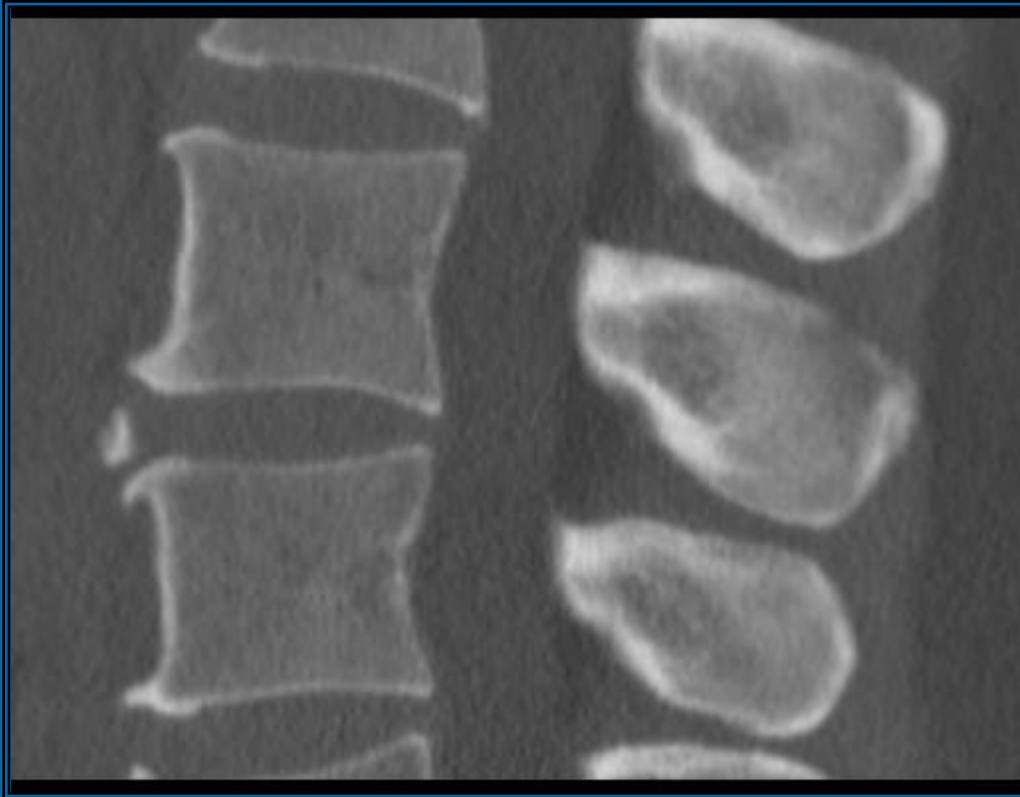


processus costarius

processus articularis sup. et inf.







OT L4 a 5

Lehké zúžení MOP L4/5 dorzálně

Degenerativní spondylogenní změny

Kalcifikace ve ventrální části disku



Tříštvá fraktura OT L1

# MR páteře

- T1W, T2W a STIR
- Šíře a ohraničení páteřního kanálu
- OT, oblouky i výběžky přiměřené velikosti a tvaru, kostní struktura
- Intervertebrální kloubní štěrbiny a foramina intervertebralia – šíře
- Mícha – obvyklý tvar, velikost, uložení
- Odstupy kořenů a spinální ganglia – normální uložení
- Epidurální tuk ventrolaterálně dobře patrný, ligg. flava obvyklé šíře
- Meziobratlové ploténky (intenzita, zadní kontura nepřesahuje zadní okraj těl)
- Paraspinálně zachycené měkké tkáně bez patologických změn

# MR páteře



T1W



T2W





T1W



T2W



STIR

Edém kostní dřeně OT Th11-L4  
Kompresivní fraktura OT Th11-L1 s prolomením horní krycí plotny

# Horní končetina

- **Rameno, humerus** – nejvolnější a nepohyblivější kloub těla, hlavice je mnohem větší než jamka
  - labrum tvoří chrupavčitý lem rozšiřující kloubní plochu jamky
  - úpon kloubního pouzdra je ventrálně – nejčastěji ventrokranálně při okraji glenoidu, ve střední a kaudální části v oblasti krčku lopatky, velmi vzácně mediálně od krčku lopatky
  - kloubní štěrbina sternoklavikulárního skloubení má šíři 3-5 mm
  - kloubní štěrbina AC skloubení max. do 8mm
  - kloubní štěrbina ramenního kloubu 4-6 mm
- **Rotátorová manžeta** : svaly a jejich šlachy, které se upínají na anatomický krček a tuberkuly humeru
  - m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a m. subscapularis

## ➤ Loket a předloktí

- kloubní štěrbina šíře 4-6 mm
- úhel loketního kloubu při supinaci mezi osami ulna – humerus je otevřený zevně – u muže 170 st., u ženy 160 st.
- dist. kloubní plochy ulny a radia mohou být přibližně ve stejné výši, kloubní plocha ulny může být níže nebo výše než radia

## ➤ Ruka

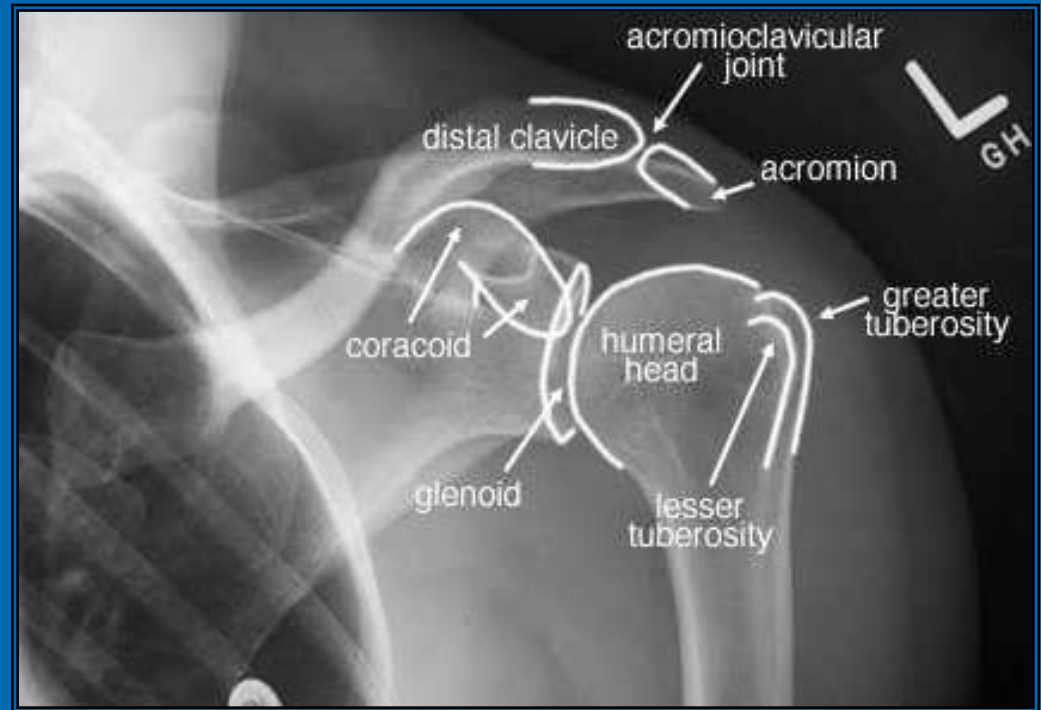
- kloubní štěrbina radiokarpálního kloubu je 2-2,5 mm
- kloubní štěrbina interkarpálních kloubů 1,5-2 mm

# Indikace

- Traumata – RTG, UZ (při současném poranění kloubu), CT
- Osteomyelitis – RTG + NM (scintigrafie) nebo MRI, CT (k zjištění sekvestrů)
- Primární kostní nádor – RTG, pak MR či CT
- Detekce kostních metastáz – NM, dále MR
- Útvar v měkké tkáni – UZ (metoda 1. volby), MR
- Kostní bolesti – RTG, NM či MR
- Metabolická kostní onemocnění – RTG, NM
- Onemocnění kloubů – RTG (srovnávací snímky), UZ (zánět, impingement syndrom), MR

# Pletenec pažní

- Lopatka
- Pažní kost
- Klíční kost

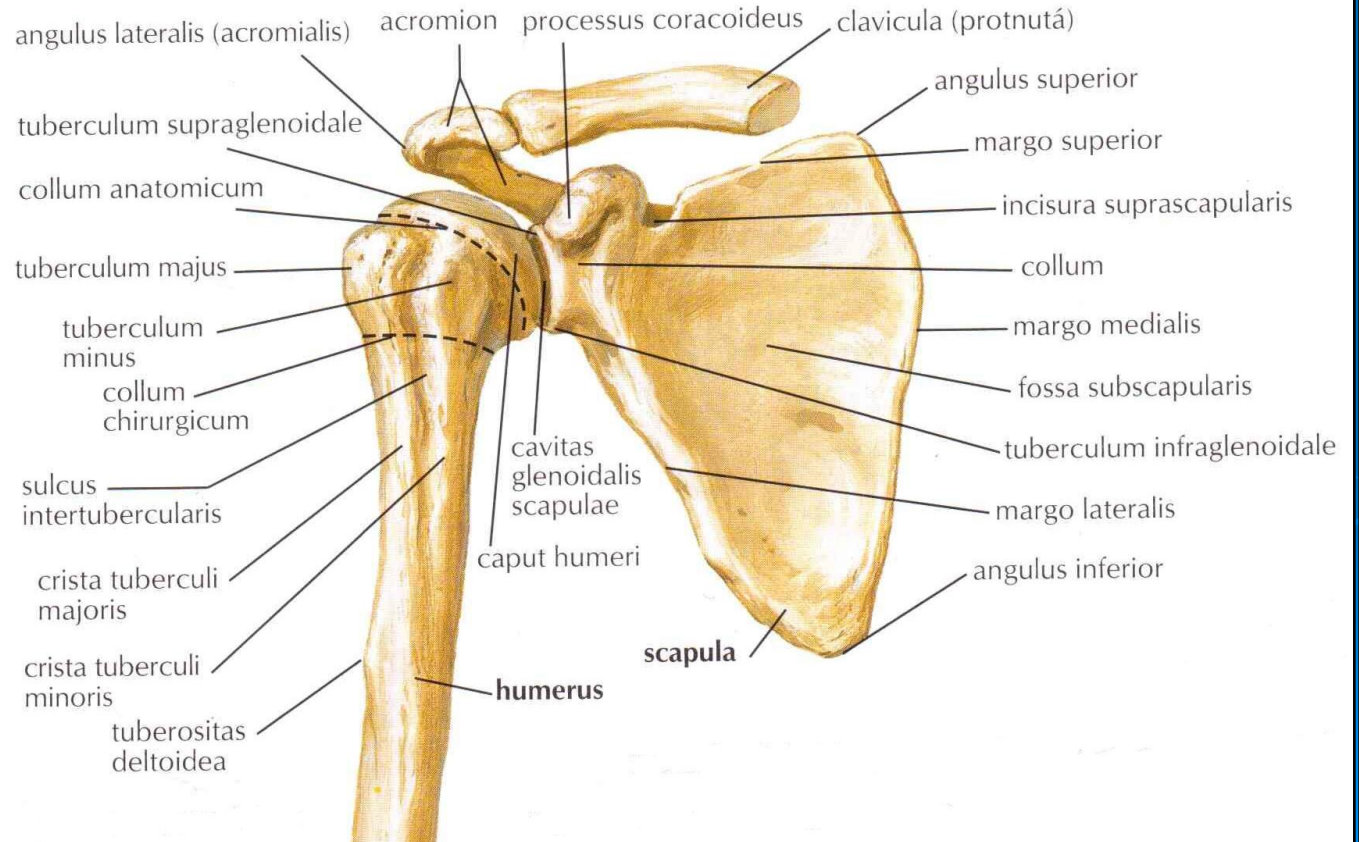
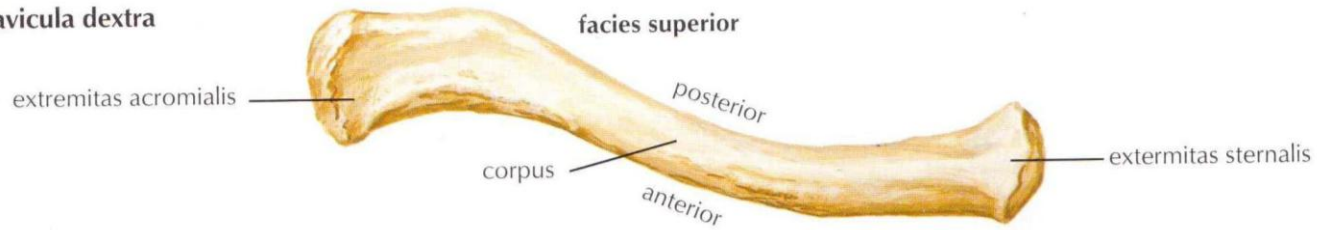


AC kloub

Glenohumerální kloub



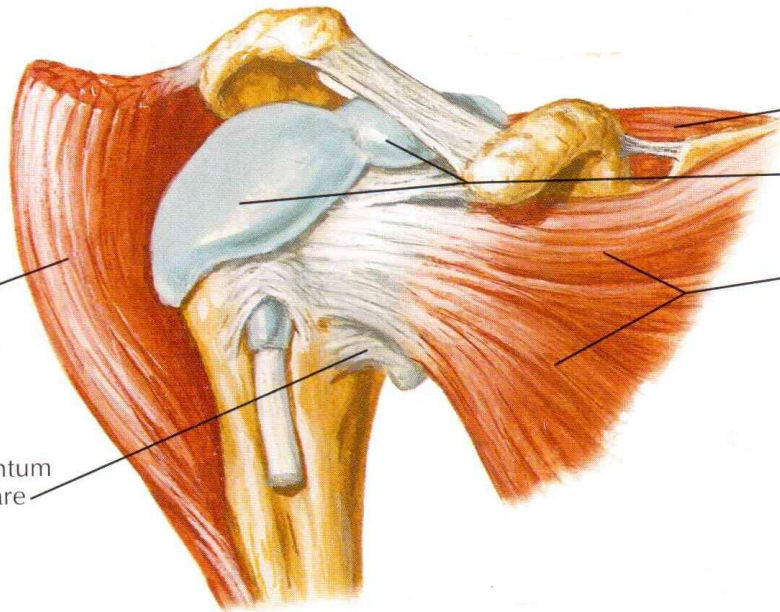
**clavicula dextra**



pohled  
zepředu

musculus  
deltoideus  
(odtažený)

