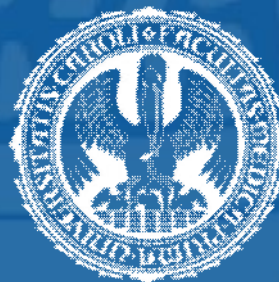
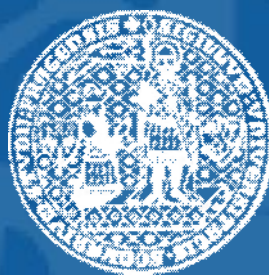


UNIVERSITAS CAROLINA PRAGENSIS

Univerzita Karlova v Praze – 1. lékařská fakulta



Obecná anatomie kostí a kloubů.

Anatomický ústav

Autor: Ondřej Naňka
Obor: všeobecné lékařství



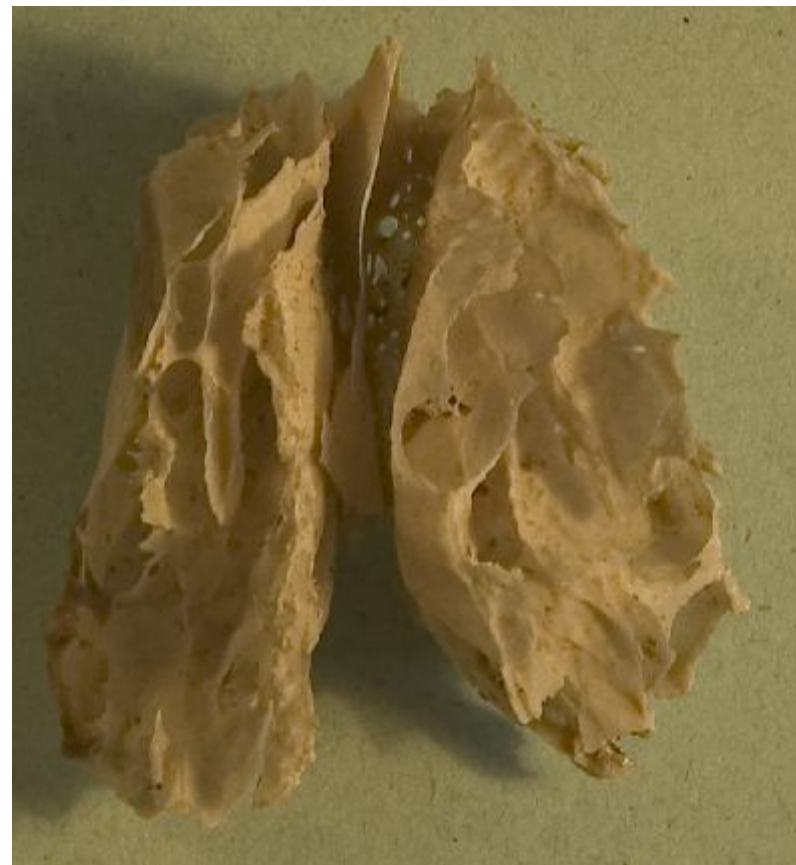
Kosti
dlouhé



Kosti krátké



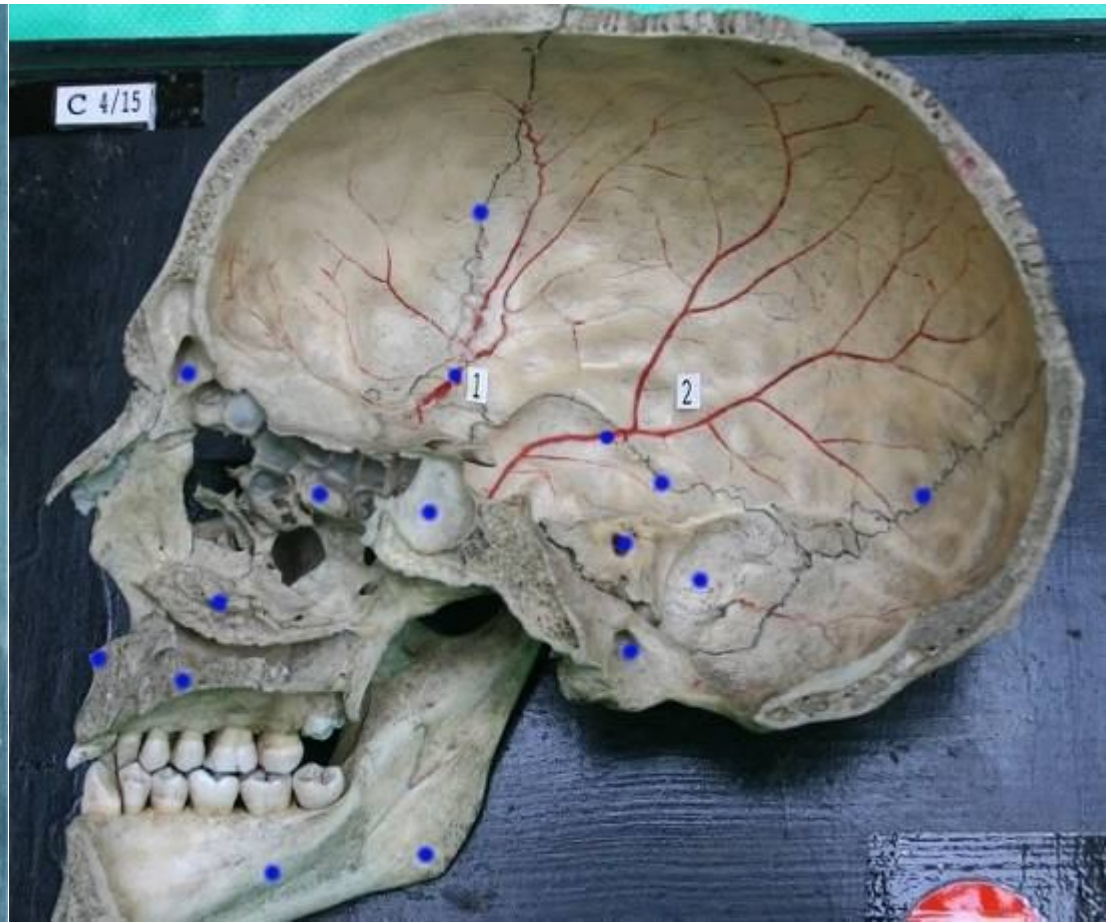
Kosti ploché



Kosti pneumatisované



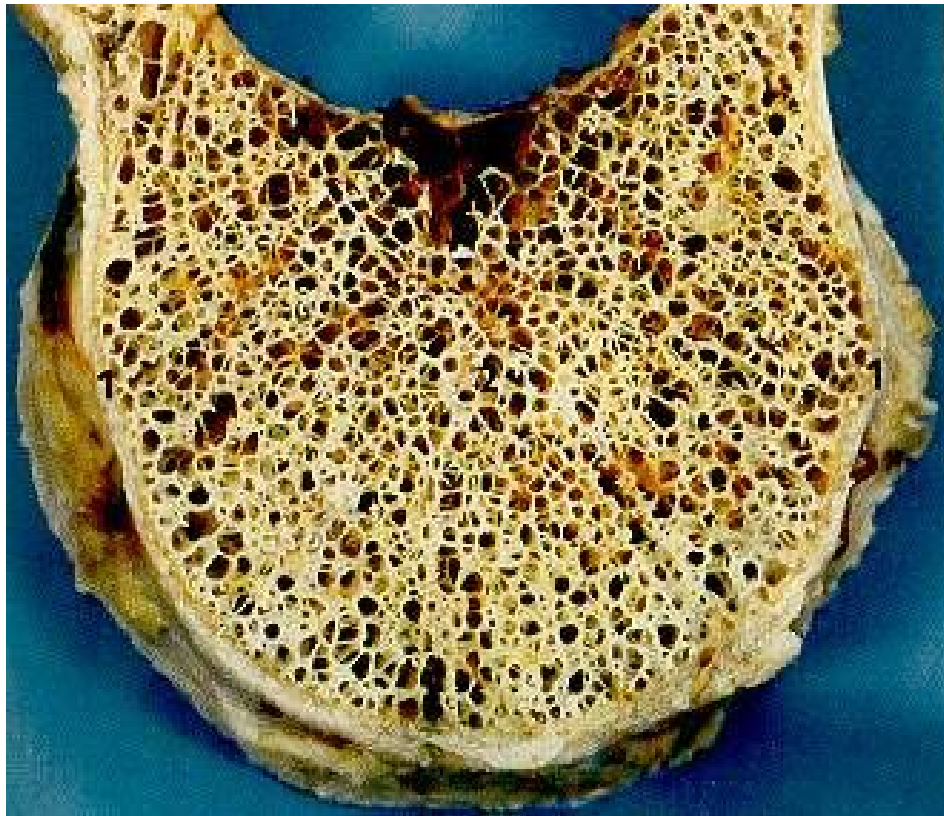
Pneumatizací postnatálně vznikají Vedlejší Dutiny Nosní