ligamentum  
capsulare

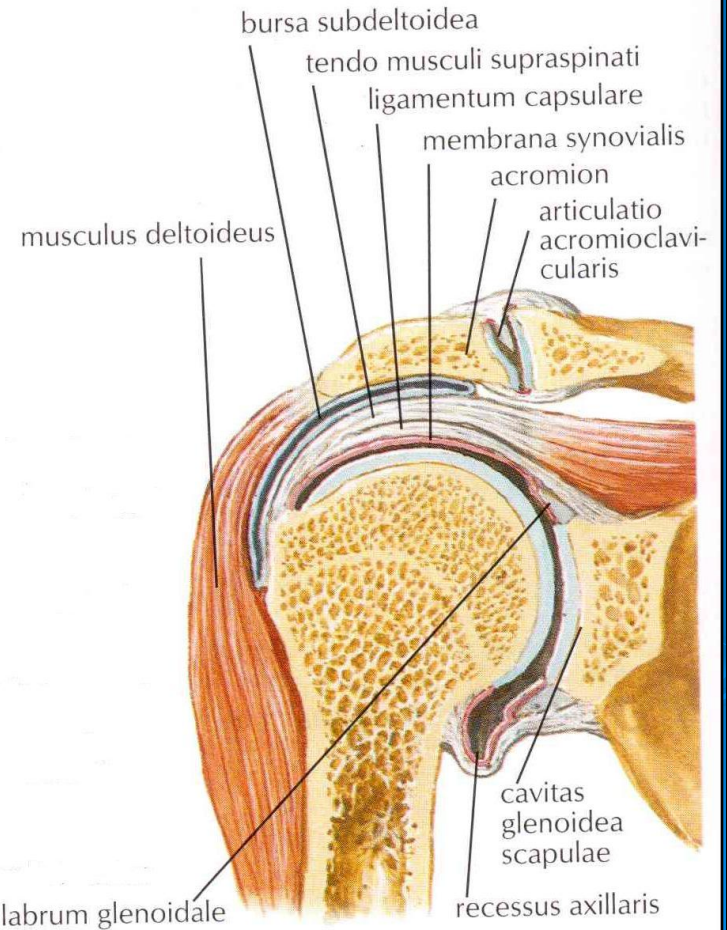


musculus supraspinatus

spojení subdeltoidní a subakromiální bursy

musculus subscapularis

## Anatomie ramenního kloubu



bursa subdeltoidea

tendo musculi supraspinati

ligamentum capsulare

membrana synovialis

acromion

articulatio  
acromioclavi-  
cularis

musculus deltoideus

labrum glenoidale

cavitas  
glenoidea  
scapulae

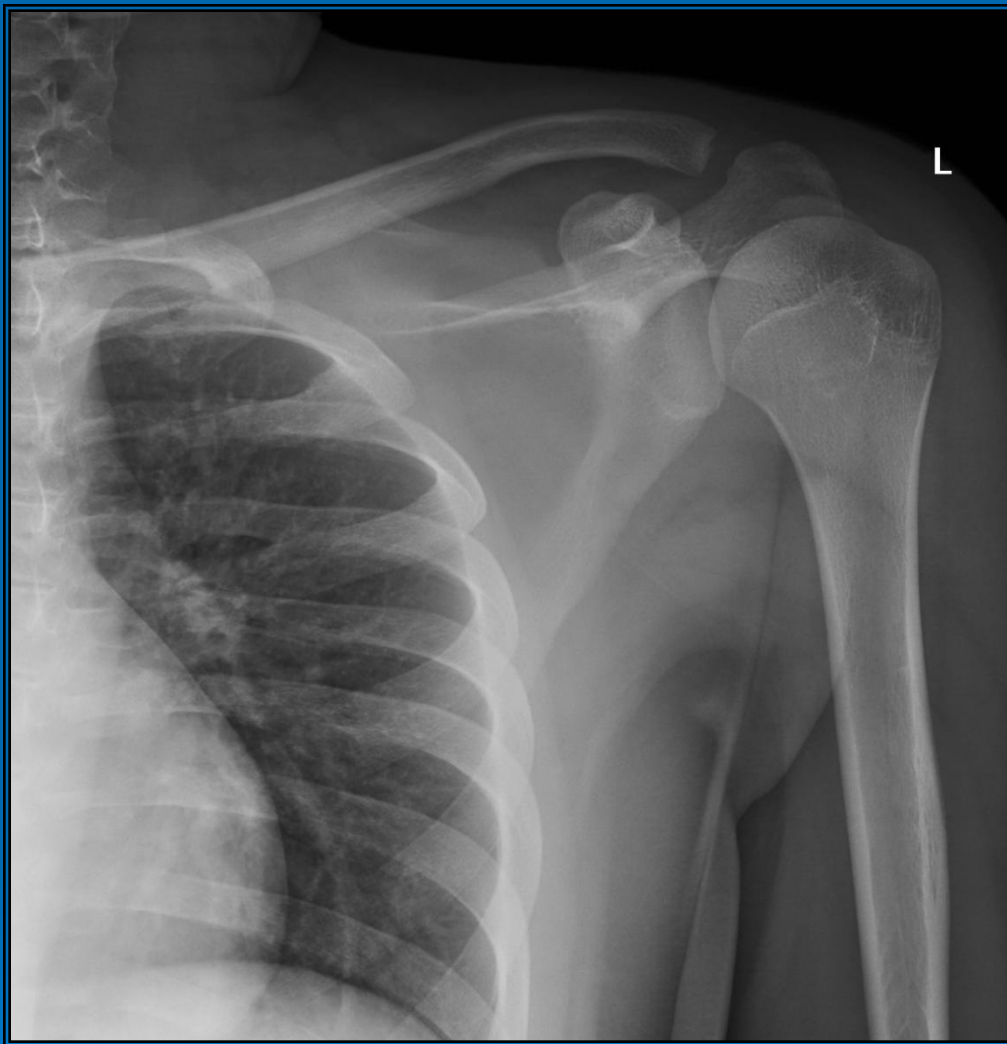
recessus axillaris

frontální řez kloubem

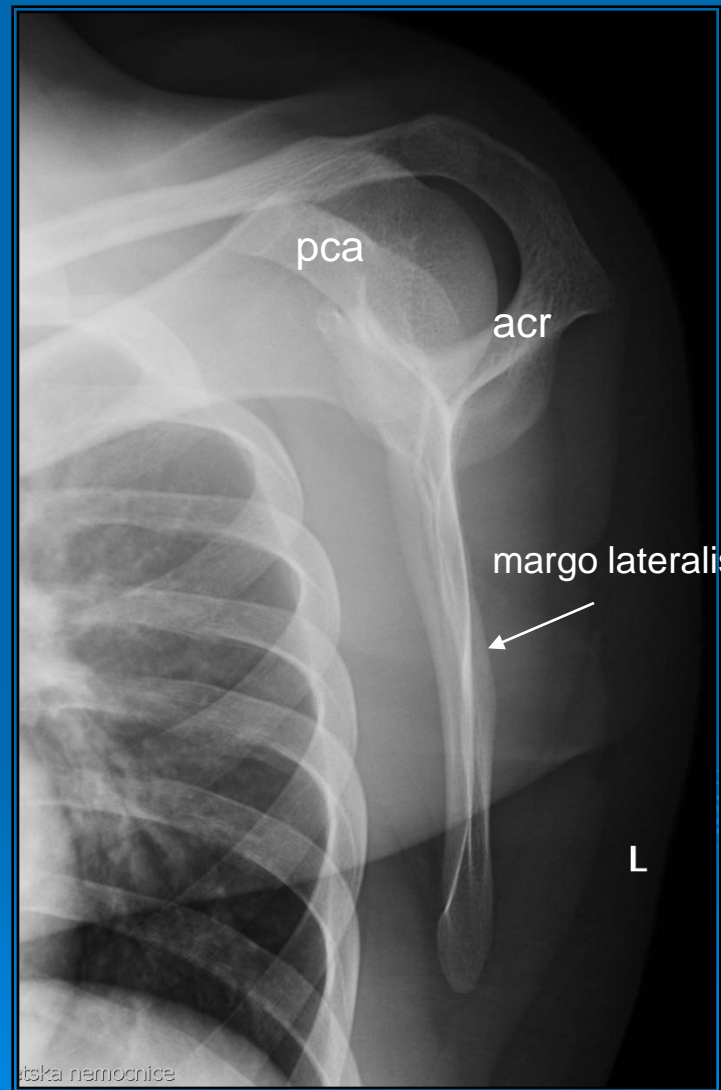
# RTG ramena

- Postavení a šíře kloubních štěrbin ramenního kloubu a AC skloubení
- Hlavice sférická, kontury ostré, pravidelné
- Kostní struktura jemná, pravidelná



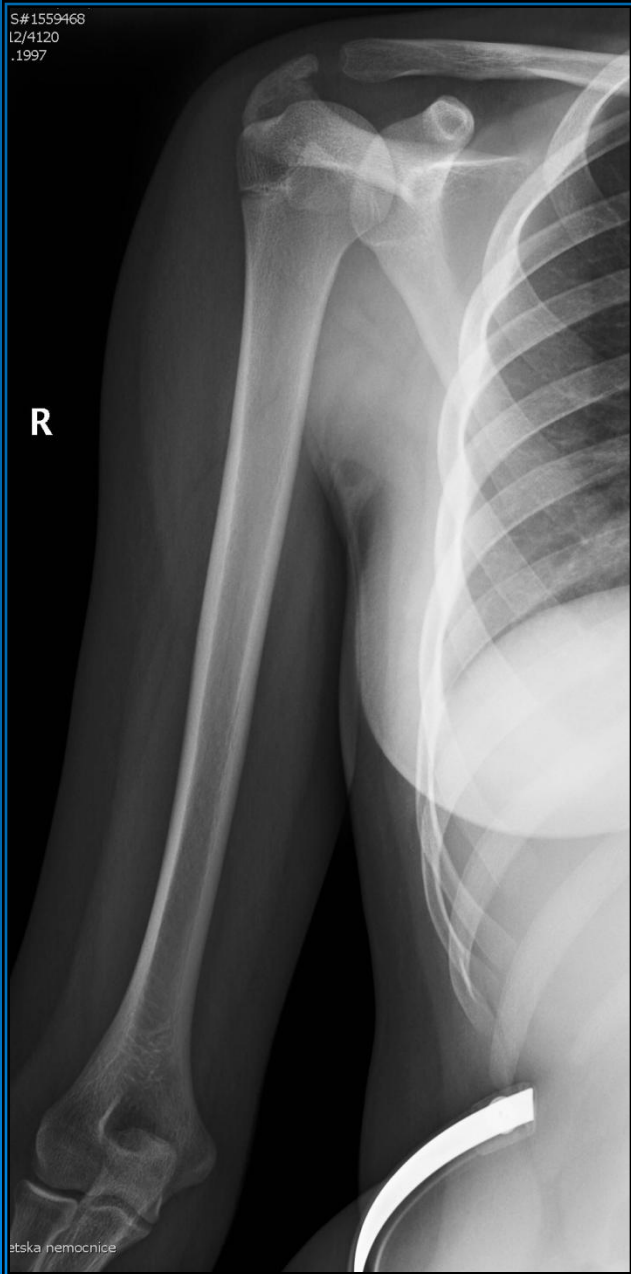


RTG lopatky



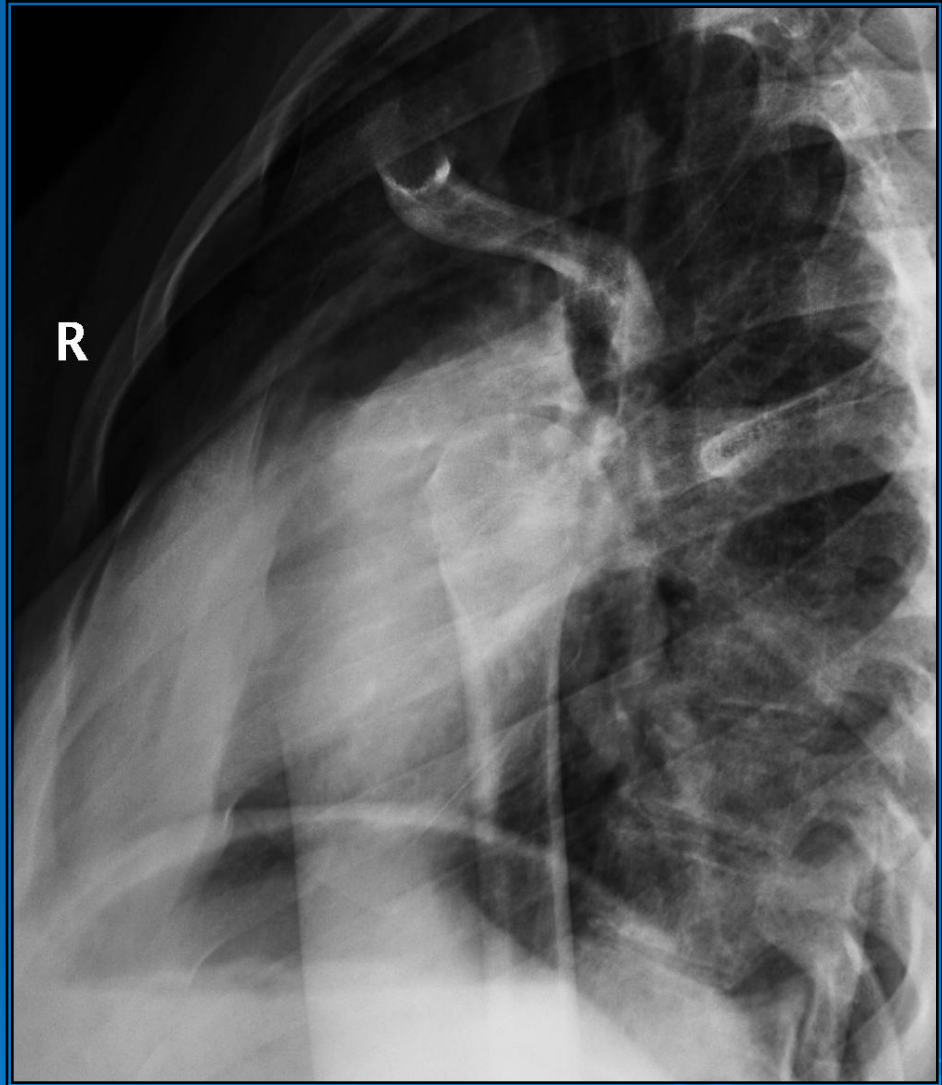
S#1559468  
I2/4120  
.1997

R



střská nemocnice

R



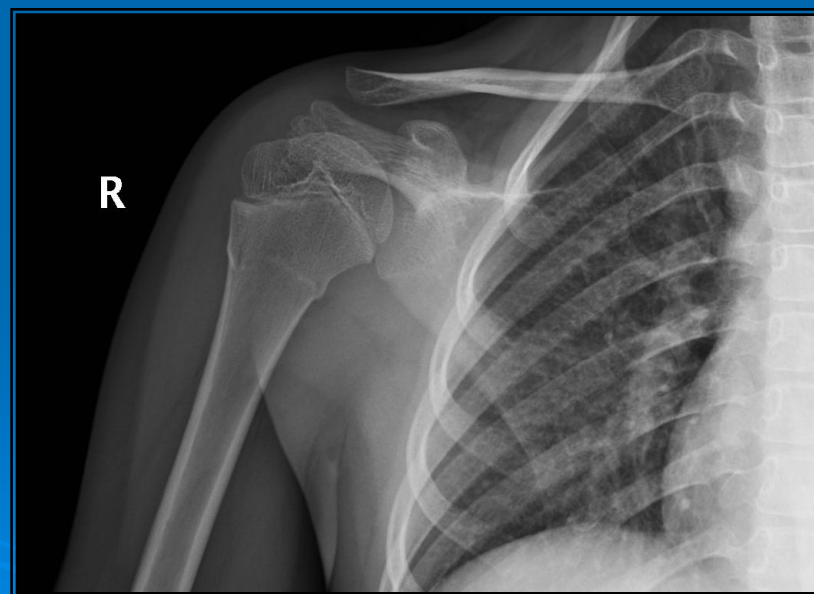
Transthorakální projekce



Luxace v ramenním kloubu



Fraktura střední 1/3 klíční kosti



Fraktura chirurgického krčku humeru

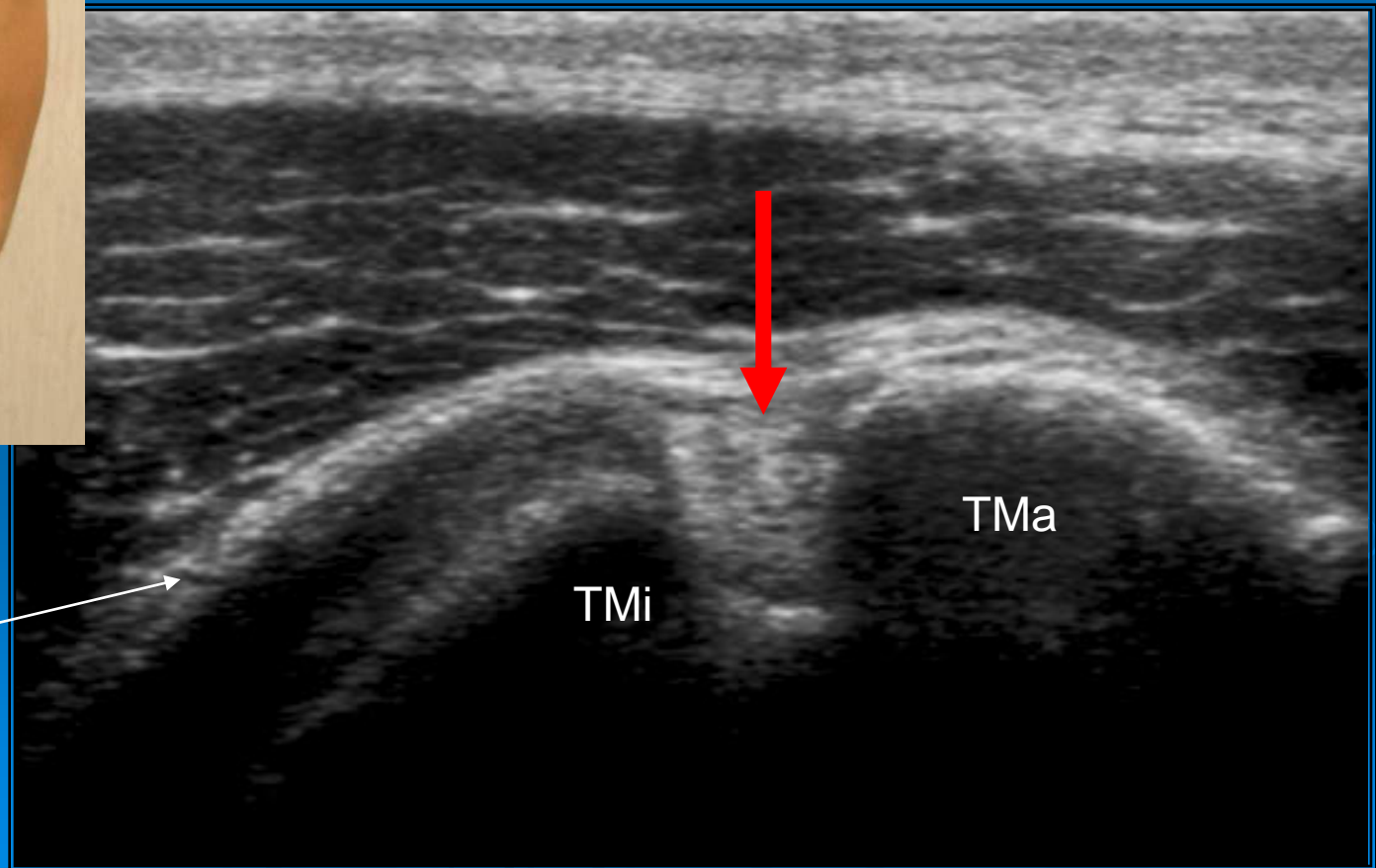
# UZ ramena

- lineární sonda 7,5 – 10 MHz
- Přední okraj glenoidální jamky je ostrý, bez defektů
- Šlacha dlouhé hlavy bicepsu (echogenita, echostruktura), bez výpotku
- Rotátorová manžeta