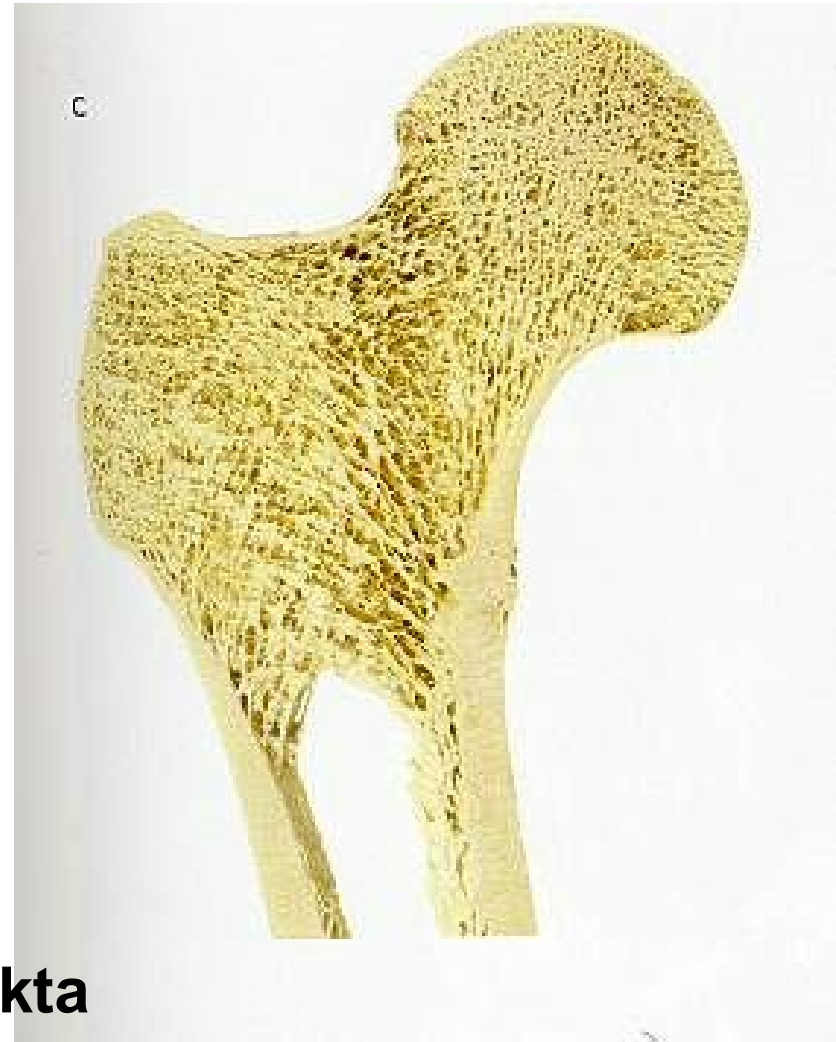
Kosti lebky

Diploe – lamina externa, spogiosa, lamina interna

Postnatálně kost v podobě kosti kompaktní a spongiósní

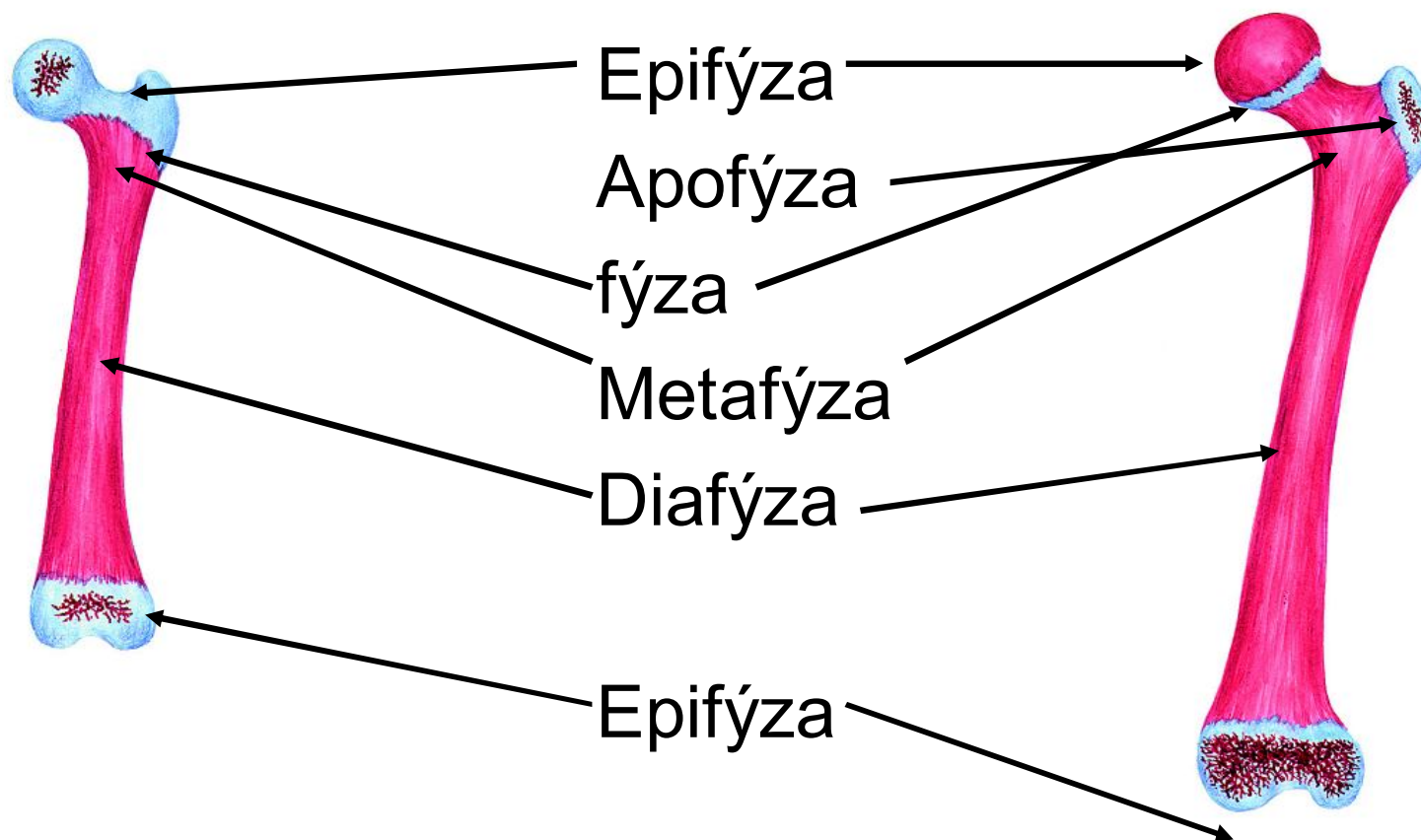


Převaha spongiosy, tenká kompakta



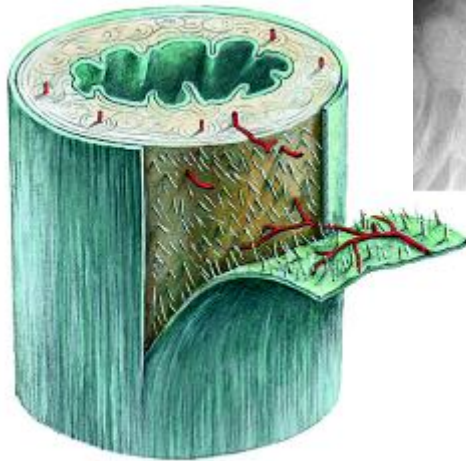
Směrové trámce spongiosy

Členění dlouhých kostí



Kost

cavitas medullaris – medulla ossium – kostní dřeň - červená, žlutá, šedá – místo krvetvorby



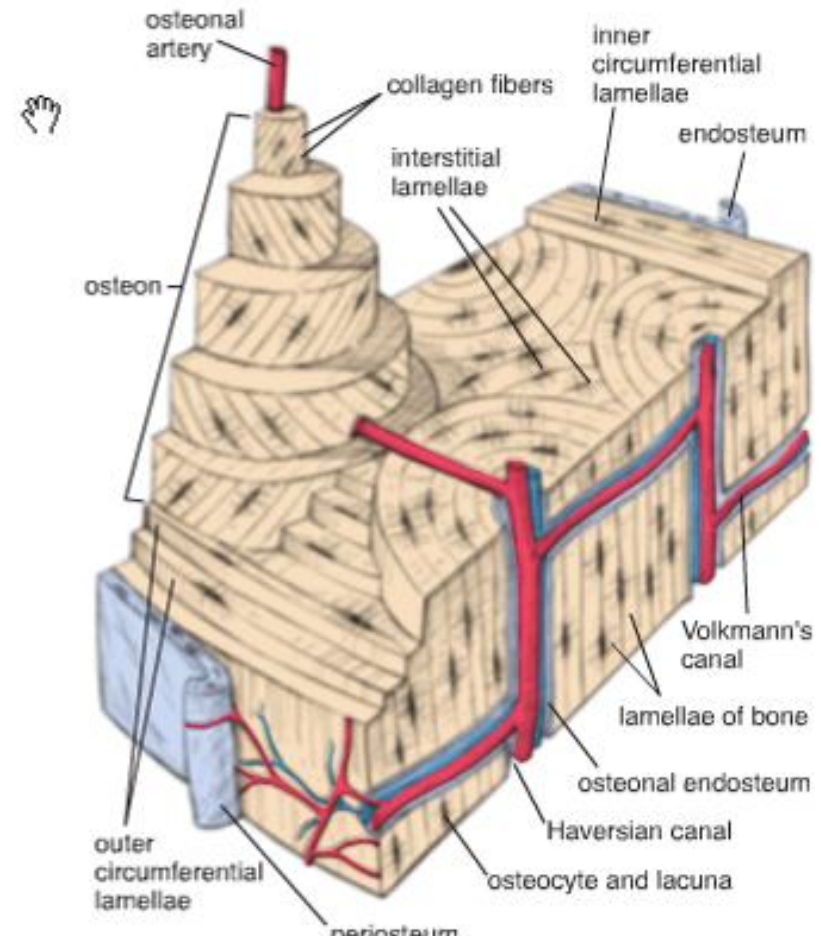
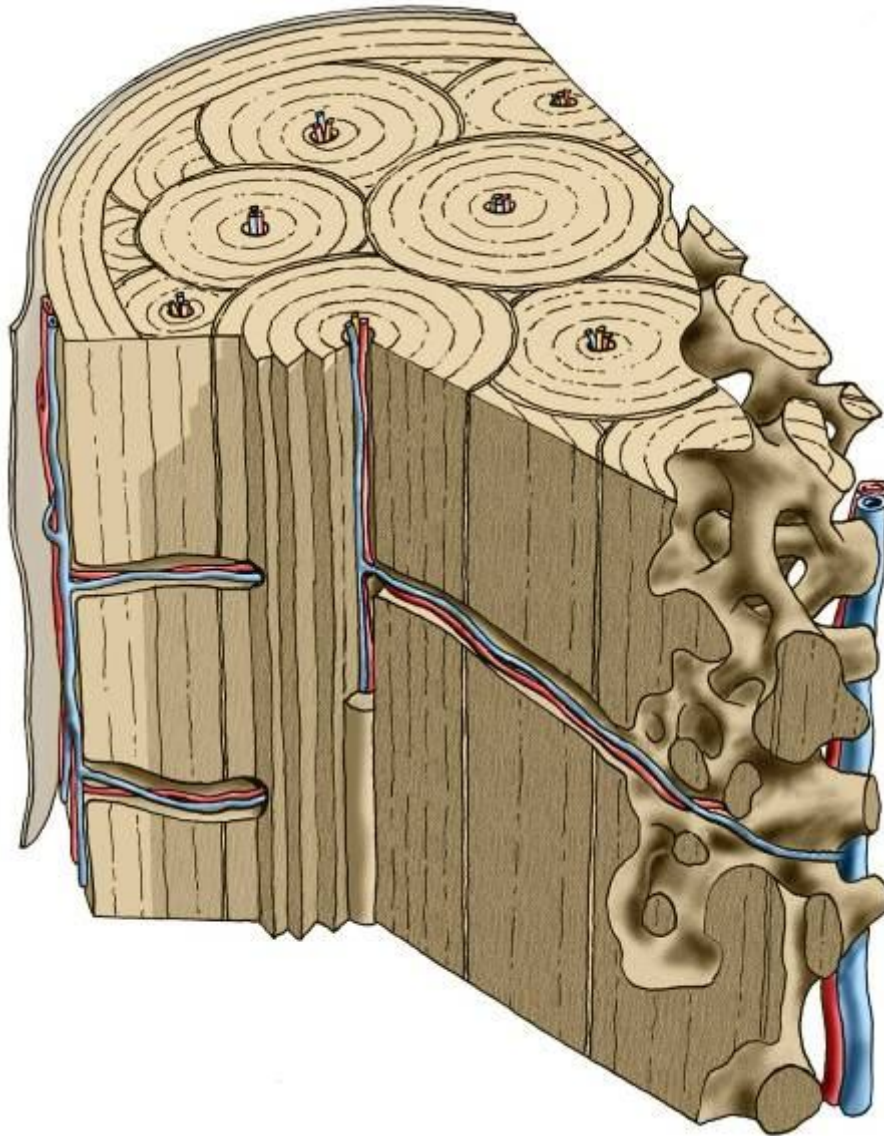
**OROSTICE – periostr,
endost**



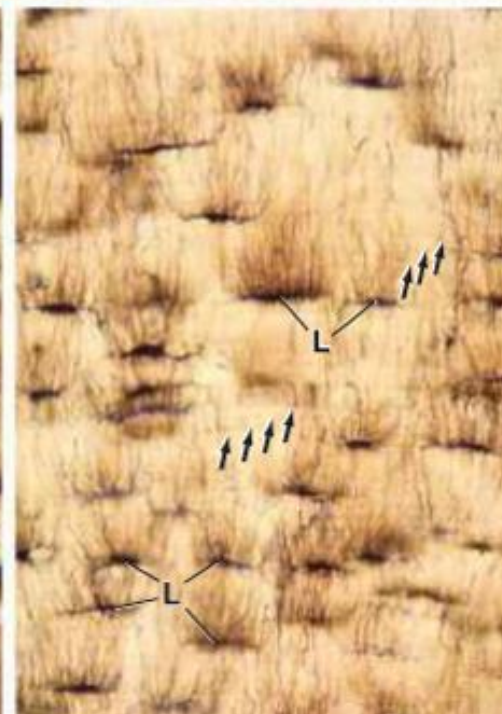
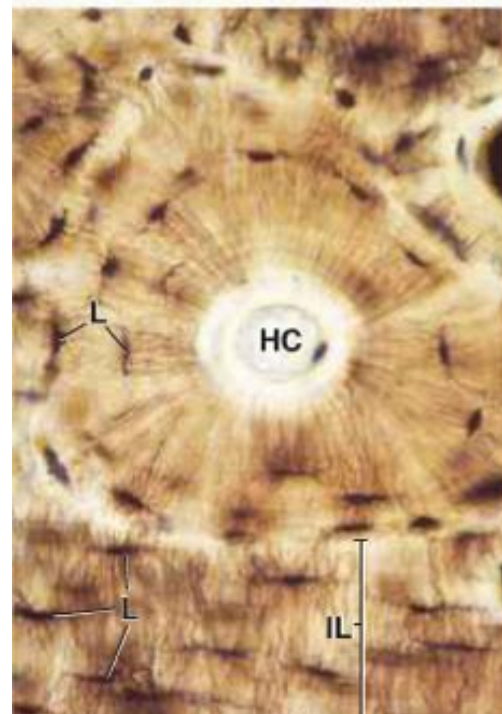
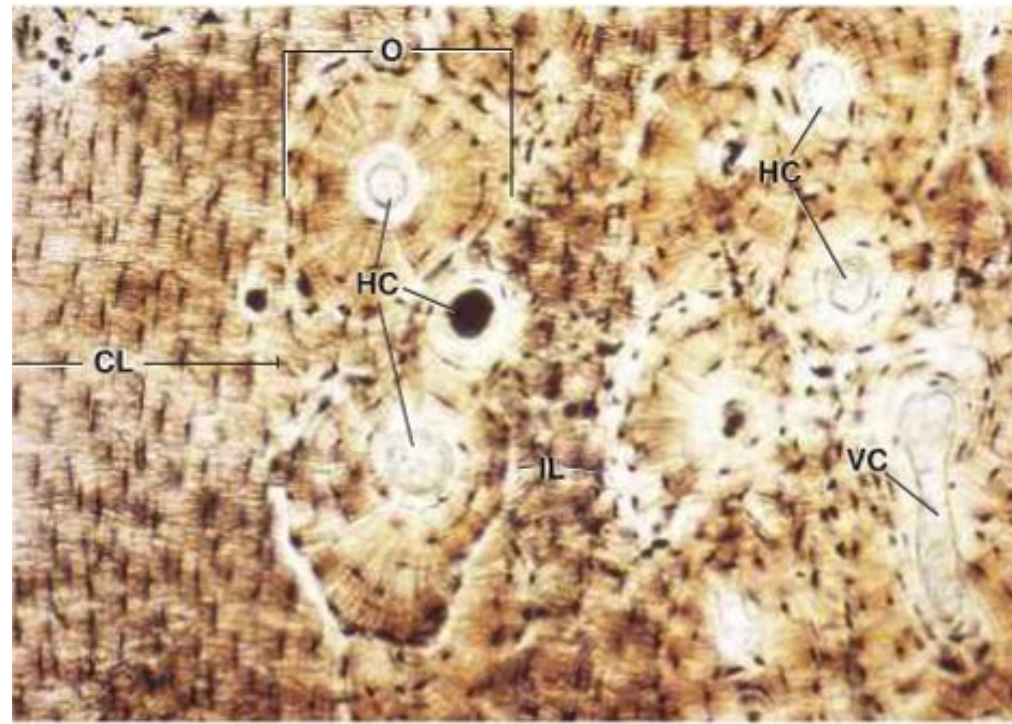
Distribuce červené a žluté kostní dřeně v dětství
a v dospělosti
(zůstává v plochých kostech a obratlových tělech)

Struktura zralé kosti
Osteony z koncentrických lamel
Intersticiální lamely

Haversovy kanálky
Volkmannovy kanálky



Haverský systém – kompakta a spongiosa, systém osteonů



Kostní buňky – **osteoprogenitorové buňky** z **mesenchymových kmenových buněk**

Z nich – vznikají **osteoblasty** – tvoří kolagen 1 a proteiny kostní matrix, která je mineralizována (Ca^{2+} , PO_4 , hydroxyapatit)

-Řízeno hladinou parathormonu a kalcitoninu – udržují kalcemii

Klidové stadium – **osteocyty** v lakunách – osteocytická osteolýza $\uparrow\uparrow\text{Ca}^{2+}$

Bone lining cells – součást periostu i endostu, podílí se na hojení



Vitamin D - rachitis

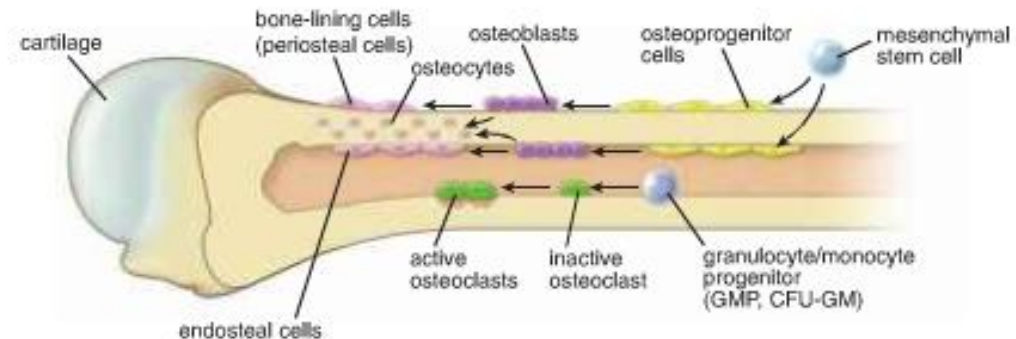
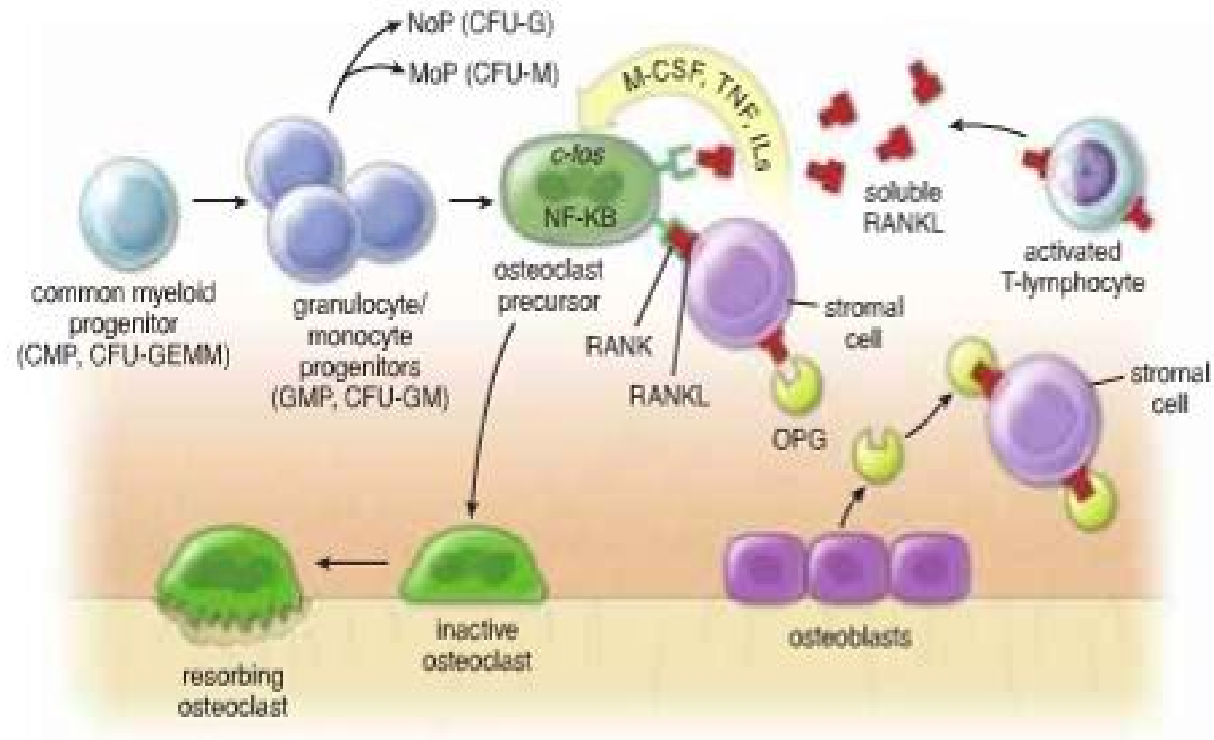


FIGURE 8.7 • Schematic drawing of cells associated with bone. All cells except osteoclasts originate from the mesenchymal stem cells, which differentiate into osteoprogenitor cells, osteoblasts, and finally osteocytes and bone-lining cells. Bone-lining cells on external bone surfaces are part of the periosteum, hence the term *periosteal cells*. Bone-lining cells on internal bone surfaces are frequently called endosteal cells. Note that osteoprogenitor cells and bone-lining cells have a similar microscopic appearance and are often difficult to distinguish from each other. Osteoclasts originate from hemopoietic progenitor cells, which differentiate into bone-resorbing cells. The specific details of osteoclast differentiation are illustrated in Figure 8.13.