# UZ ramena

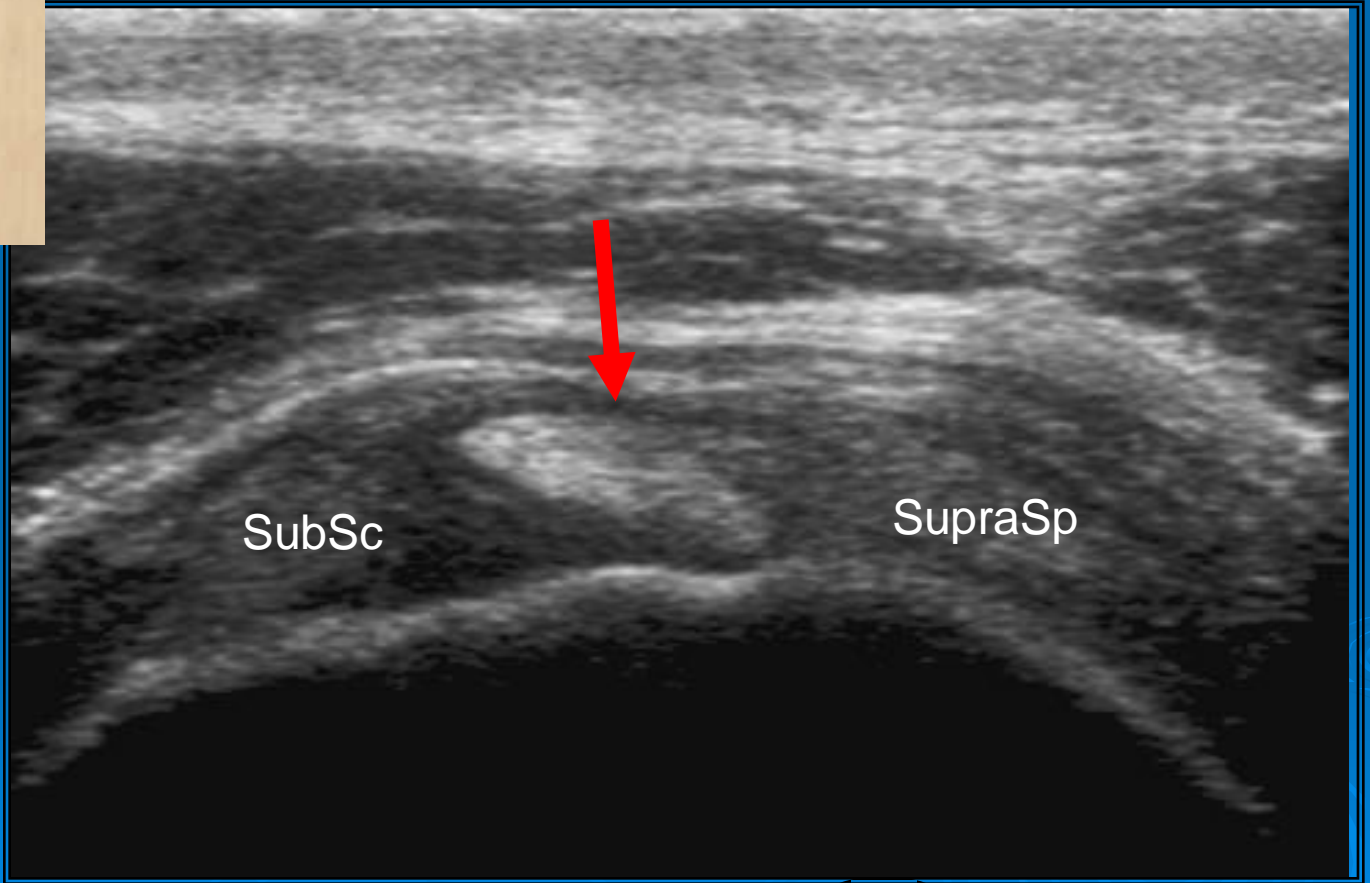


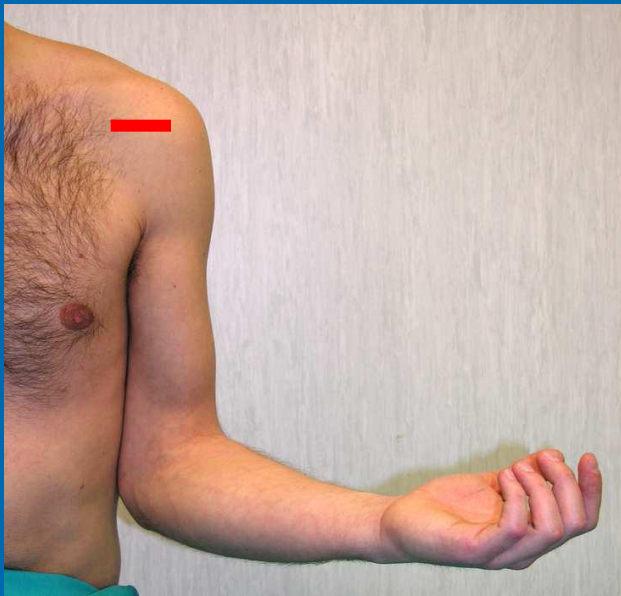
1) Šlacha dlouhé hlavy bicepsu – mezi tuberculum majus a tuberculum minus



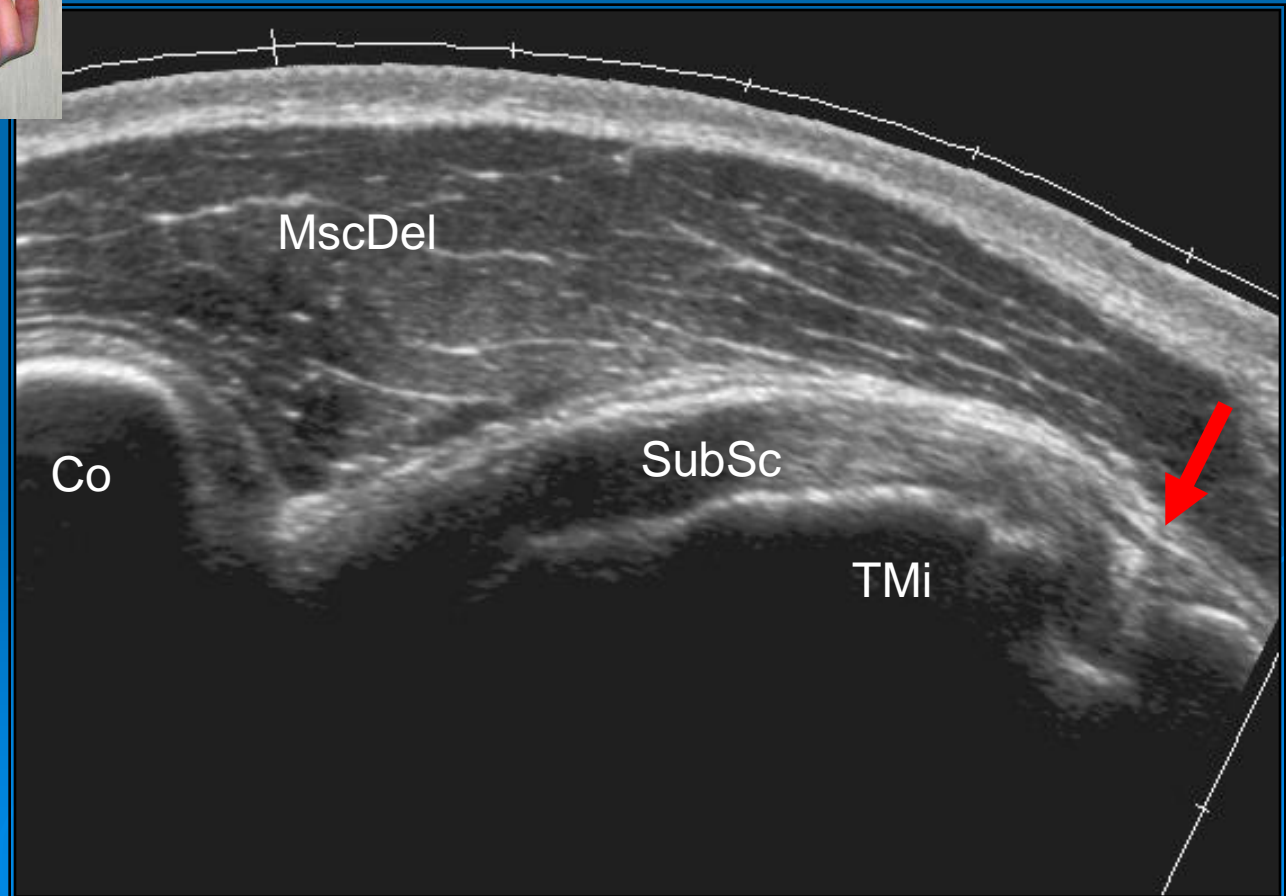
šlacha m.  
subscapularis





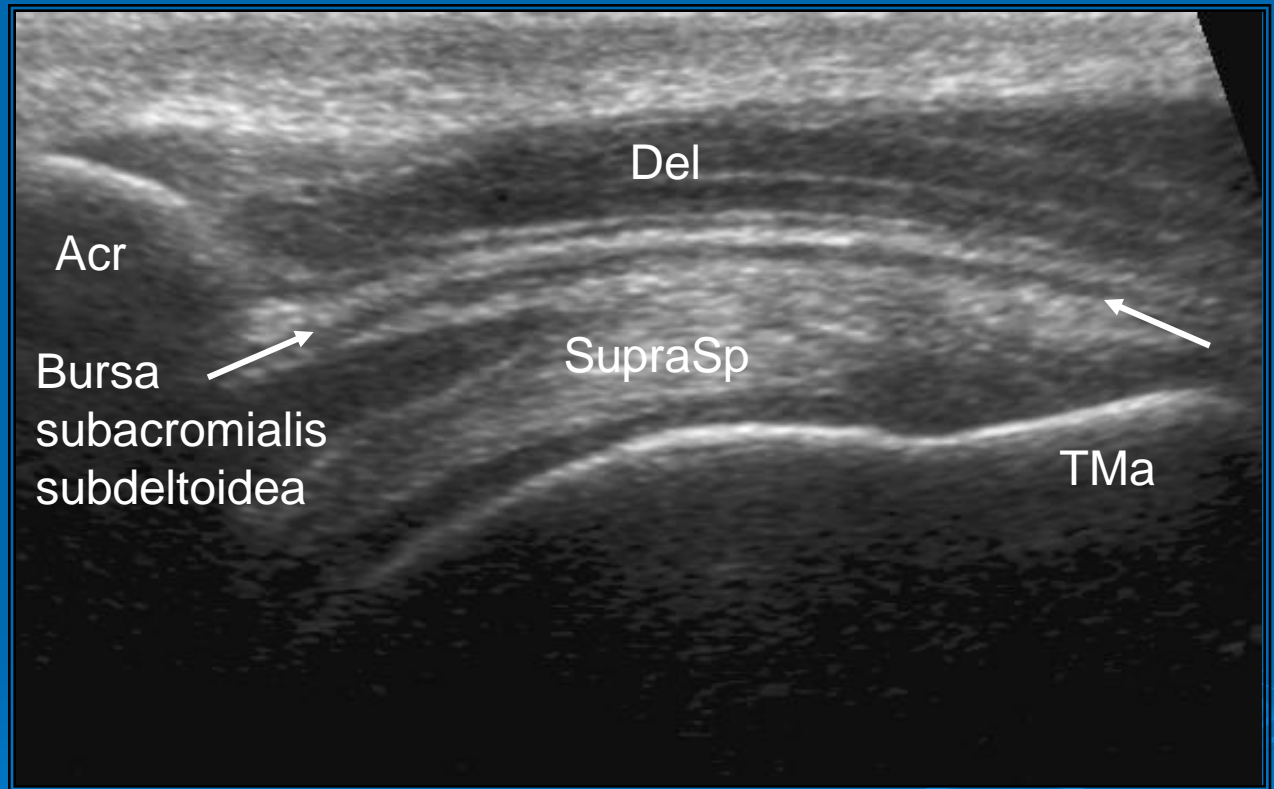


2) Šlacha m. subscapularis a její úpon na tuberositas minor





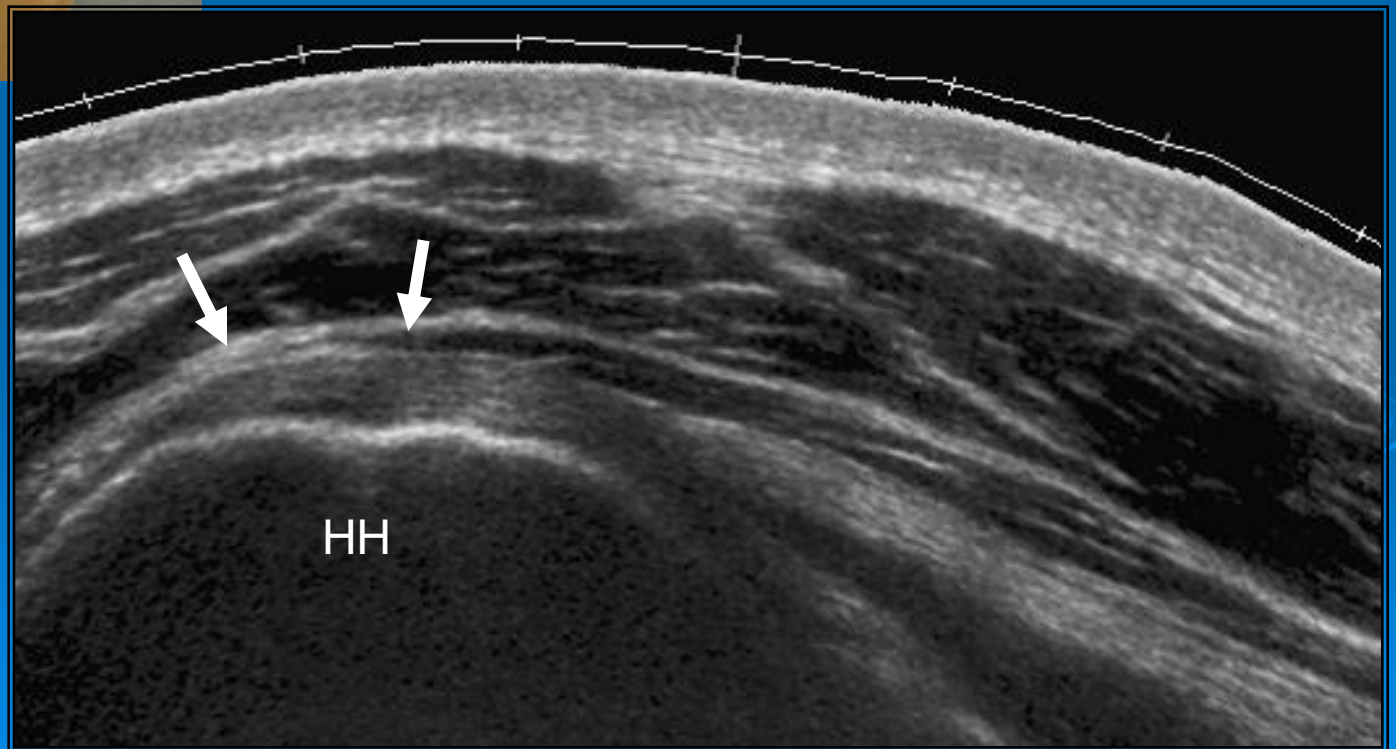
### 3) Šlacha m. supraspinatus





4) Šlachy m. infraspinatus, teres minor, detekce výpotku v zadním recessu

Šlacha m.  
infraspinatus



# CT ramena

- Postavení ramenního a AC skloubení
- Kontury kloubních ploch hladké, ostré
- Normální tvar labra glenoidu a poloha šlachy dlouhé hlavy bicepsu ve žlábků pažní kosti
- Kostní struktura

# MR ramena

- T1W, T2W, STIR
- **Kosti** – tvar, velikost, postavení v oblasti ramenního kloubu, hlavice má sférický tvar
  - přiměřený signál kostní dřeně, kortikalis hladce ohraničena, přiměřené šíře
- **Kloubní chrupavky včetně labra** – chrupavka hlavice humeru (signál, šíře, kontury)
  - normální trojúhelníkový tvar obou okrajů labra na axiálních obrazech – horní přední okraj labra často oddělen od kosti
- **Vazivové struktury a měkké tkáně** – kontury, šíře a signál šlach a svalů rotátorové manžety
- **Výpotek v kloubní dutině, bursa subacromialis či bursa subdeltoidea**