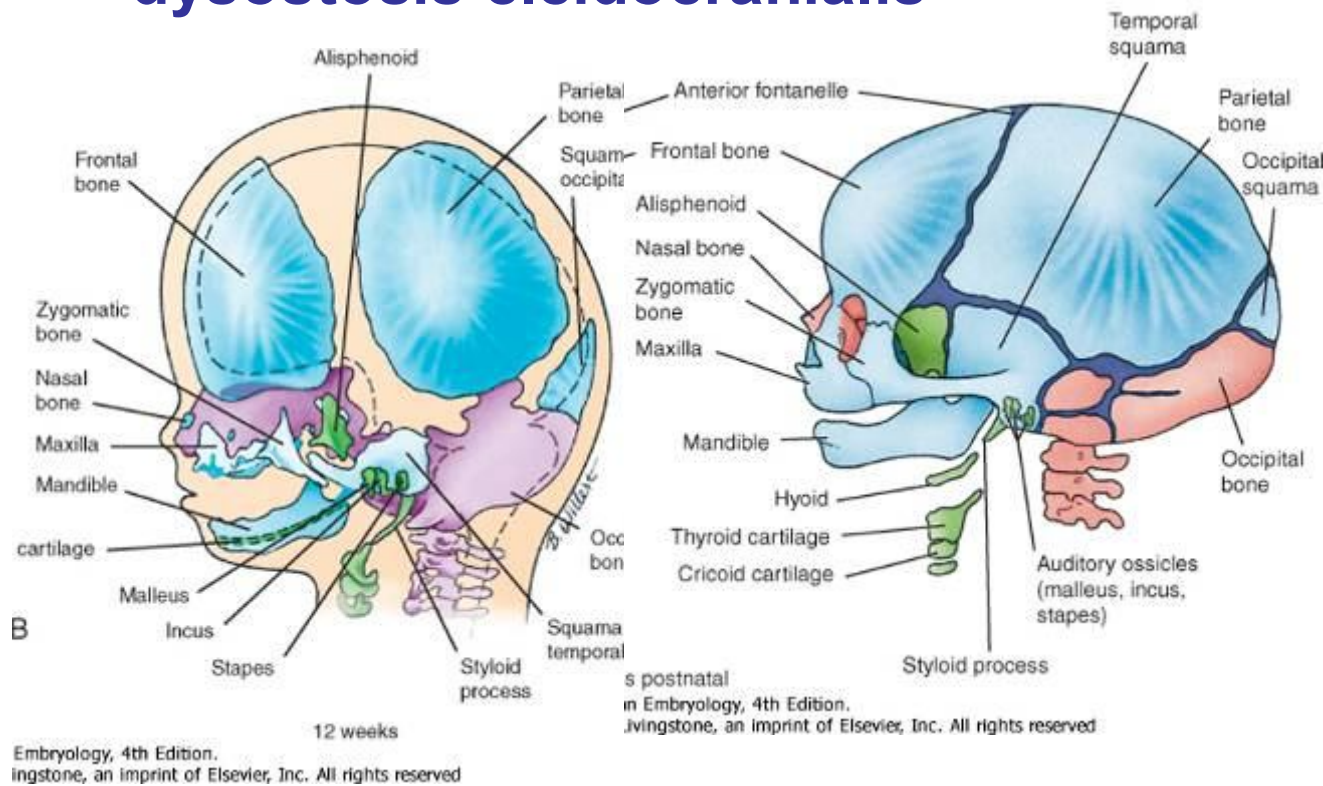
Osteoklasty – z buněk dřeně

Karboanhydrasa a protonová pumpa - degradace



Převažující aktivita – osteoporosa
Zvýšená hladina alkal. fosfatasy

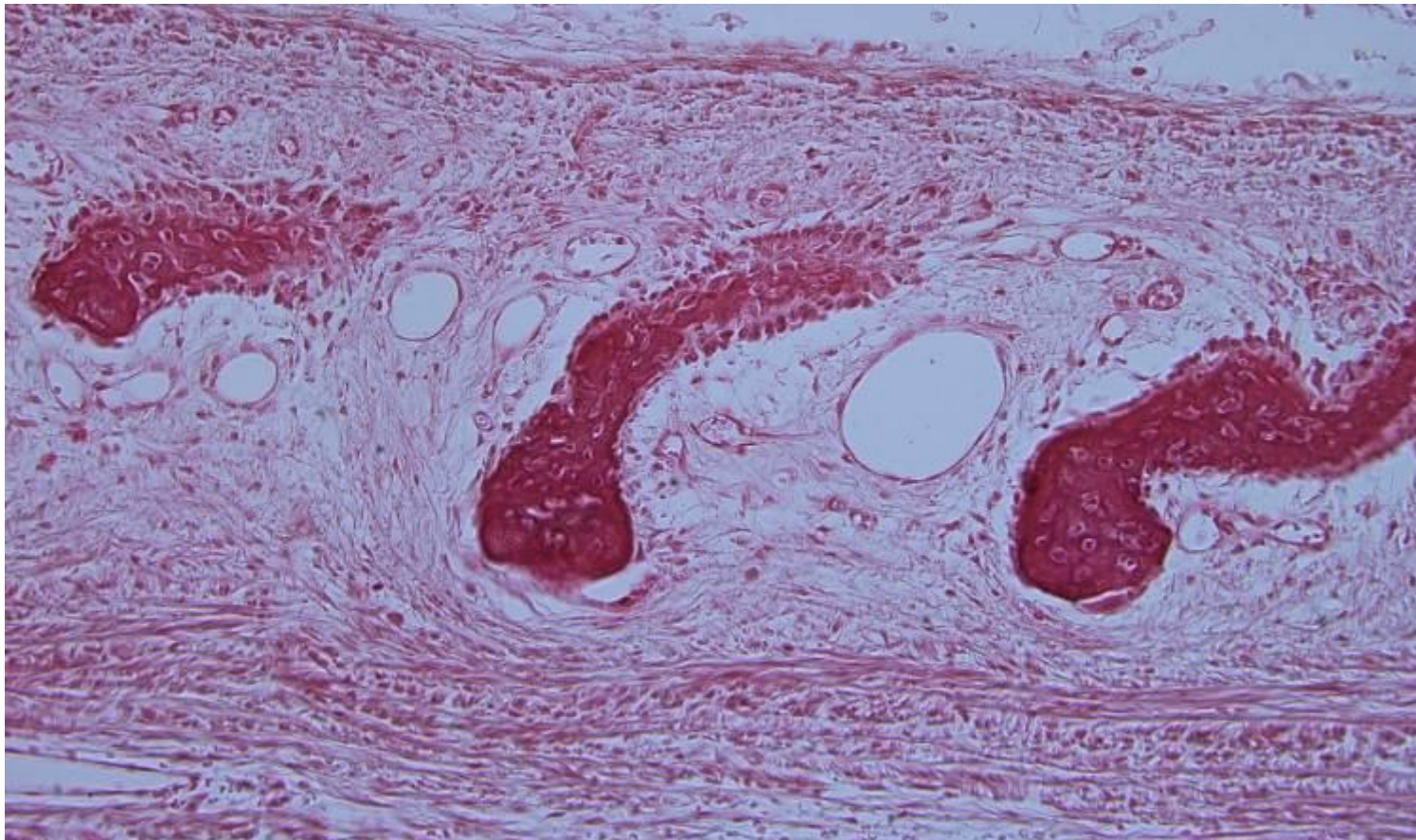
Osifikace desmogenní - v 8 týdnu gestace z vazivového modelu – ploché kosti neurokrania, mandibula, část klíčku **dysostosis cleidocranialis**



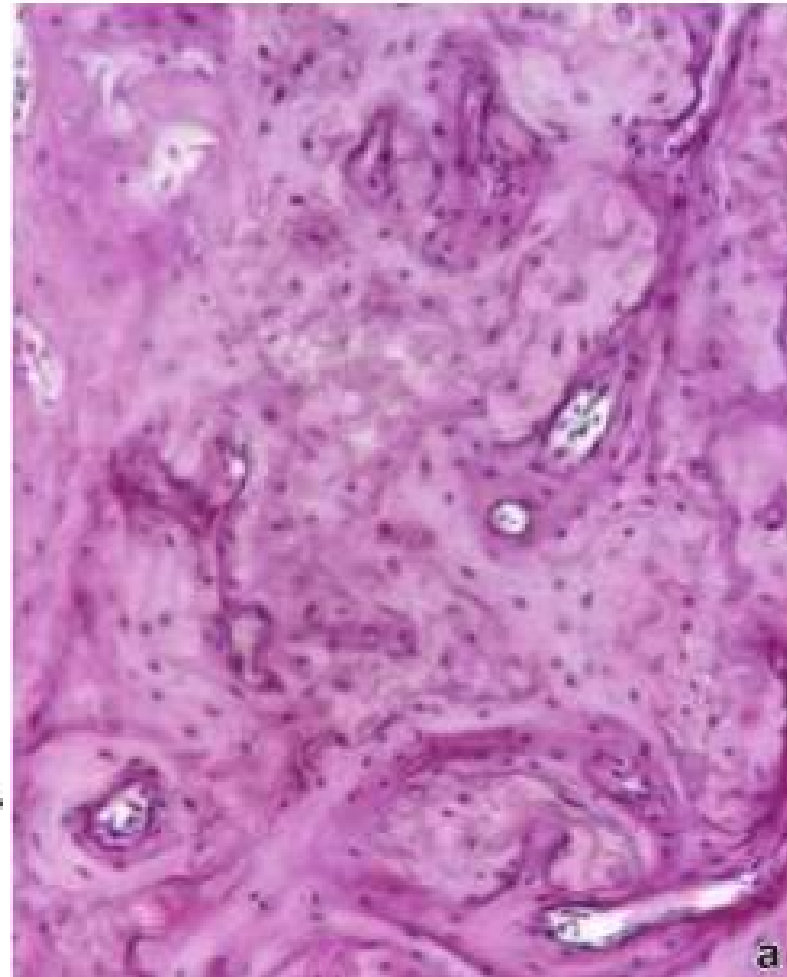
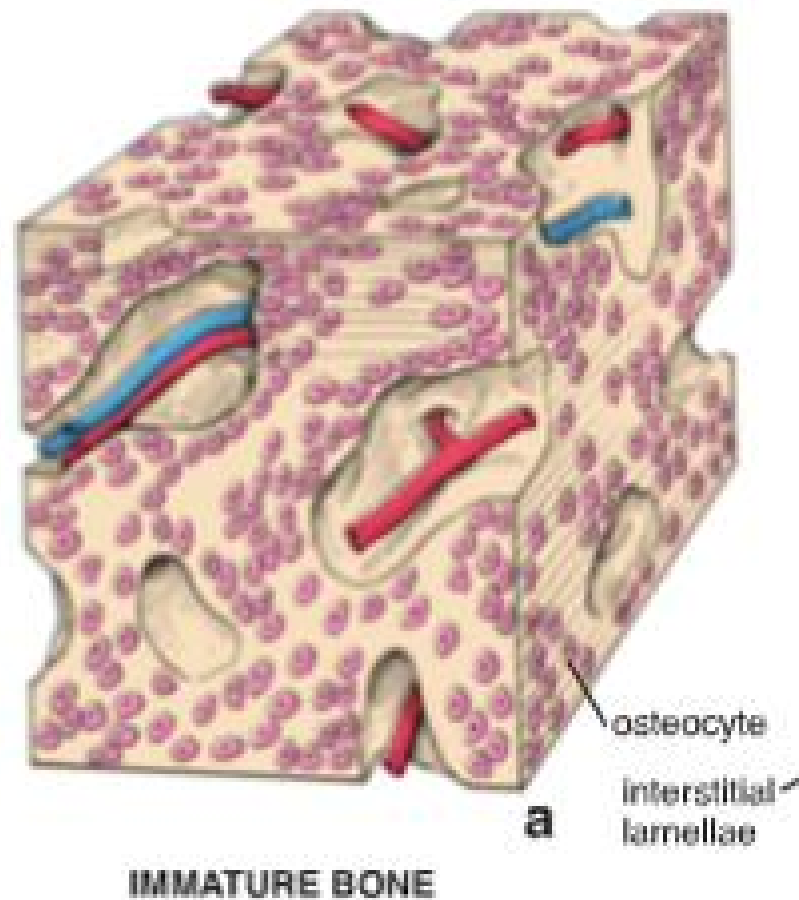
Osifikace desmogenní