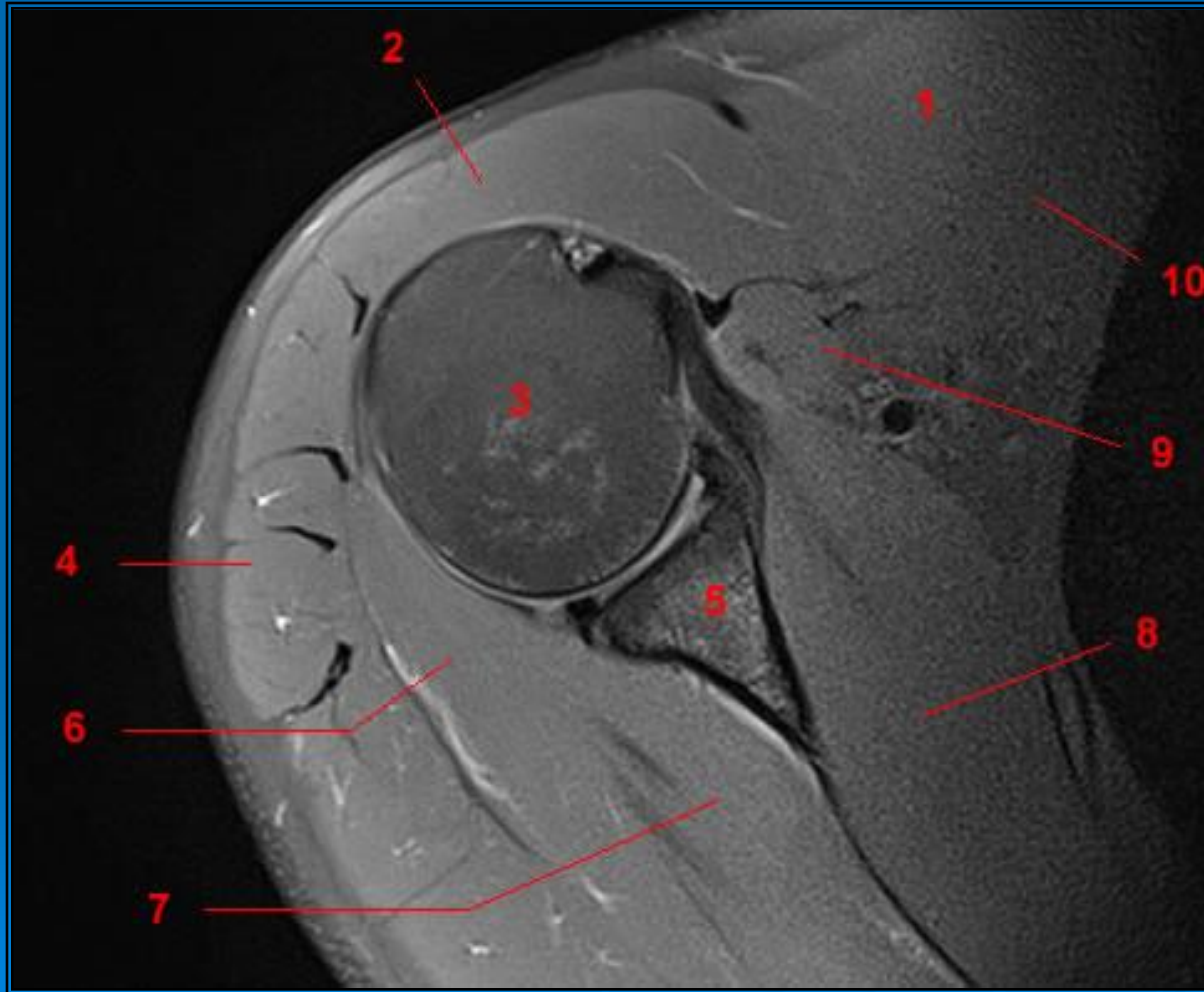
# MR ramena



## Coronal T2W

- 1, Trapezius muscle
- 2, Clavicle
- 3, Acromioclavicular joint
- 4, Acromion
- 5, Deltoid muscle
- 6, Greater tuberosity
- 7, Humeral head
- 8, Supraspinatus muscle
- 9, Glenoid
- 10, Subscapularis muscle
- 11, Teres major muscle.

# MR ramena



## Axial T2W

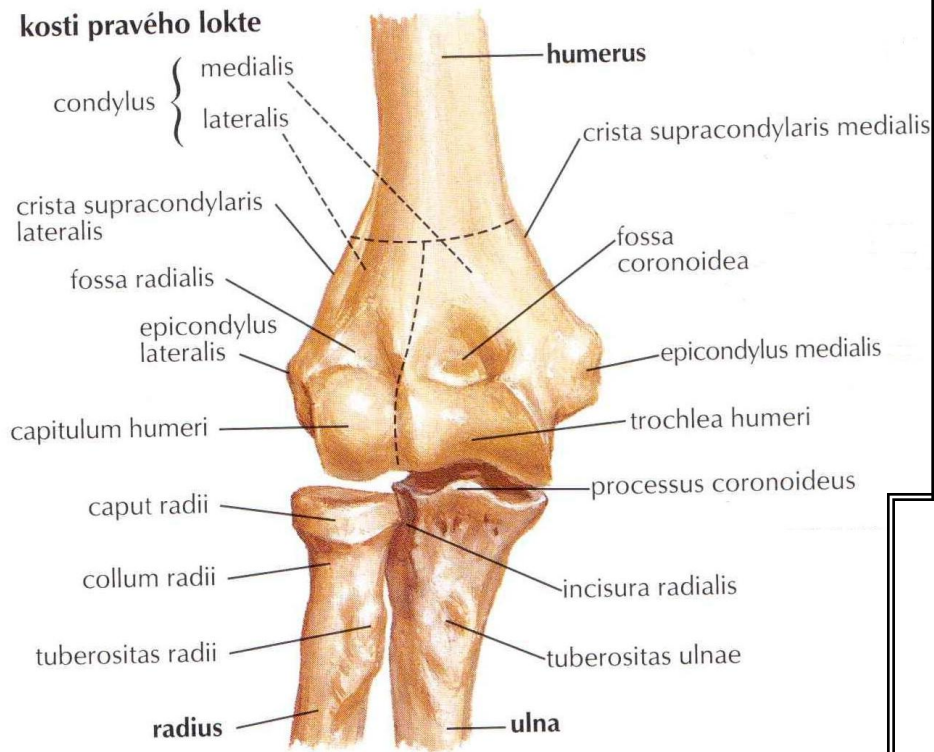
- 1, Pectoralis major muscle
- 2, Deltoid muscle
- 3, Humeral head
- 4, Deltoid muscle
- 5, Glenoid
- 6, Teres minor muscle
- 7, Infraspinatus muscle
- 8, Subscapularis muscle
- 9, Coracobrachialis muscle
- 10, Pectoralis minor muscle



# RTG lokte, předloktí a ruky

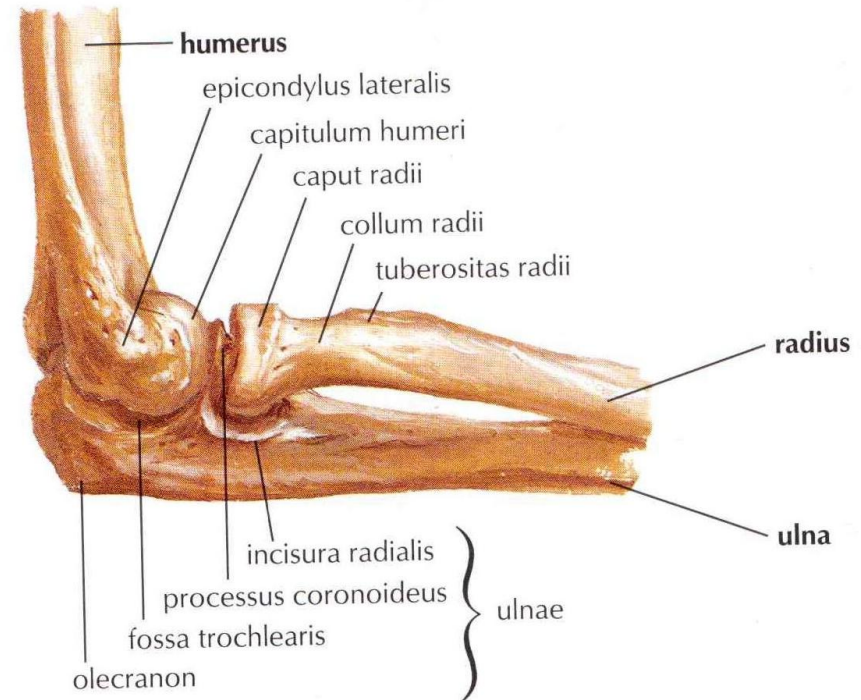
- V AP a bočné projekci
- Postavení v loketním kloubu/ v oblasti zápěstí a ruky
- Kontury kloubních ploch ostré, hladké
- Kloubní štěrbiny přiměřené šíře, symetrické
- Kostní struktura zachyceného skeletu

## kosti pravého lokte



poloha při extenzi: pohled z laterální strany

## Anatomie loketního kloubu

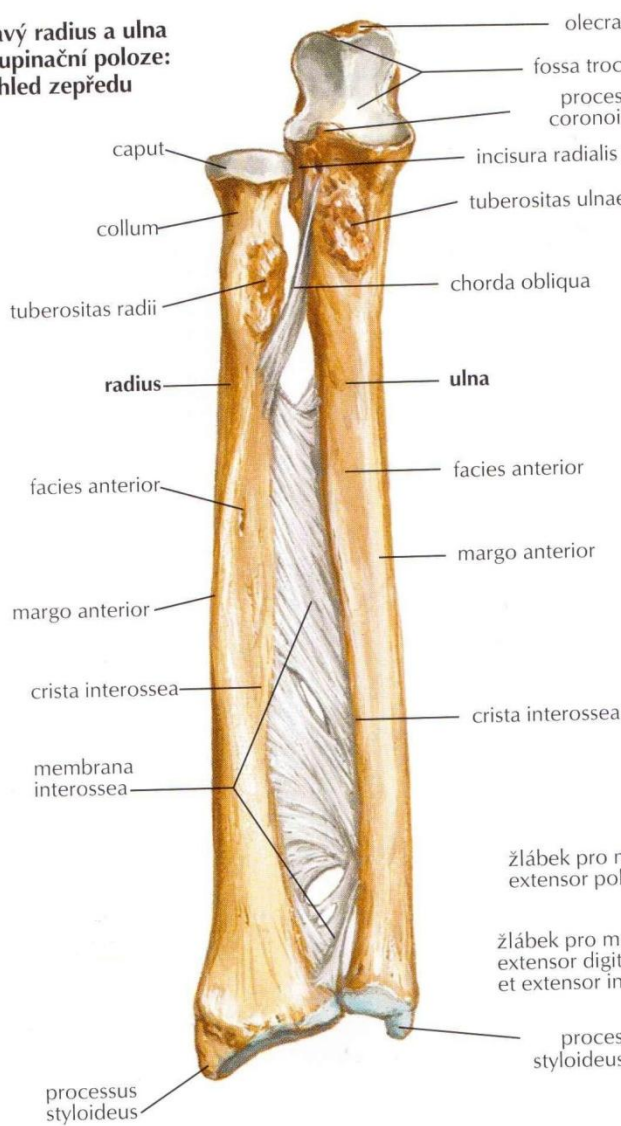


kloub v 90° flexi: pohled z laterální strany

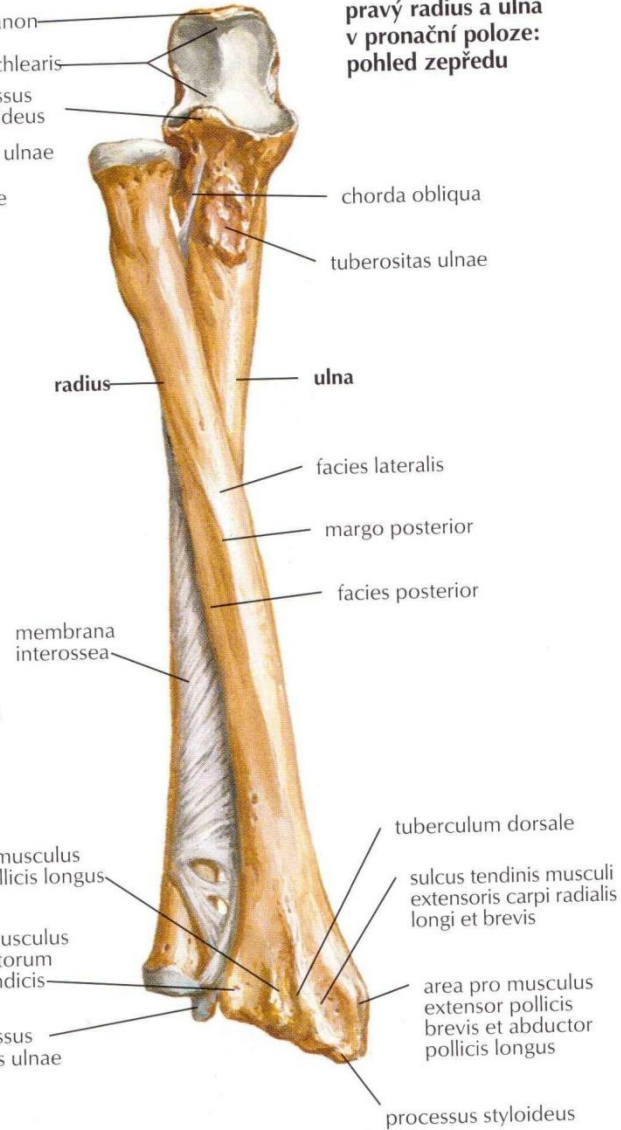
# RTG lokte



pravý radius a ulna  
v supinační poloze:  
pohled zepředu



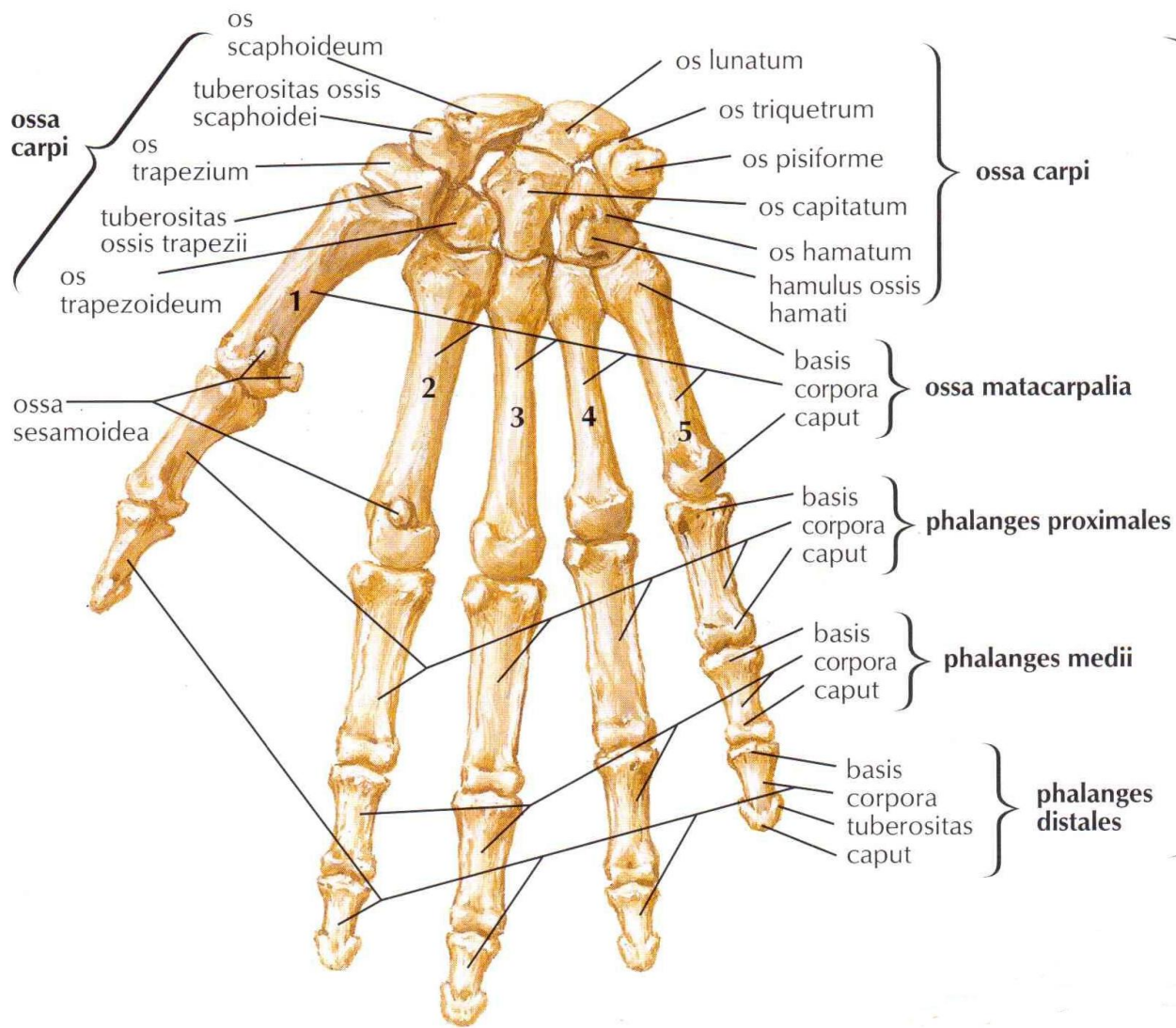
pravý radius a ulna  
v pronační poloze:  
pohled zepředu