**v mesenchymovém základu se diferencují
osteoprogenitorové buňky, které se mění v osteoblasty**

**matrix a její mineralizace, tvorba spikul, na jejich povrch
přisedají další osteoblasty a ukládá se další hmota**



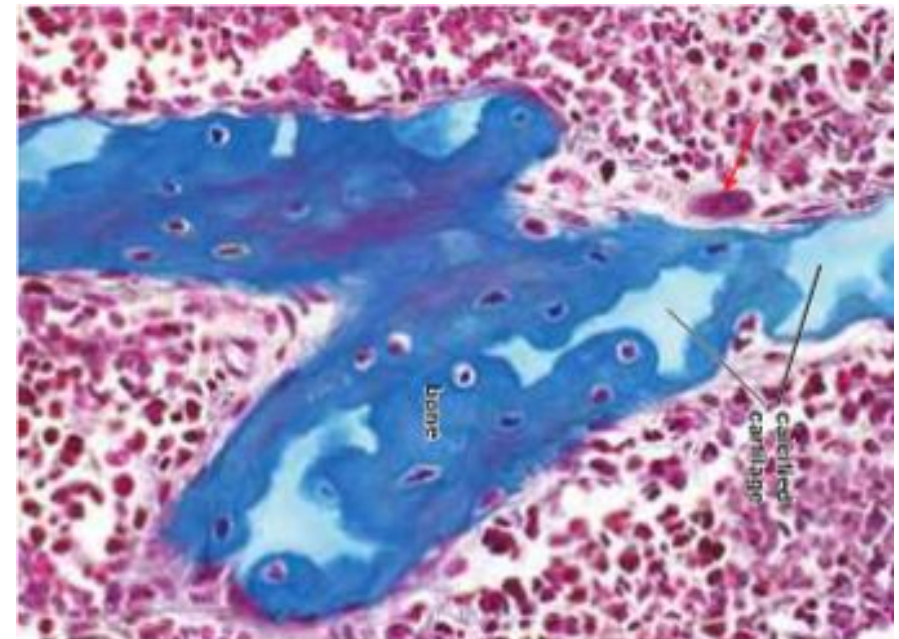
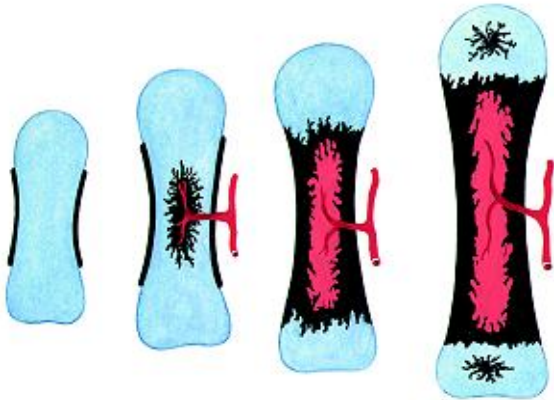
Vláknitá – nezralá, fetální kost

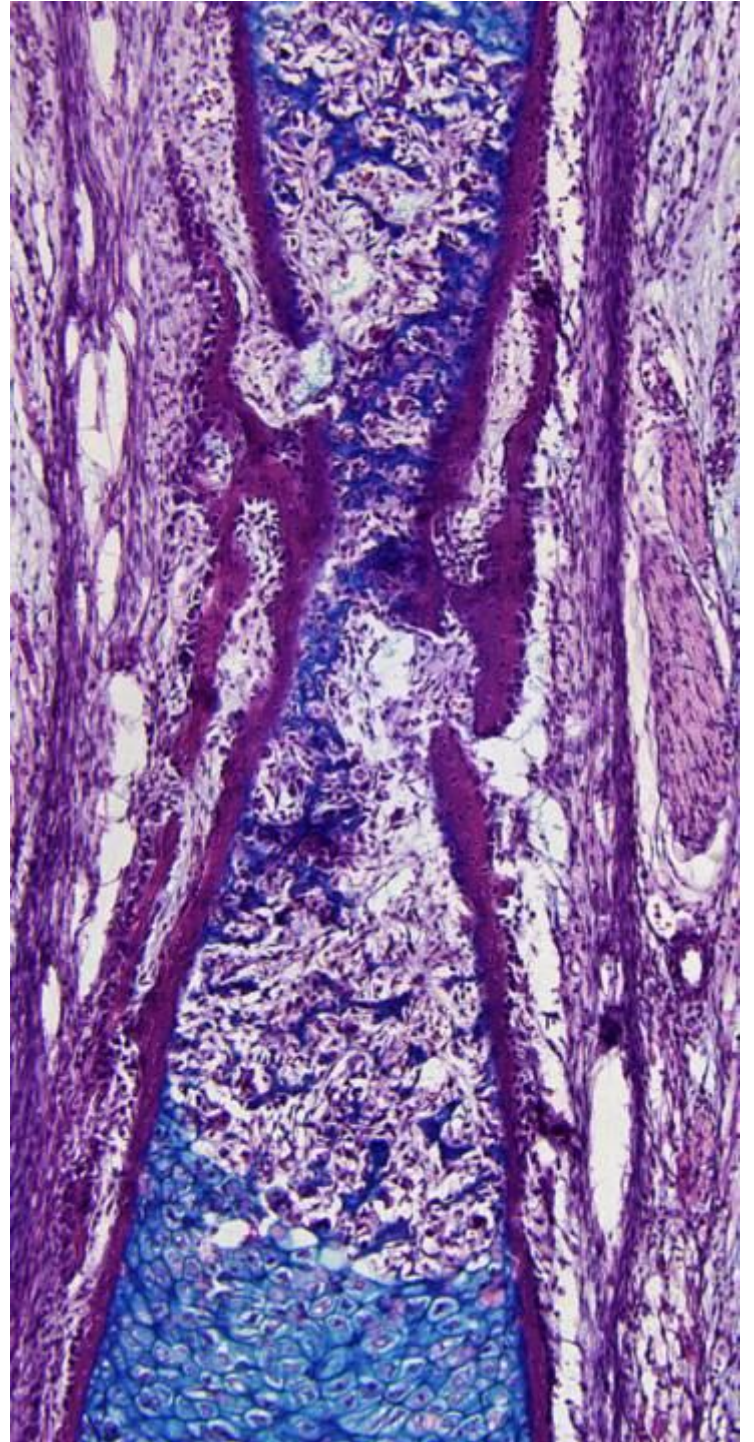
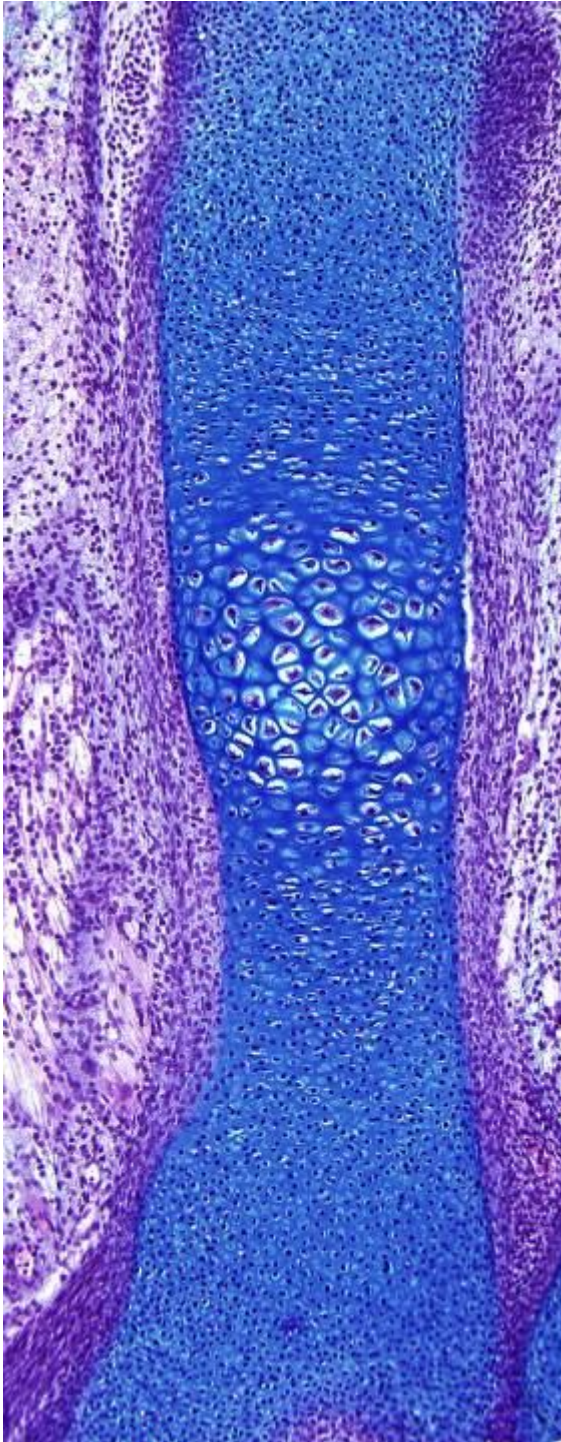


Osifikace chondrogenní

proliferace a agregace mesenchymu v místě budoucí kosti – pod vlivem FGF a BMP diferenciace do chondroblastů a vznik chrupavčitého modelu