## Anatomie předloktí

# RTG předloktí





Anatomie ruky

# RTG ruky





RTG zápěstí + projekce na os naviculare



# Dolní končetina

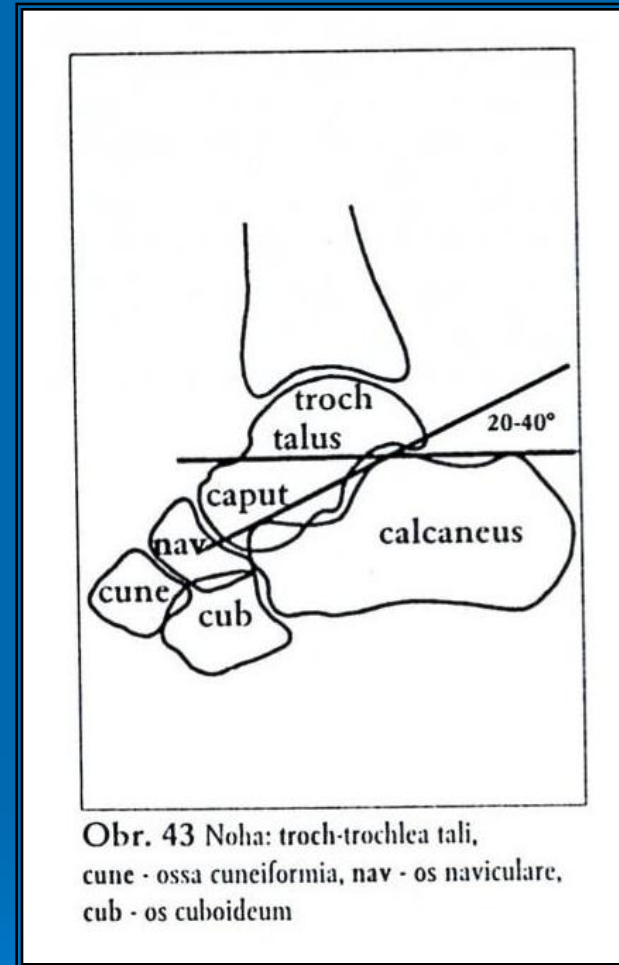
## ➤ Kyčel

- Kolodiafyzární úhel 120-130°
- Šíře kloubní štěrby kyčle mediálně 4-5 mm, kraniálně 3-4 mm

## ➤ Koleno

- Kloubní štěrbina kolenního kloubu 3-7mm, kloubní štěrbina femoropatelního kloubu do 5 mm
- Mediální meniskus – tvar banánu, šíře těla 9-12 mm, zadní roh je širší, vyšší a delší než přední roh, pevně fixován k pouzdru – nejčastější poranění
- Laterální meniskus – tvar písmene C, oblouk je více uzavřený až kruhový, je menší, přední i zadní roh jsou symetrické, mají šíři  $\leq 10$  mm, relativně volně fixován k laterálnímu postrannímu vaz
- Přední a zadní zkřížený vaz
  - zadní zkřížený vaz je 2x silnější než přední, na MR nízký signál ve všech sekvencích, obloukovitý průběh
  - přední zkřížený vaz – na MR obtížněji zobrazitelný, přímý rovný průběh, střední až nízký signál

- Hlezno a noha
- Šíře hlezenního kloubu 3-4 mm
- Böhlerův úhel úhel – 20-40°



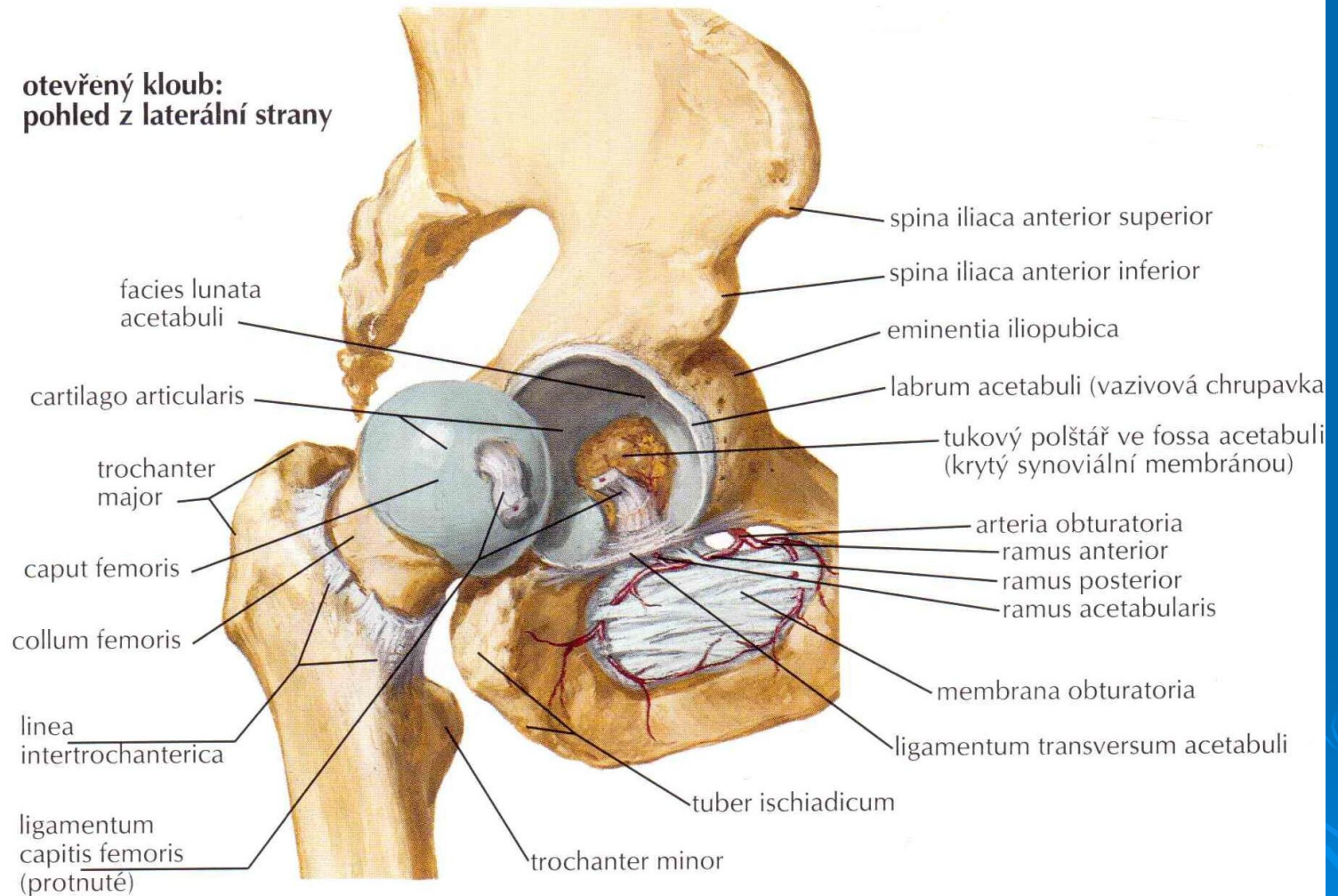
Obr. 43 Noha: troch-trochlea tali,  
cune - ossa cuneiformia, nav - os naviculare,  
cub - os cuboideum

# Indikace

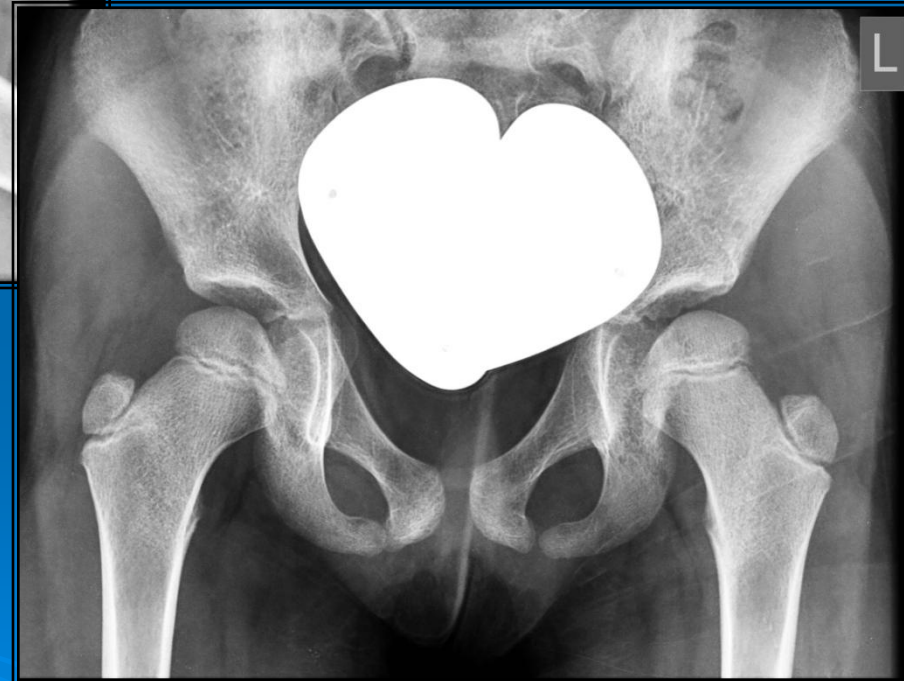
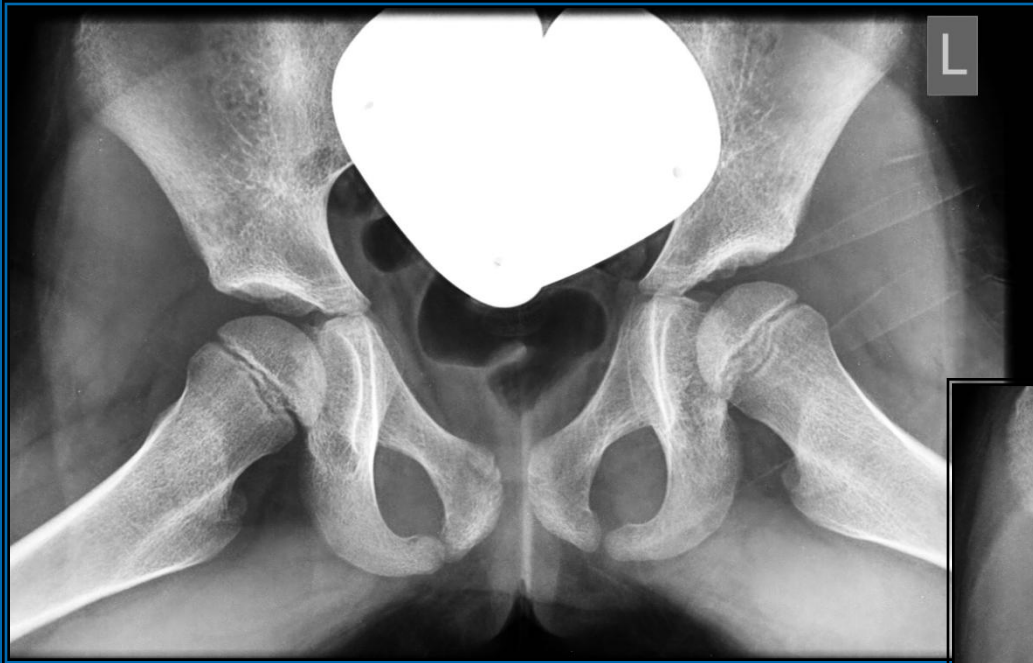
- Traumata – RTG, UZ (při současném poranění kloubu), CT
- Osteomyelitis – RTG + NM (scintigrafie) nebo MRI, CT (k zjištění sekvestrů)
- Primární kostní nádor – RTG, pak MR či CT
- Detekce kostních metastáz – NM, dále MR
- Útvar v měkké tkáni – UZ (metoda 1. volby), MR
- Kostní bolesti – RTG, NM či MR
- Metabolická kostní onemocnění – RTG, NM
- Onemocnění kloubů – RTG (srovnávací snímky), UZ (zánět), MR

# Anatomie kyčelního kloubu

**otevřený kloub:  
pohled z laterální strany**



# RTG kyčlí



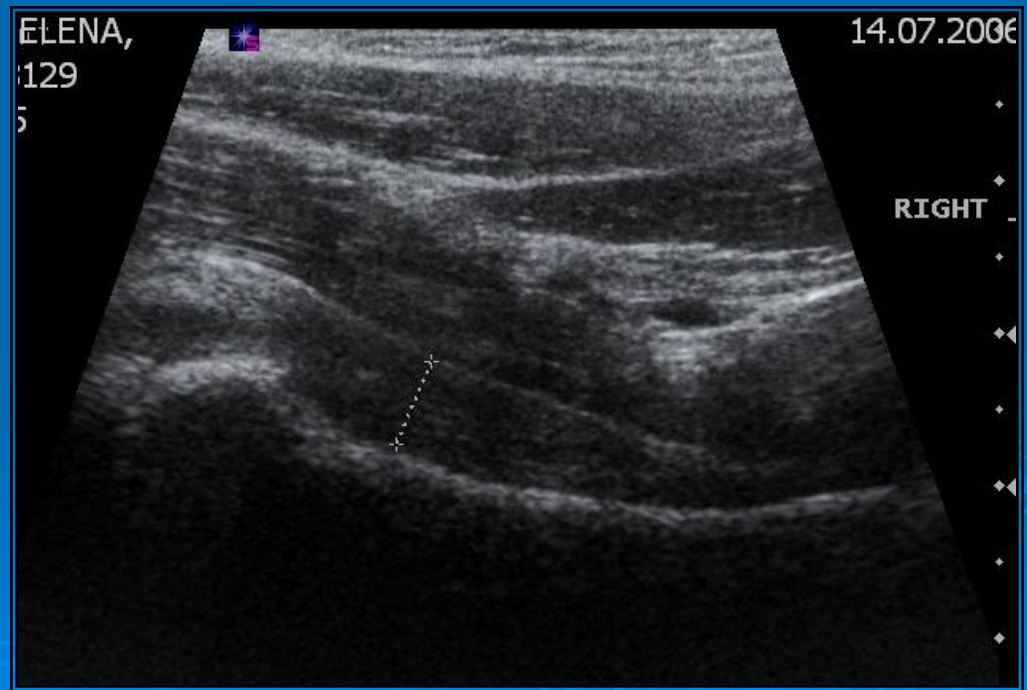
- Snímky v abdukci a addukci (AP) proj.
- Postavení kyčelního kloubu, hlavice femorů sférické
- Kontury kloubních ploch hladké, ostré
- Štěrbiny kyčelních kloubů přiměřené šíře, symetrické
- Kostní struktura



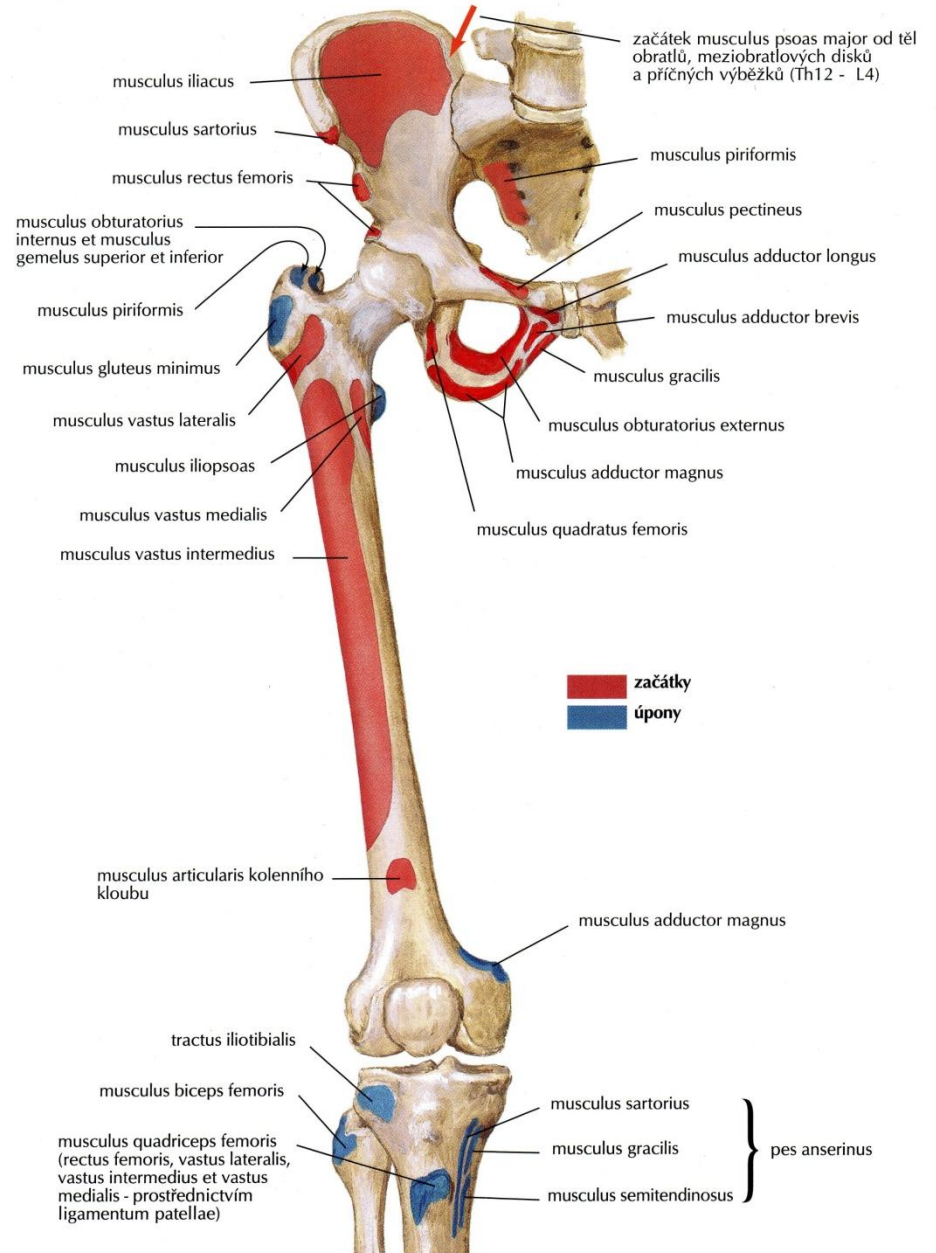
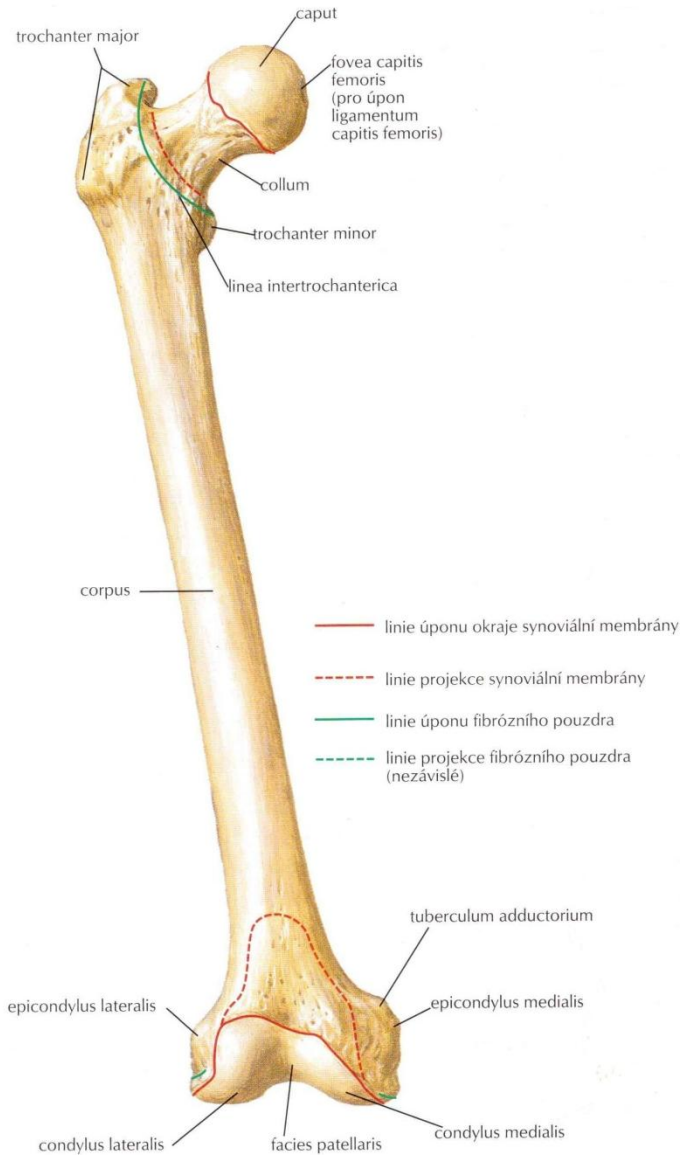
Acetabulární dysplázie bilat.

# UZ kyčelního kloubu

- Z ventrálního přístupu lineární sondou 7,5 – 10 MHz
- Hlavice ostře konturovaná bez nerovností ( u dětí s dobře patrnou epifyzární chrupavkou)
- ACD (vzdálenost mezi krčkem a pouzdem je oboustranně stejná (u dospělých < 5 mm
- Vazivové pouzdro kopíruje tvar krčku a hlavice



pohled zepředu





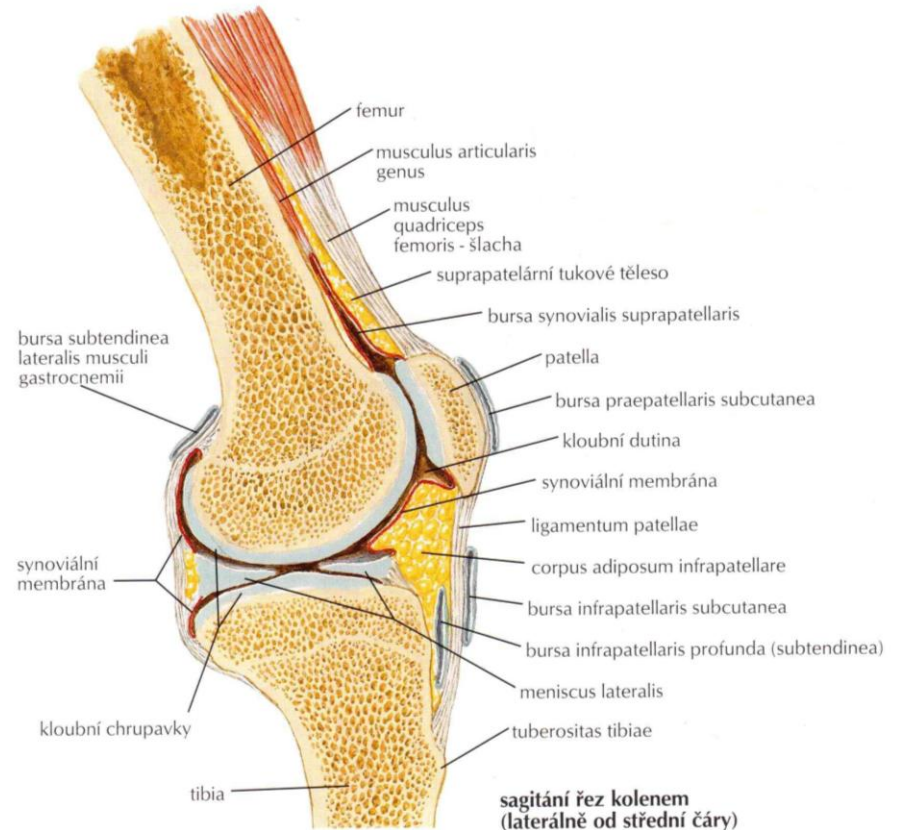
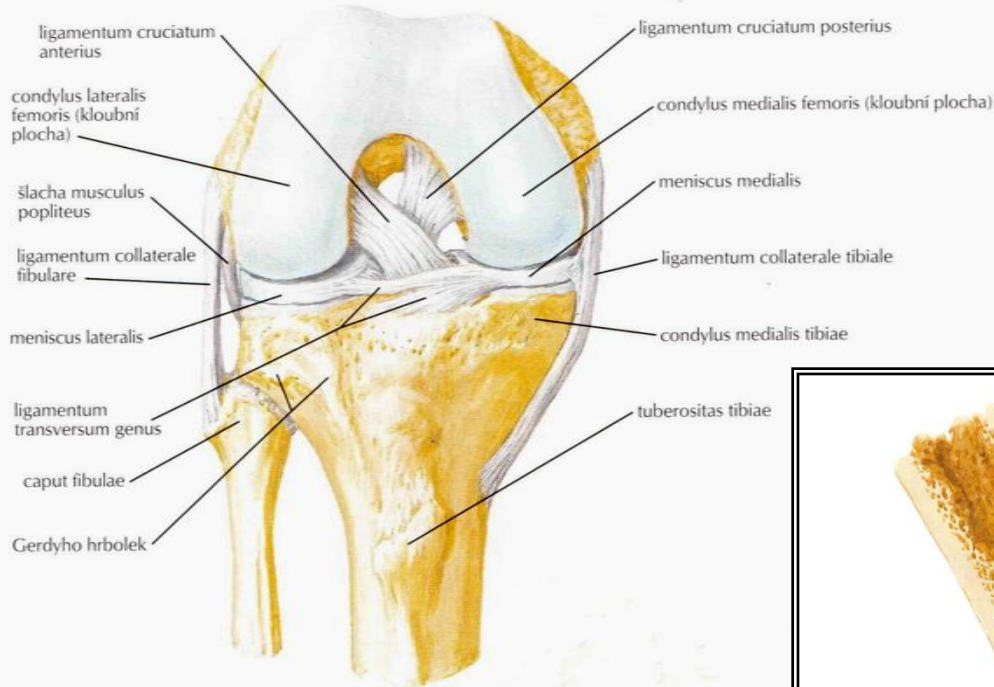
# RTG femuru

- V AP a bočné proj.
- Postavení kloubu
- Kontury kloubních ploch
- Kloubní štěrbina přiměřené šíře
- Kostní struktura



# Anatomie kolenního kloubu

pravé koleno ve flexi: pohled zepředu



# RTG kolena

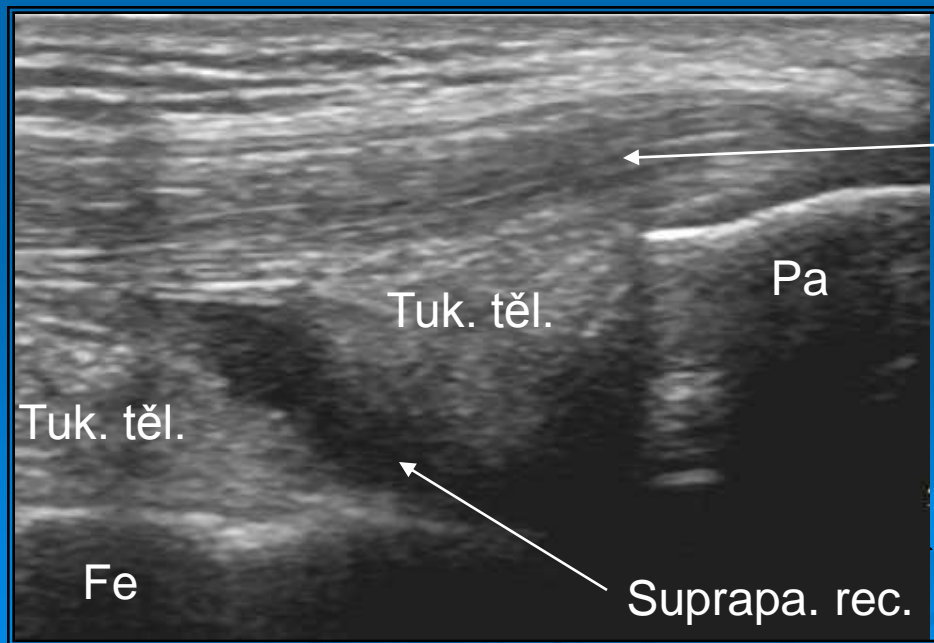
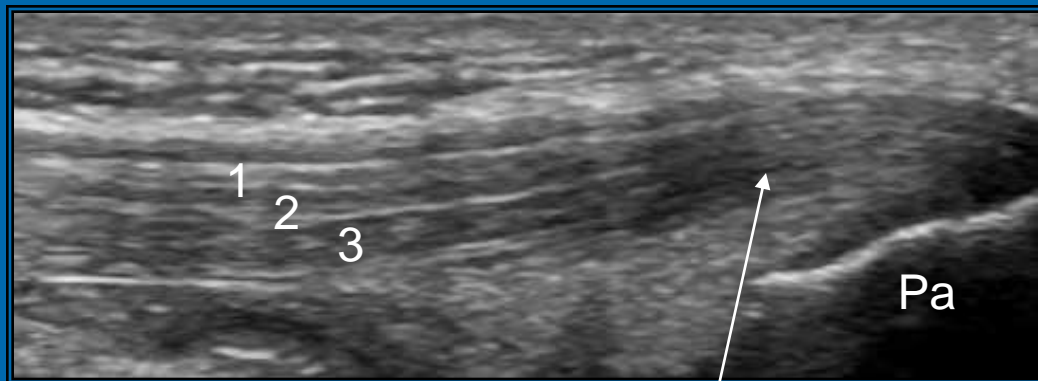
- V AP a bočné proj.
- Postavení kolenního kloubu
- Kontury kloubních ploch
- Kloubní štěrbina přiměřené šíře, symetrická
- Kostní struktura



# UZ kolena

- Lineární sonda 7,5-10 MHz
- Ventrální přístup – recessus suprapatellaris (výpotek), ohraničení lig. patellae, Hoffovo tukové těleso (echostruktura a echogenita)
- Mediální a laterální přístup – kondyly femoru a tibie (výška chrupavky, pravidelný rovný povrch)
  - kolaterální vazy (echogenita a echostruktura)
  - úponové části menisků (struktura, echogenita, defekty?)
- Dorzální přístup – šlachy m. semimembranosus, semitendinosus a biceps femoris (šíře, echogenita a struktura)
  - cévy v podkolenní jámě, Bakerova pseudocysta

1) Ventrální přístup – recessus suprapatellaris, lig. patellae, Hoffovo těleso



Šlacha m. quadriceps

Hoffovo těl.

Pa

Tuk. těl.

Fe

Suprapa. rec.



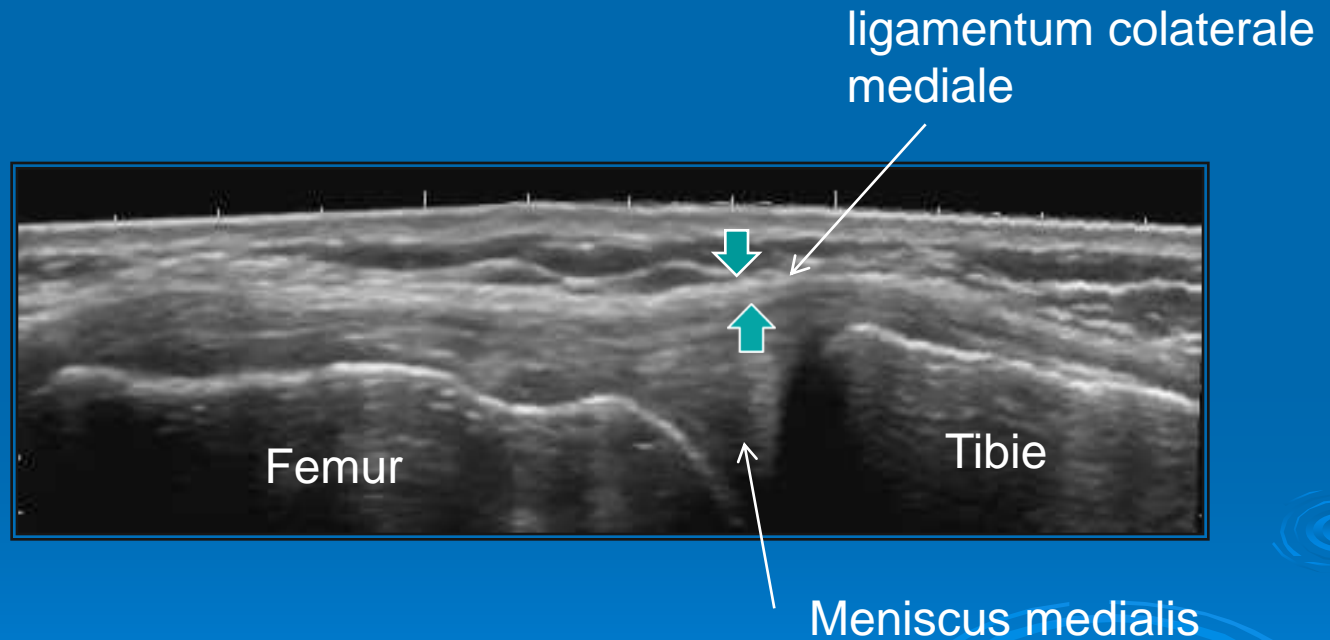
šipky – laterální recessus



## 2) Mediální přístup



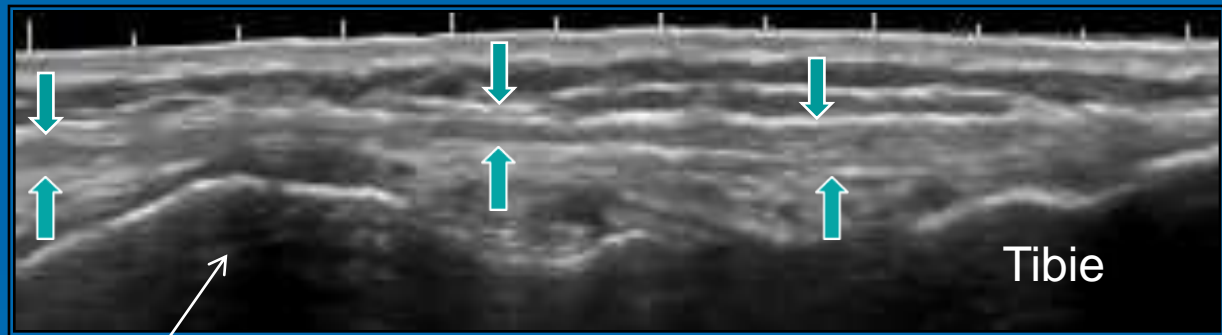
- kondyly femoru a tibie (výše chrupavky, kontury)
- kolaterální vazy
- echogenita a echostruktura úponové části menisků