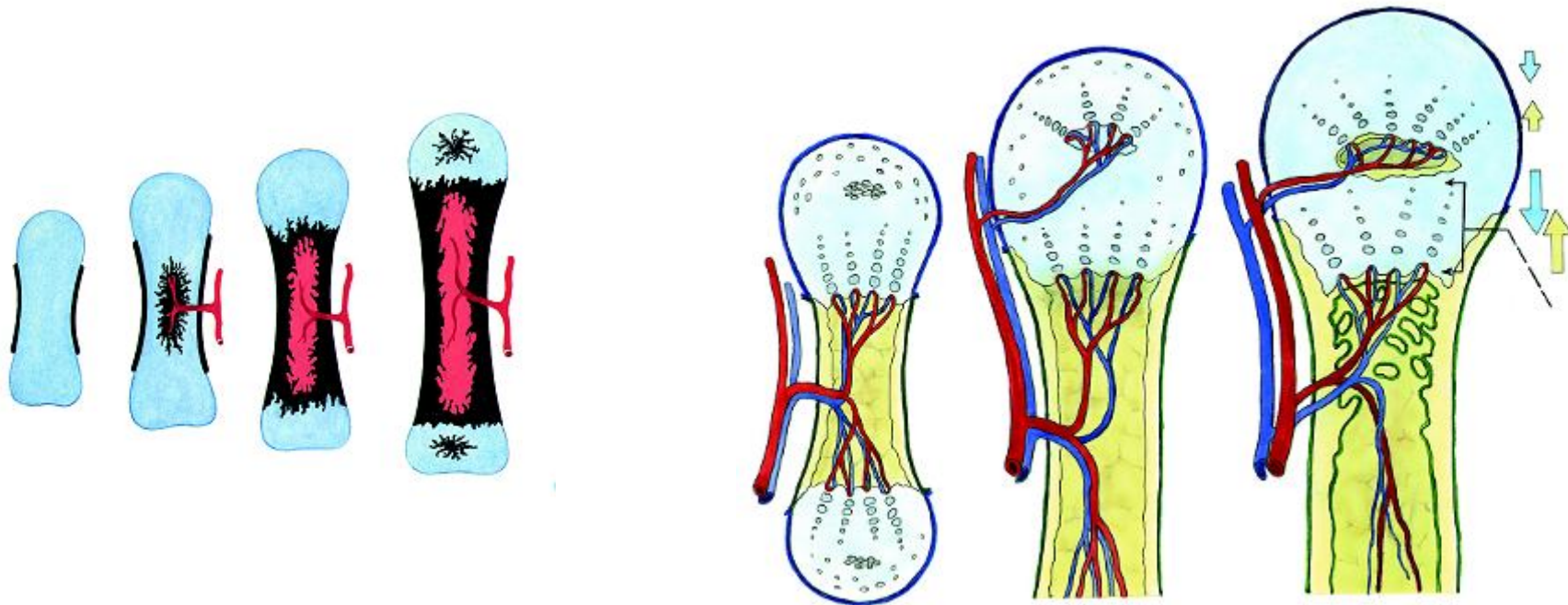
1. vytvoření kostního límce, přeměna perichondria v periost
2. hypertrofie chondrocytů v centru základu, kalcifikace chrupavčité matrix v okolí
3. chondrocyty obklopené matrix odumírají, tvoří se lakuny do kterých vrůstají cévy
4. podél cév migrují mesenchymové buňky budoucí dřeně, osteoprogenitorové buňky se přikládají ke kalcifikovaným chrupavčítým trámečkům (smíšené trámce)
tvoří se tak **primární osifikační centrum**

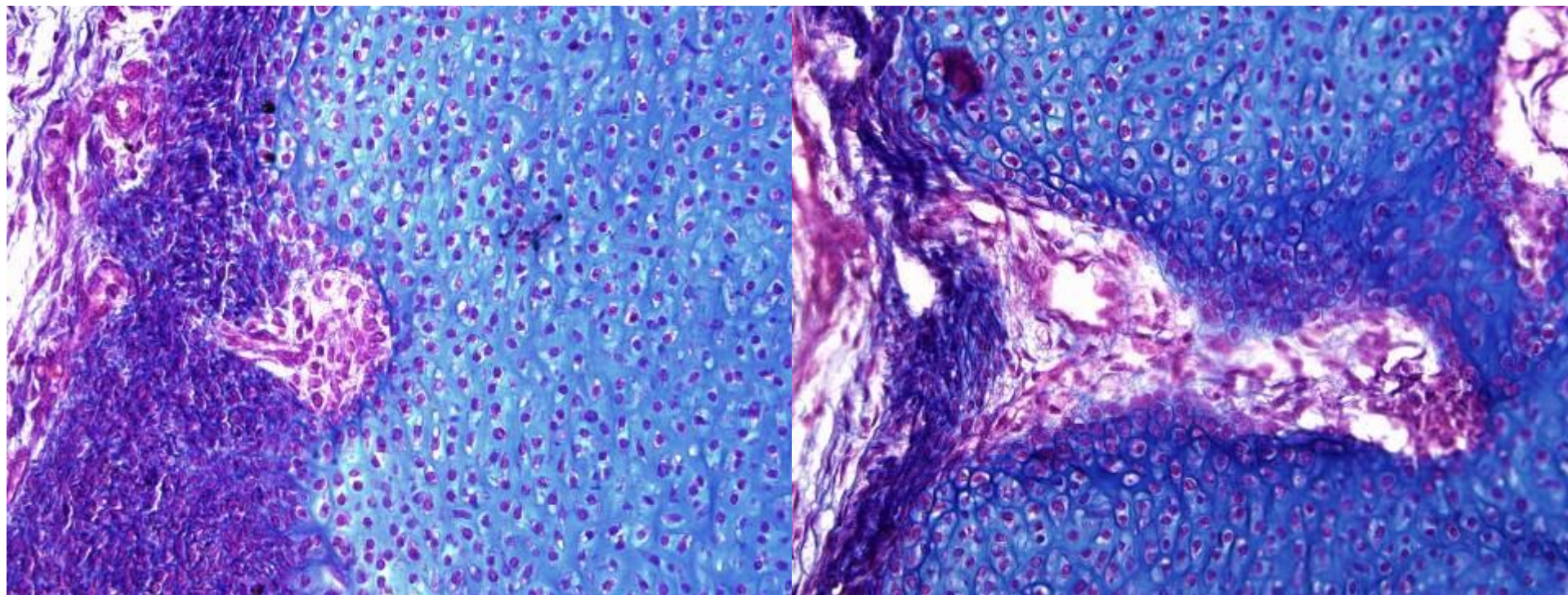




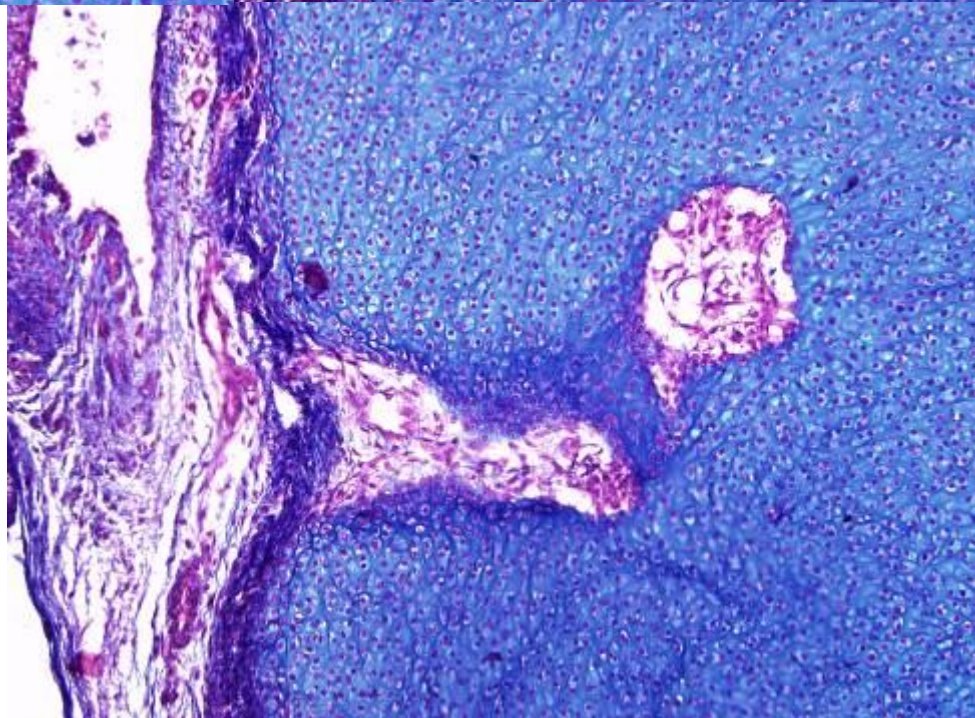
Osifikace chondrogenní

5. dřevná dutina se zvětšuje
6. zbylá **epifyzární chrupavka**, má obdobnou funkci jako později se objeví se růstová chrupavka (fýza). Kost roste do délky. Avaskulární chrupavka je nahrazována vaskularizovanou kostní tkání (iniciace díky VEGF, produkce kolagenu X a MetalloMatrixProteinas, které degradují chrupavčitou matrix)
7. zpravidla až po porodu se zakládají **sekundární osifikační centra**
8. dochází k jejich vaskularizaci a zvětšování, tím je vymezena fýza, ze které roste kost do délky
9. ukončení růstu, uzávěr fýzy





Detail cévní
invaze
do kondylu



Makroskopie fýzy - undulace fýzy, lappet formation, mammilární výběžky

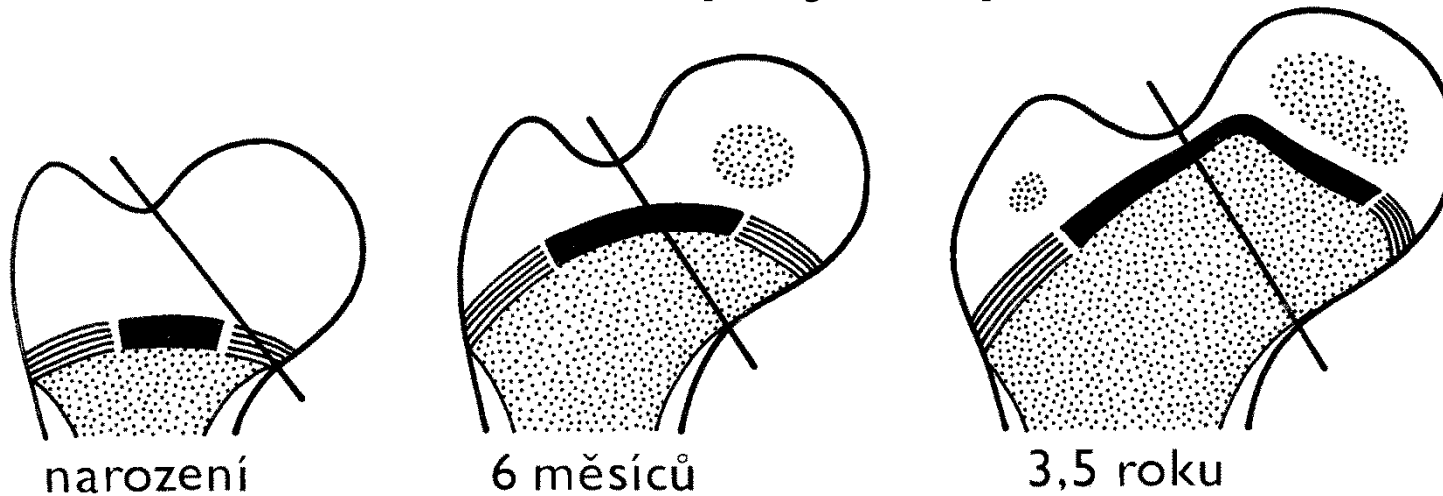


Růstová ploténka - fýza, vysoce diferencovaná struktura, zajišťuje většinu růstu dlouhých kostí do délky, podílí se i na růstu plochých a krátkých kostí.

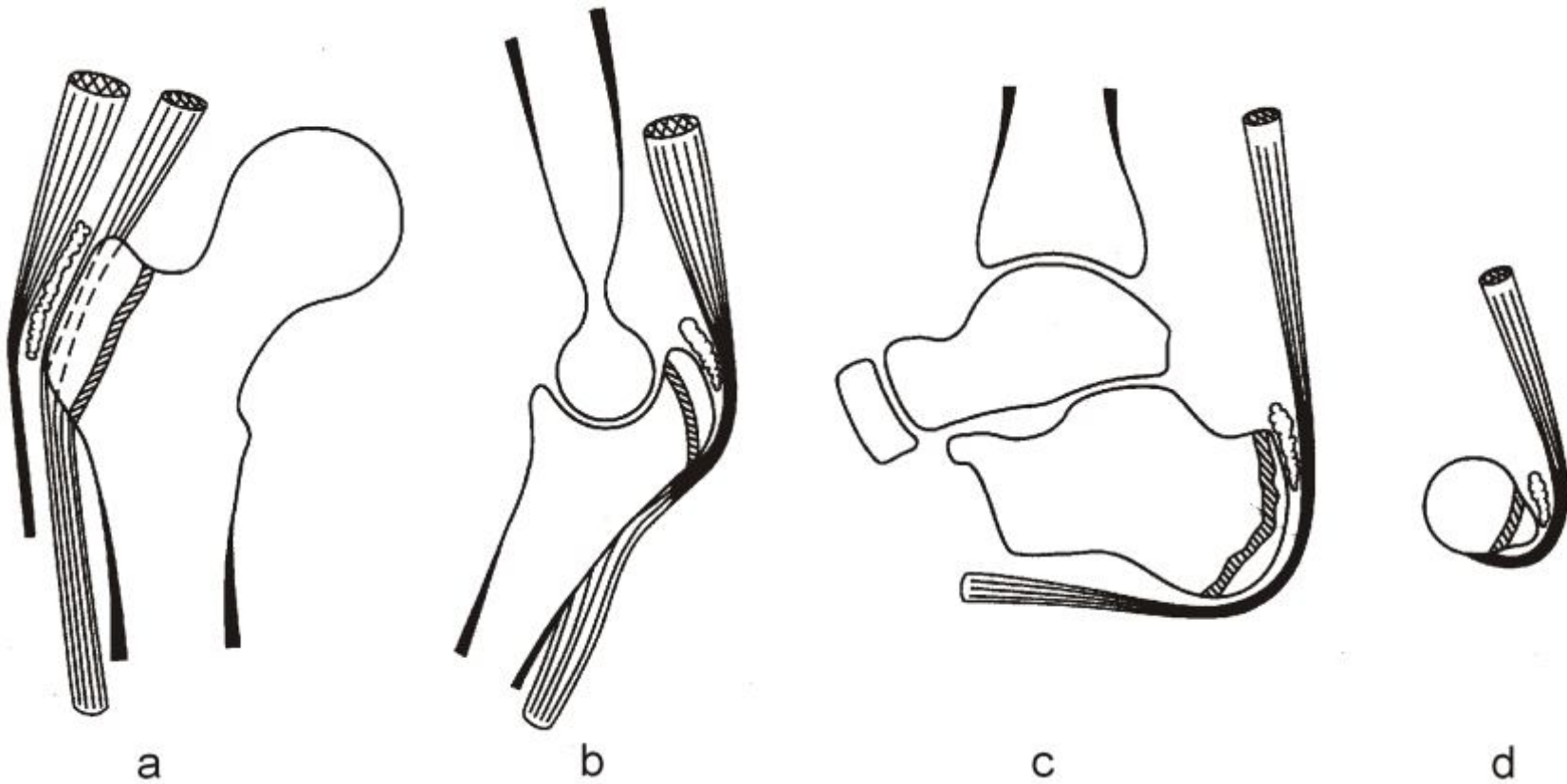
Fýza probíhá napříč kostí zpravidla zvlněně. Má tvar komolého kužele, který se rozšiřuje metafyzárně.



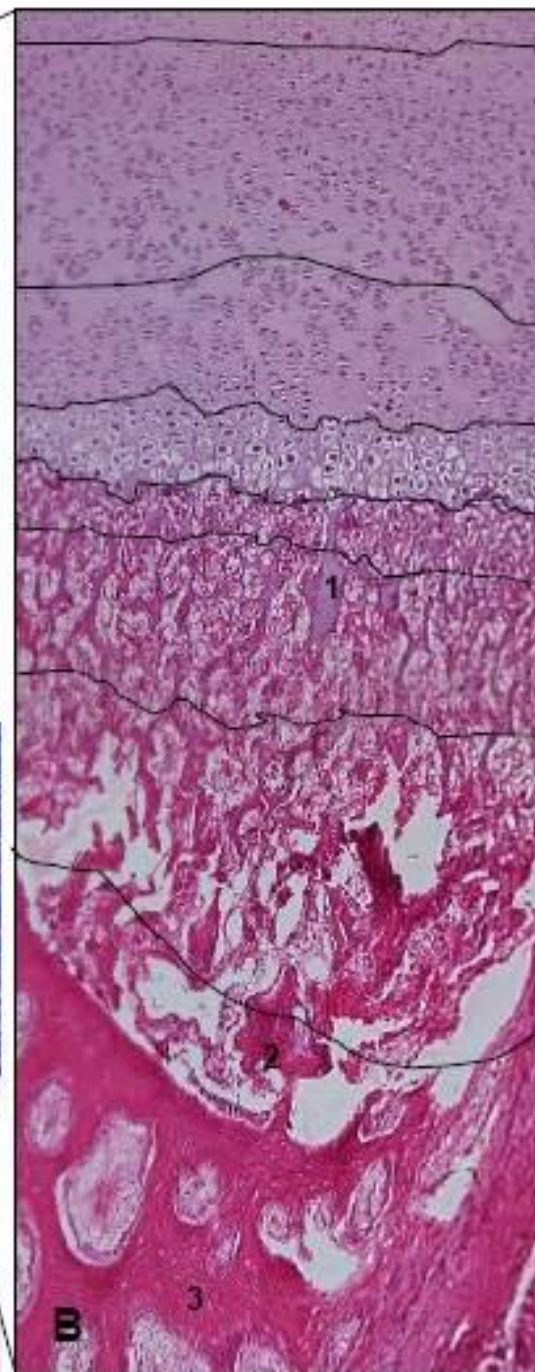
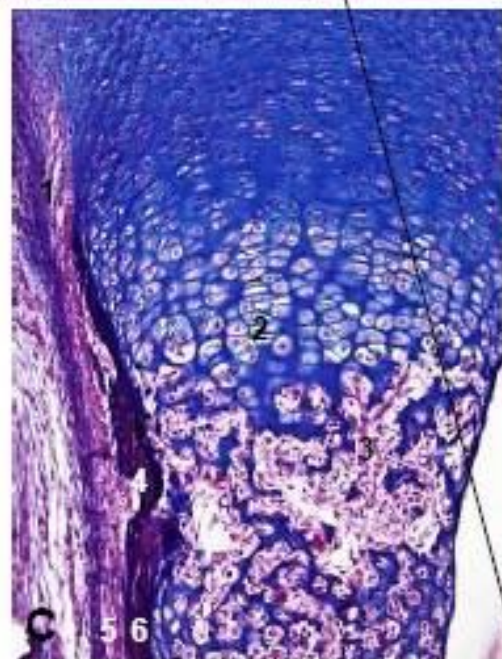
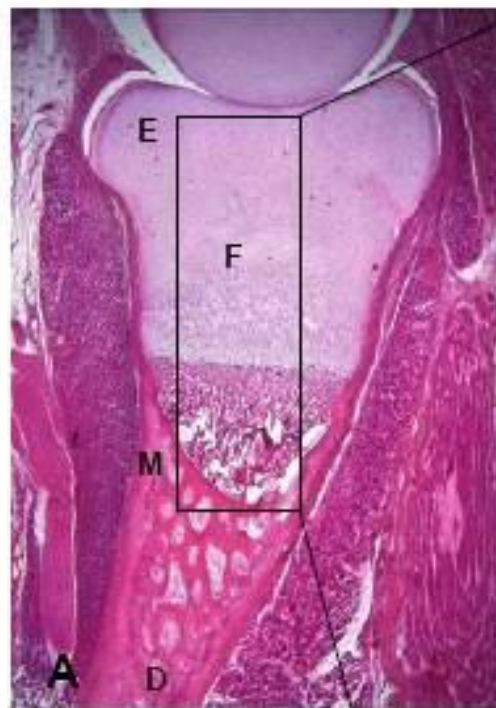
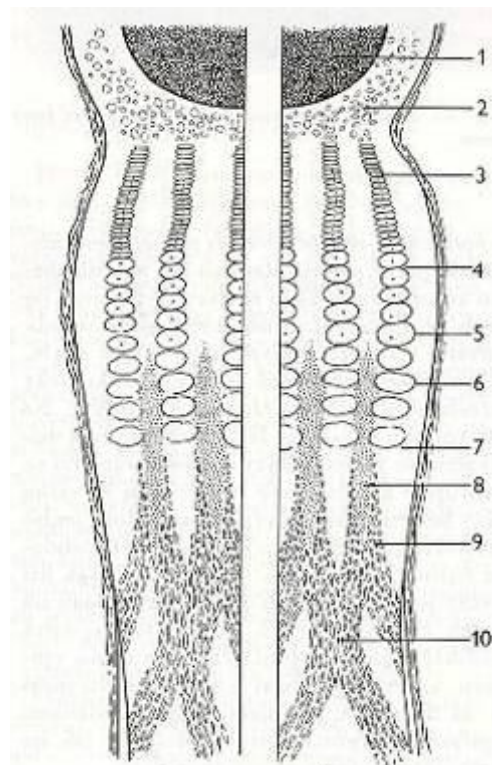
Společná chondroepifýza prox. femuru



Apofýza – tzv. tahová epifýza



Apofýza – tzv. tahová epifýza,
sek. osifikační jádro oddělené chrupavkou,
slouží k úponu svalů