### 3) Laterální přístup

- kondyly femuru a tibie (výše chrupavky, kontury)
- kolaterální vazy
- echogenita a echostruktura úponové části menisků



laterální kondyl femuru

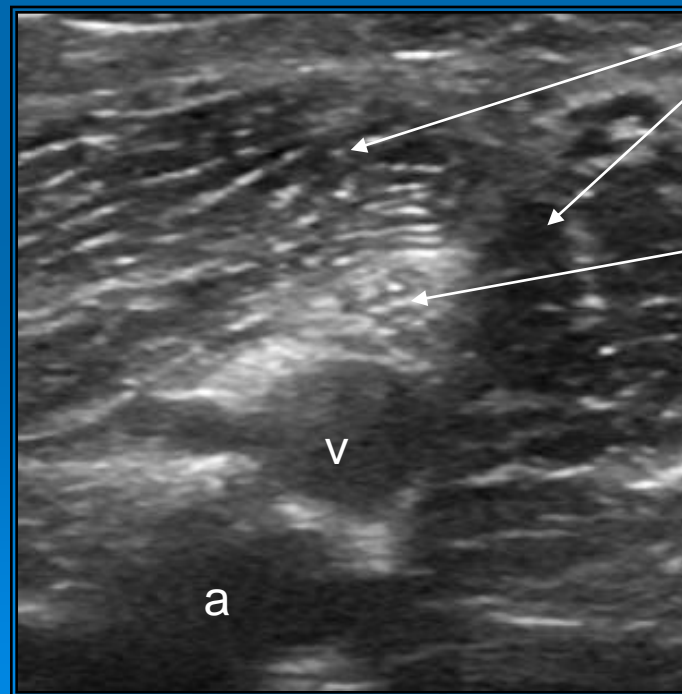
šipky – tractus iliotibialis



#### 4) Dorzální přístup



- šlachy m. semimembranosus, semitendinosus a biceps femoris
- případné zmnožení tekutiny v kloubním pouzdře dorzálně
- popliteální jáma volná, a. poplitea i žíly mají normální průběh
- echogenita měkkých tkání



mediální a laterální hlava  
m. gastrocnemius

nervus tibialis

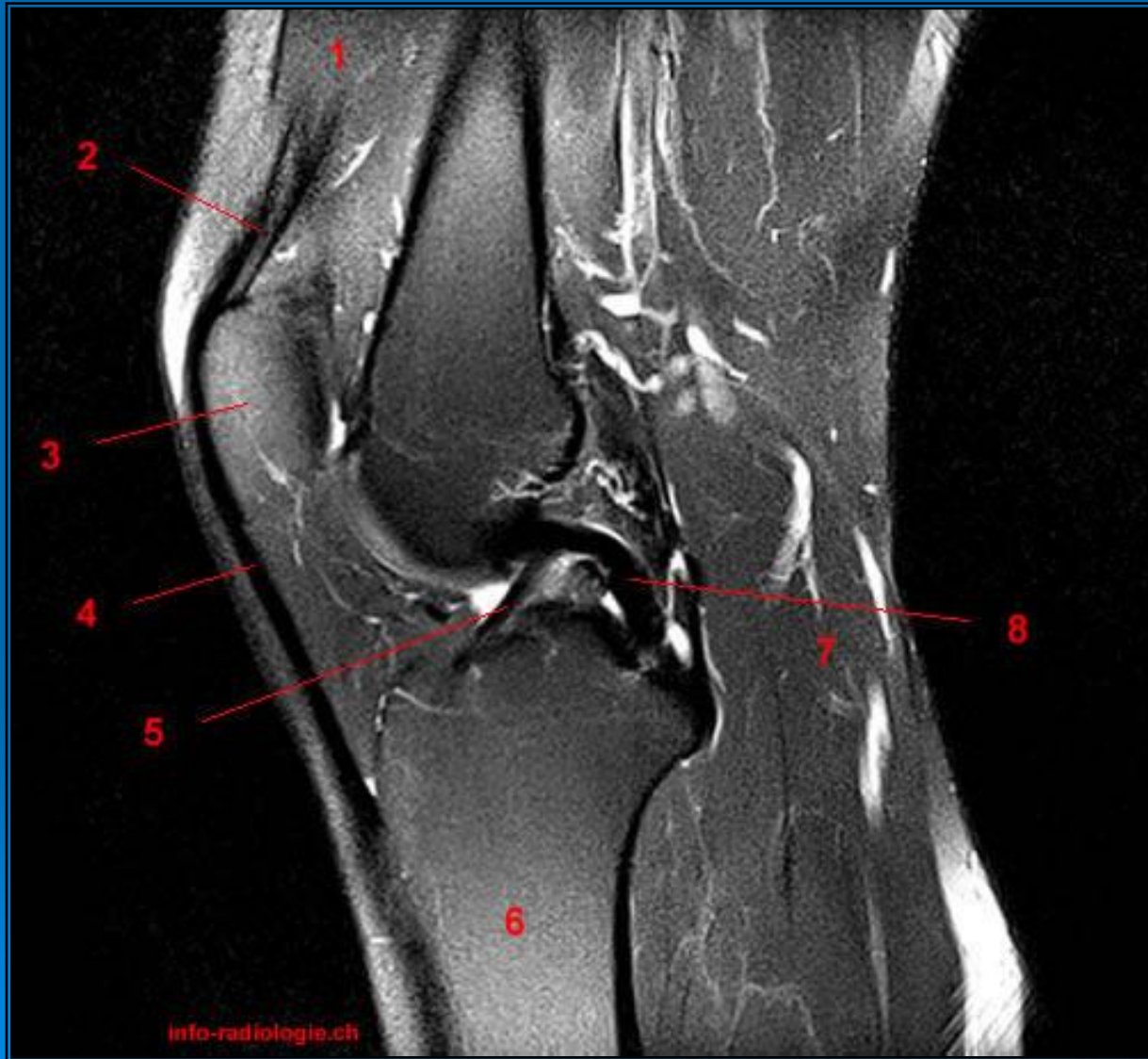
# MR kolena

- Kostí
- Chrupavky a menisky
- Vazivové struktury  
(postranní a zkřížené vazy)
- Měkké tkáně

Postavení či průběh, tvar,  
velikost, kontury, signál



# MR kolena



Sagittal, T2-weighted

1, Vastus medialis muscle

2, Quadriceps tendon

3, Patella

4, Patellar tendon

5, Anterior cruciate ligament

6, Tibia

7, Medial head  
gastrocnemius muscle

8, Posterior cruciate  
ligament



## Sagittal, T2-weighted

- 1, Quadriceps tendon
- 2, Femur
- 3, Lateral meniscus, anterior horn
- 4, Tibia
- 5, Lateral meniscus, posterior horn
- 6, Lateral head gastrocnemius muscle

## Coronal T1-weighted images



1, Vastus medialis muscle

2, Femur

3, Vastus lateralis muscle

4, Posterior cruciate ligament

5, Anterior cruciate ligament

6, Tibial collateral ligament

7, Fibular collateral ligament

8, Medial meniscus

9, Lateral meniscus

10, Tibia

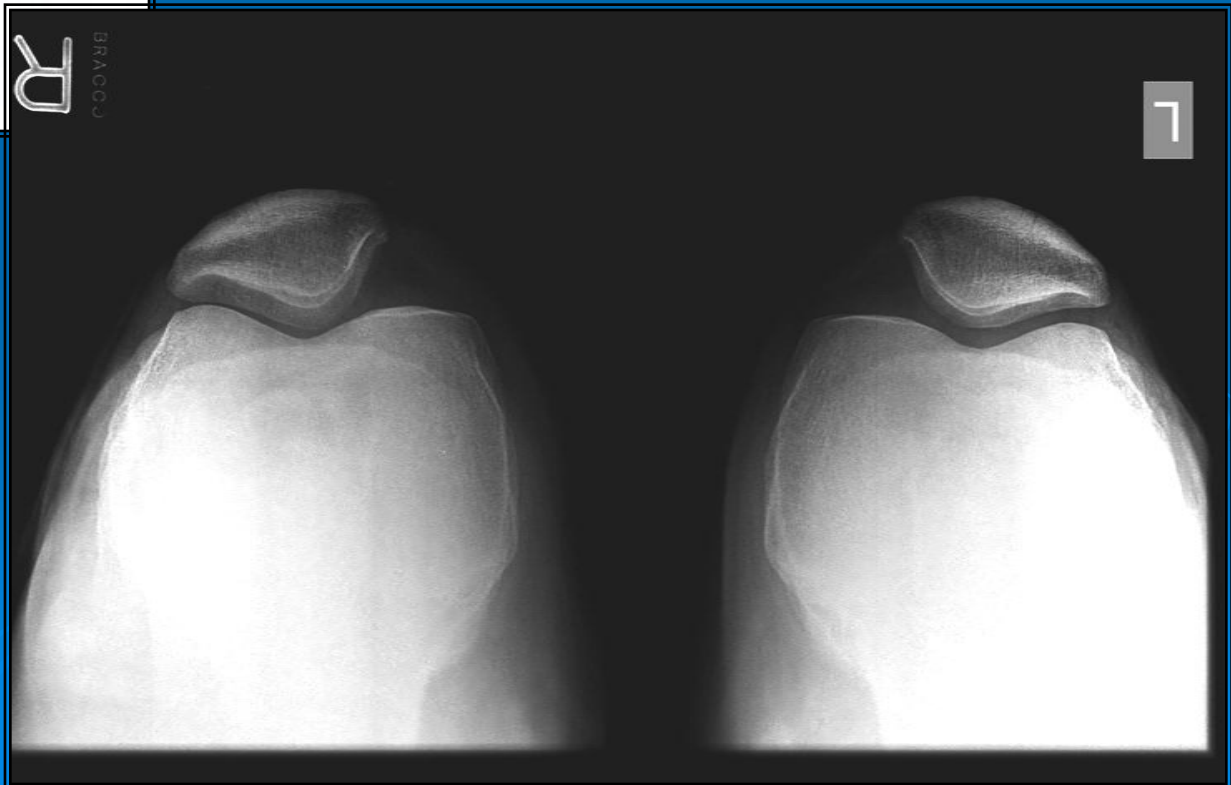
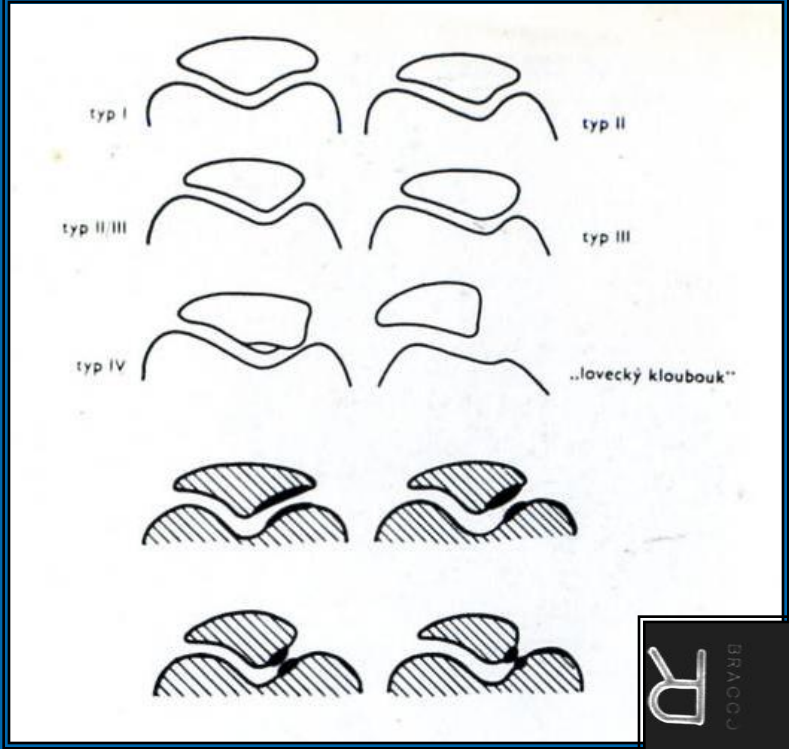
11, Fibula

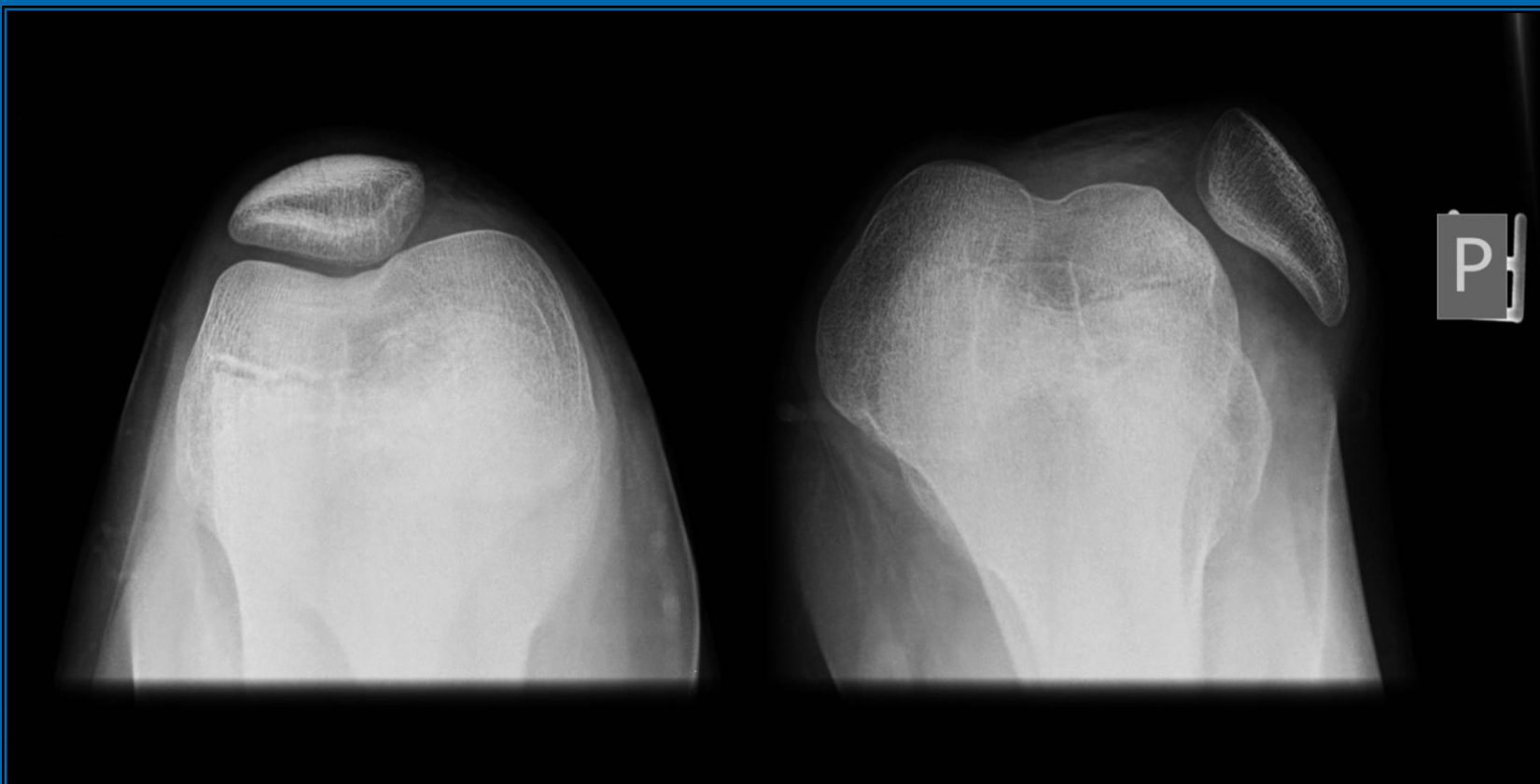
# Poloaxiální snímek patel – 30°, 60°, 90°

- Tvar a postavení pately v poloaxiálních projekcích, kontury a šíře kortikalis – dle Wiberga
- Tvar a velikost femorálních kondylů, kontury a šíře kortikalis
- Kloubní štěrbina je symetrická, hladkých kontur

## Dysplázie patelly dle Wiberga

- typ I – obě kl. plošky jsou stejně veliké a konkávní.
- typ II – obě kl. plošky jsou konkávní, ale mediální je menší.
- typ II/III – mediální kl. ploška je rovná a menší, laterální je konkávní.
- typ III – mediální kl. ploška je menší a konkávní, laterální větší a konkávní.
- typ IV – mediální kl. ploška je malá, strmá a konvexní. Patela má naznačenou dvojitou hranu.
- typ loveckého kloubouku – med. kl. ploška zcela chybí.

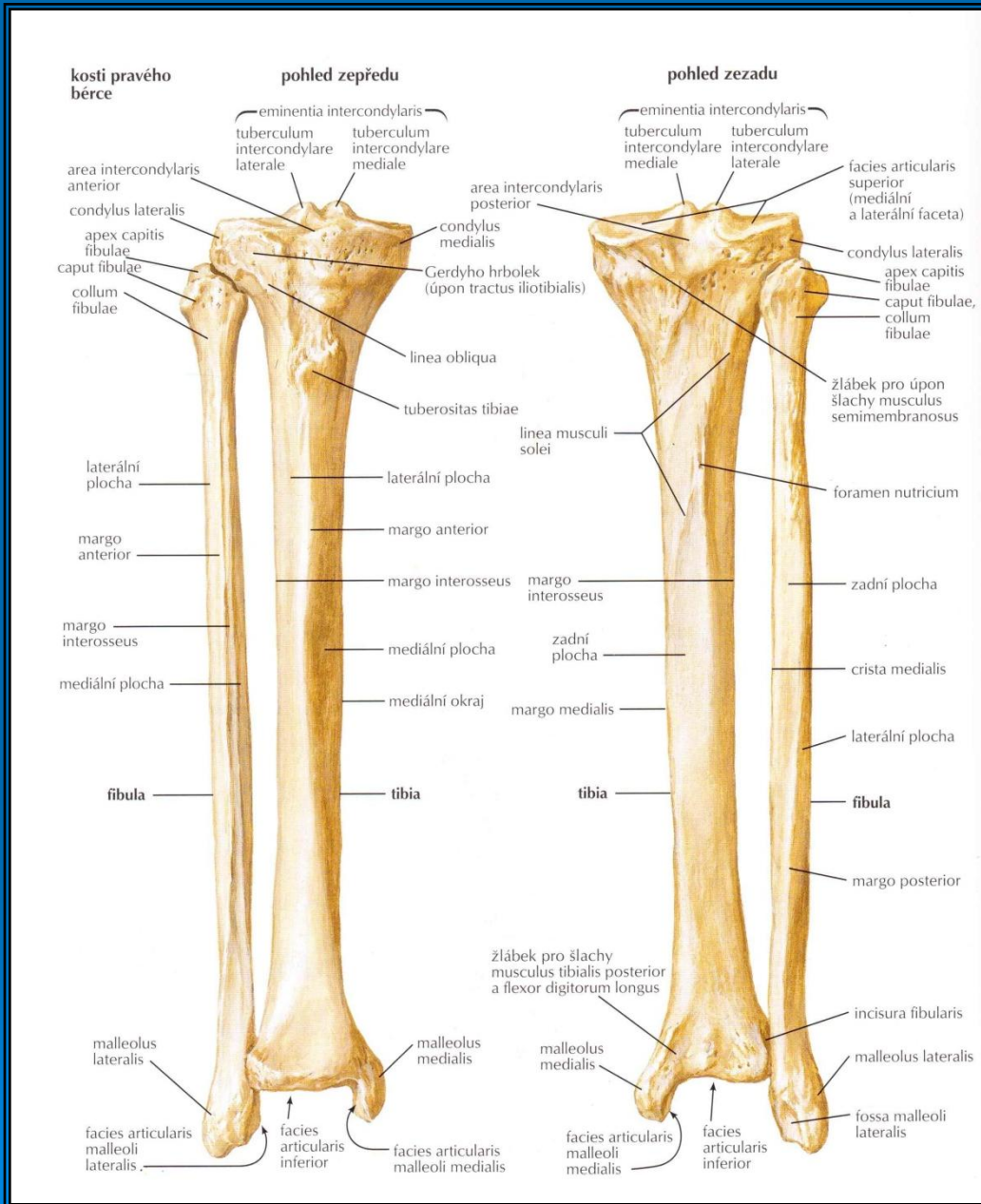




Luxace patelly I. dx. laterálně



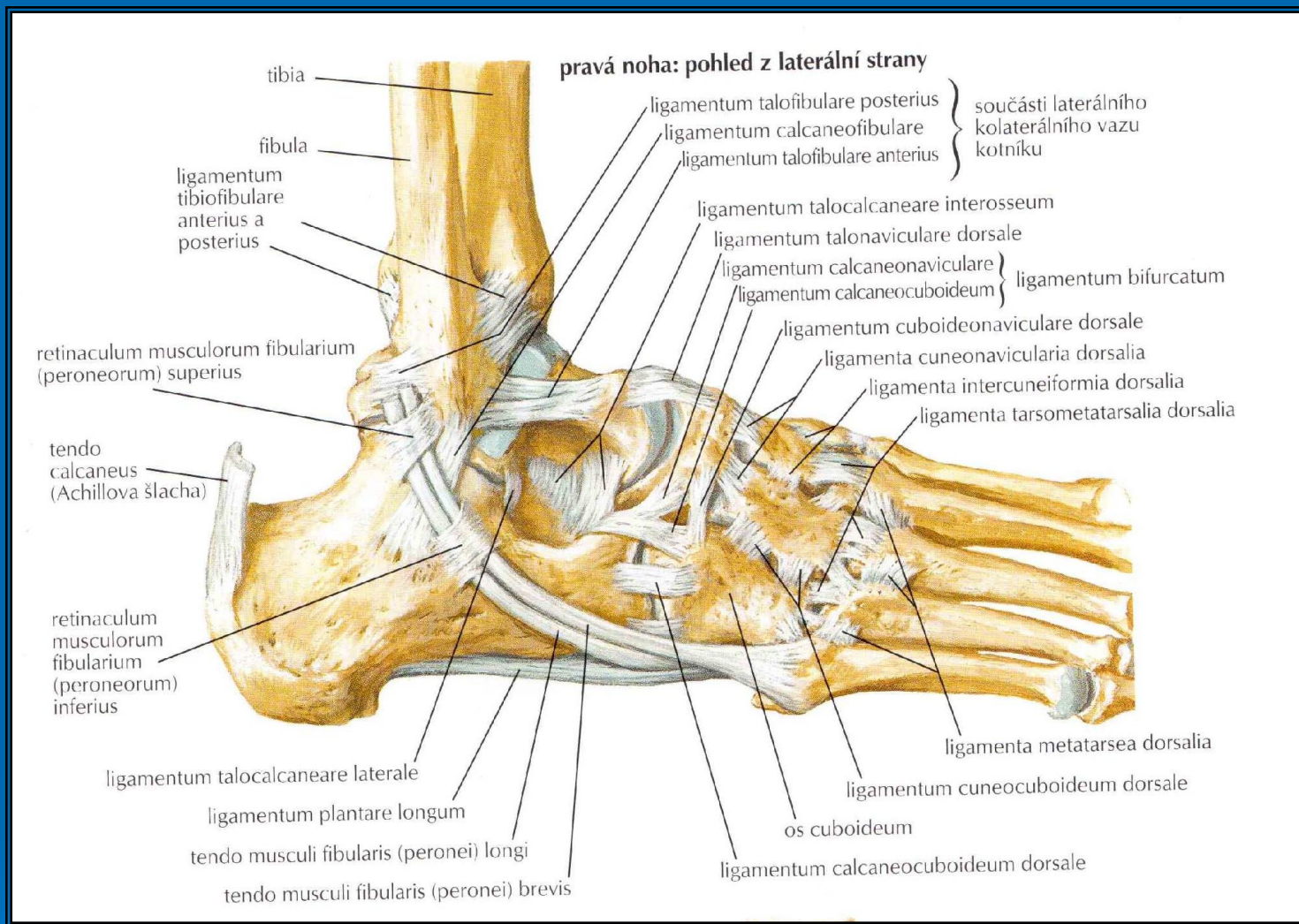
# Anatomie kostí bérce



# RTG bérce

- V AP a bočné projekci
- Postavení kolenního a hlezenného kloubu
- Kontury kloubních ploch
- Kloubní štěrbiny přiměřené šíře, symetrické
- Kostní struktura

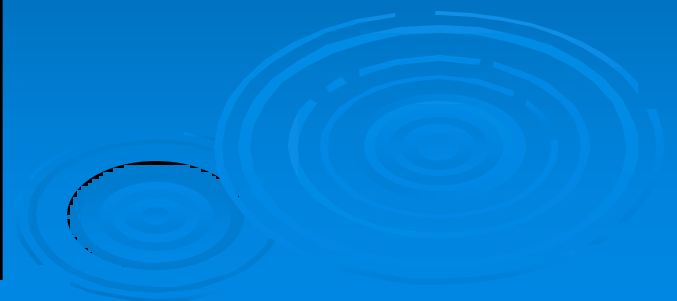




- Articulatio talocruralis – kloub složený kladkový
- Kloubní pouzdro – fibrózní a synoviální vrstva, při okrajích kl.ploch – ve ventrální části vzdálen – ventrální recessus
- Vazy, šlachy

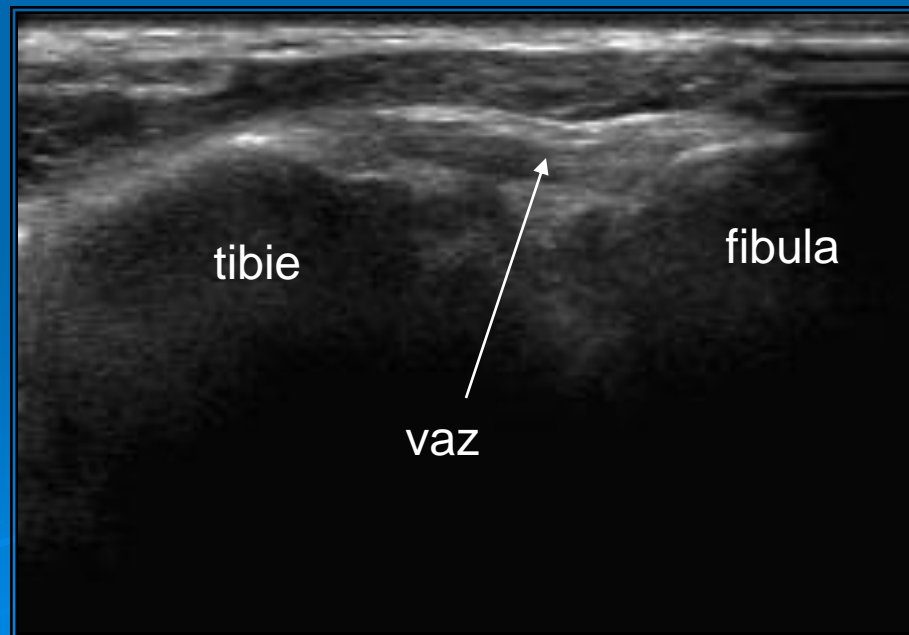
# RTG hlezna

- V AP a bočné proj.
- Postavení v oblasti talokrurálního kloubu
- Kontury kloubních ploch, kloubní štěrbiny - šíře, symetrické
- Kostní struktura
- Böhlerův úhel

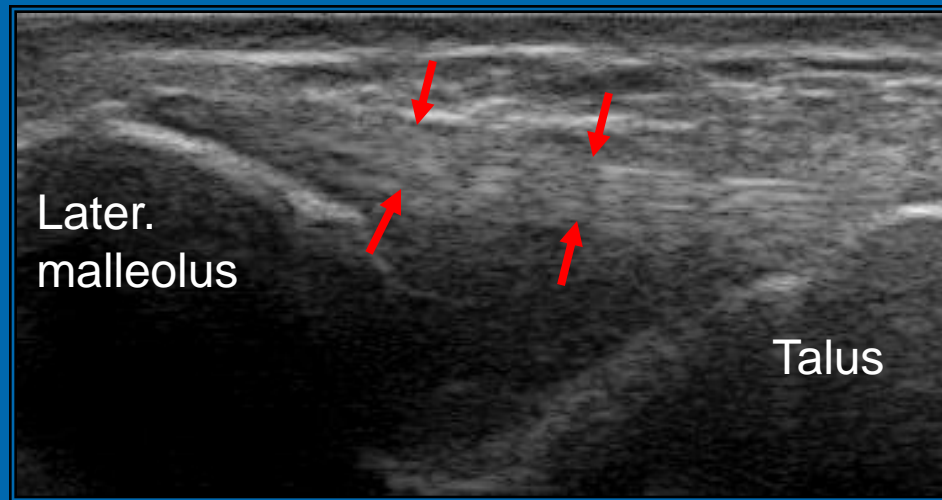


# UZ hlezna

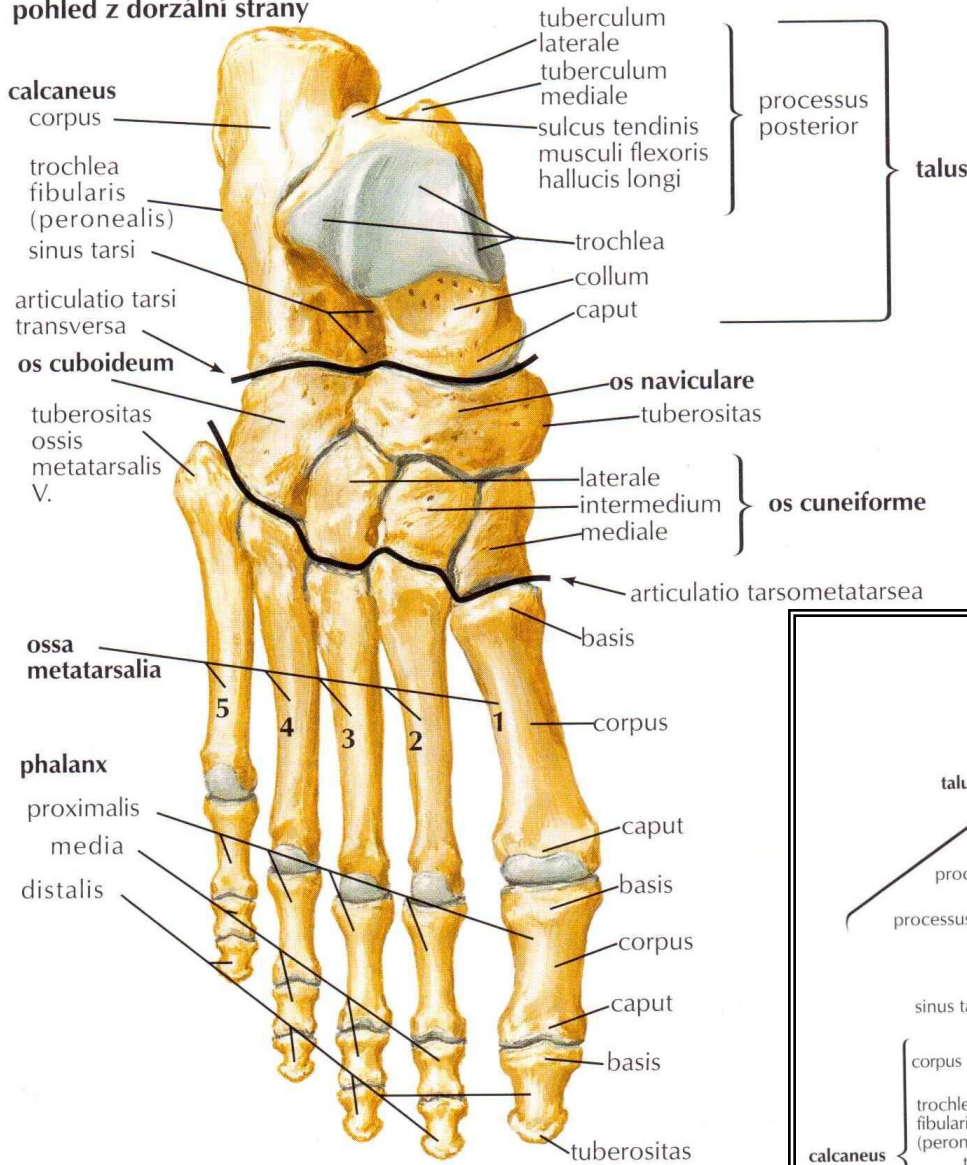
- Lineární sonda 7,5-10 MHz
- Lig.tibiofibularis ant. – noha v inverzi, sonda horizontálně od laterálního malleolu



- Lig.fibulotalare ant. – sonda horizontálně, noha v inverzi, podložení

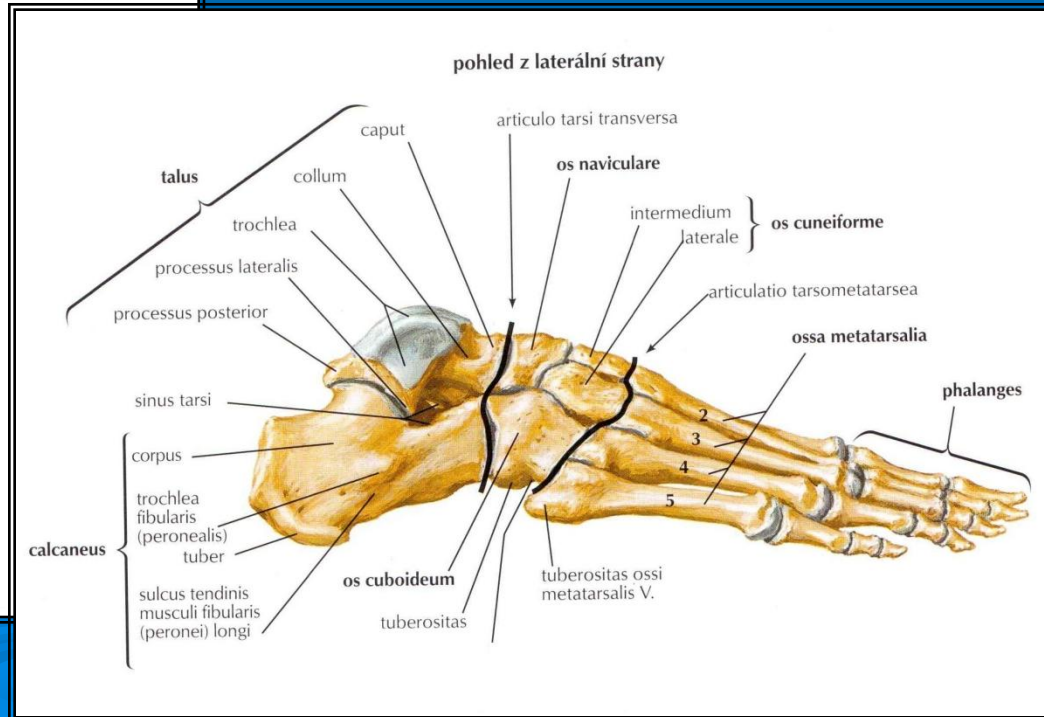


**pohled z dorzální strany**



**Anatomie nohy**

**pohled z laterální strany**



# RTG nohy

- V AP a šikmé proj.
- Postavení v zachycených kloubech nohy a přednoží
- Kontury kloubních ploch, kloubní štěrbiny - šíře, symetrické
- Kostní struktura
- Böhlerův úhel





Děkuji za pozornost