Reservní
zóna

Růst

Proliferační
zóna

Hypertrofická
zóna
Zóna provizorní
kalcifikace

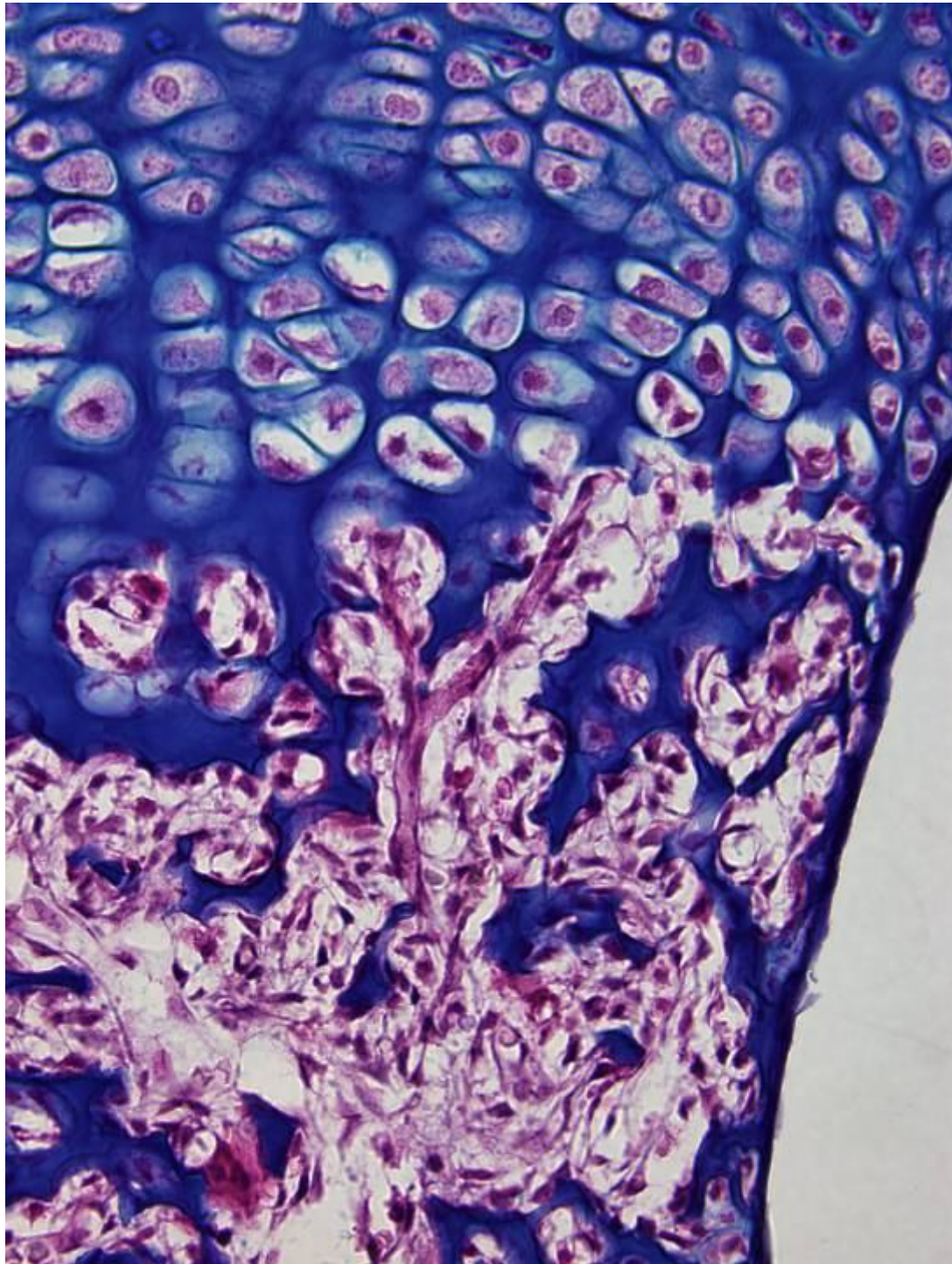
Maturace

Zóna
cévní invase

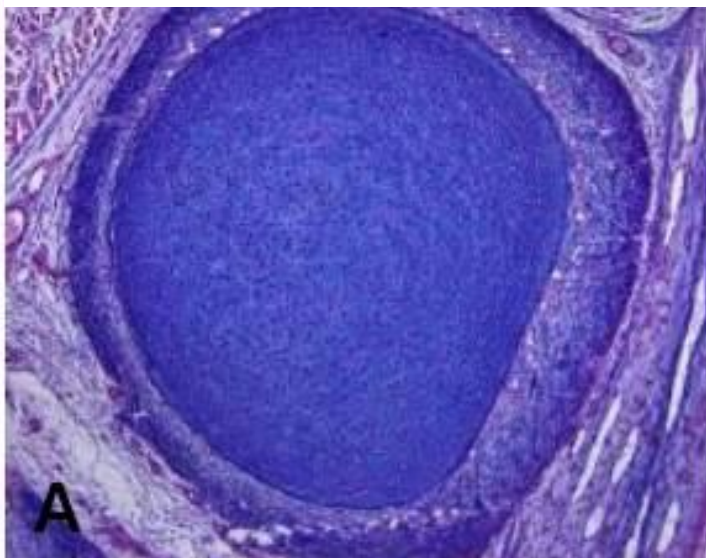
Zóna
osifikace

Transformace

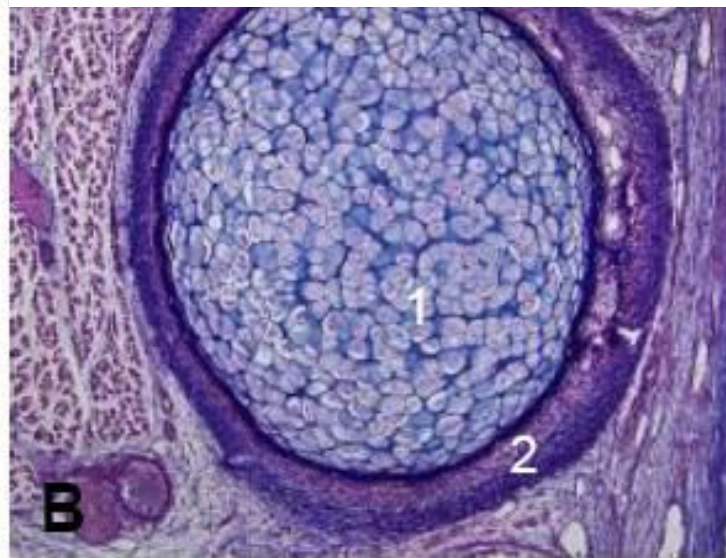
Remodelace



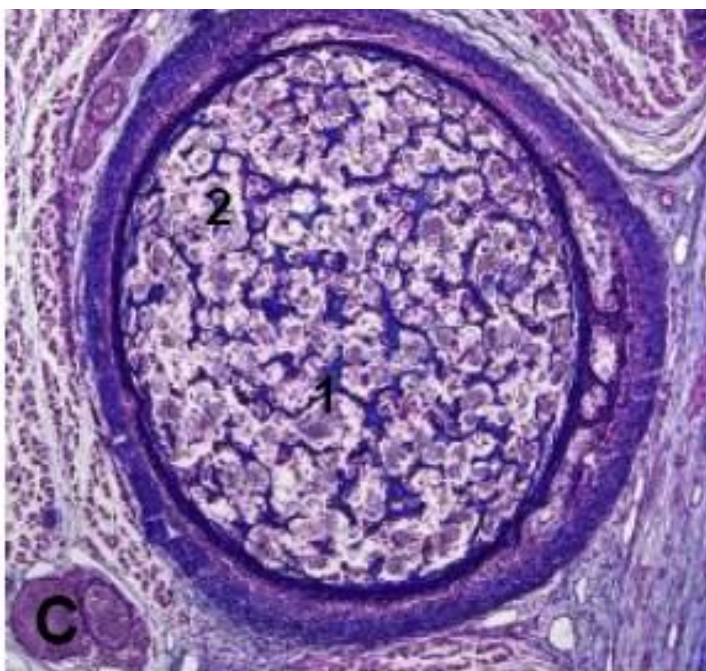
epifýza v úrovni rezervní vrstvy.



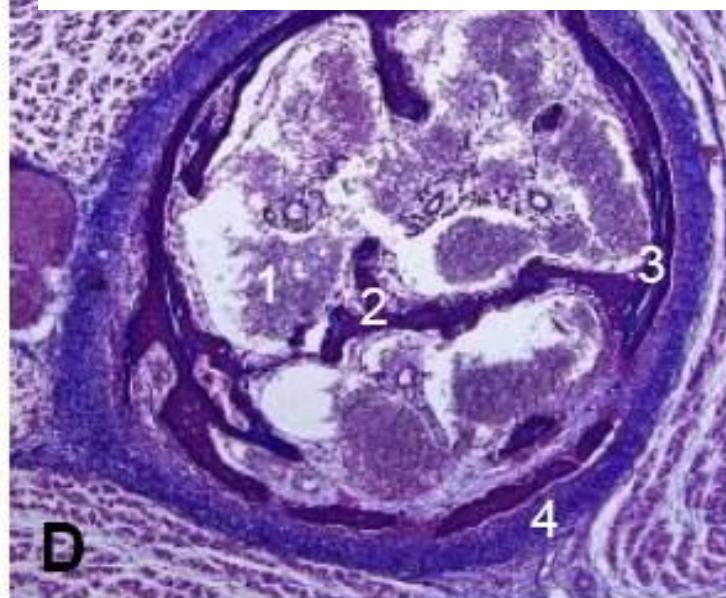
fýza v úrovni hypertrofické chrupavky.

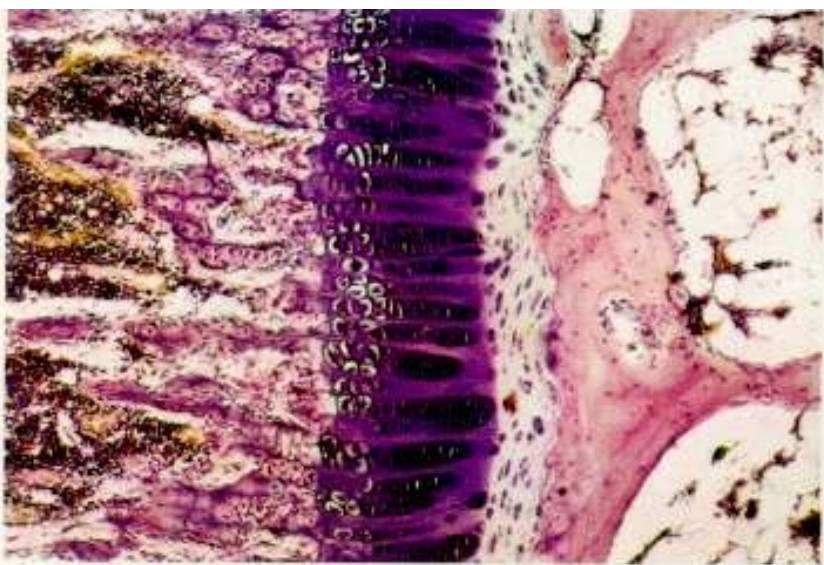
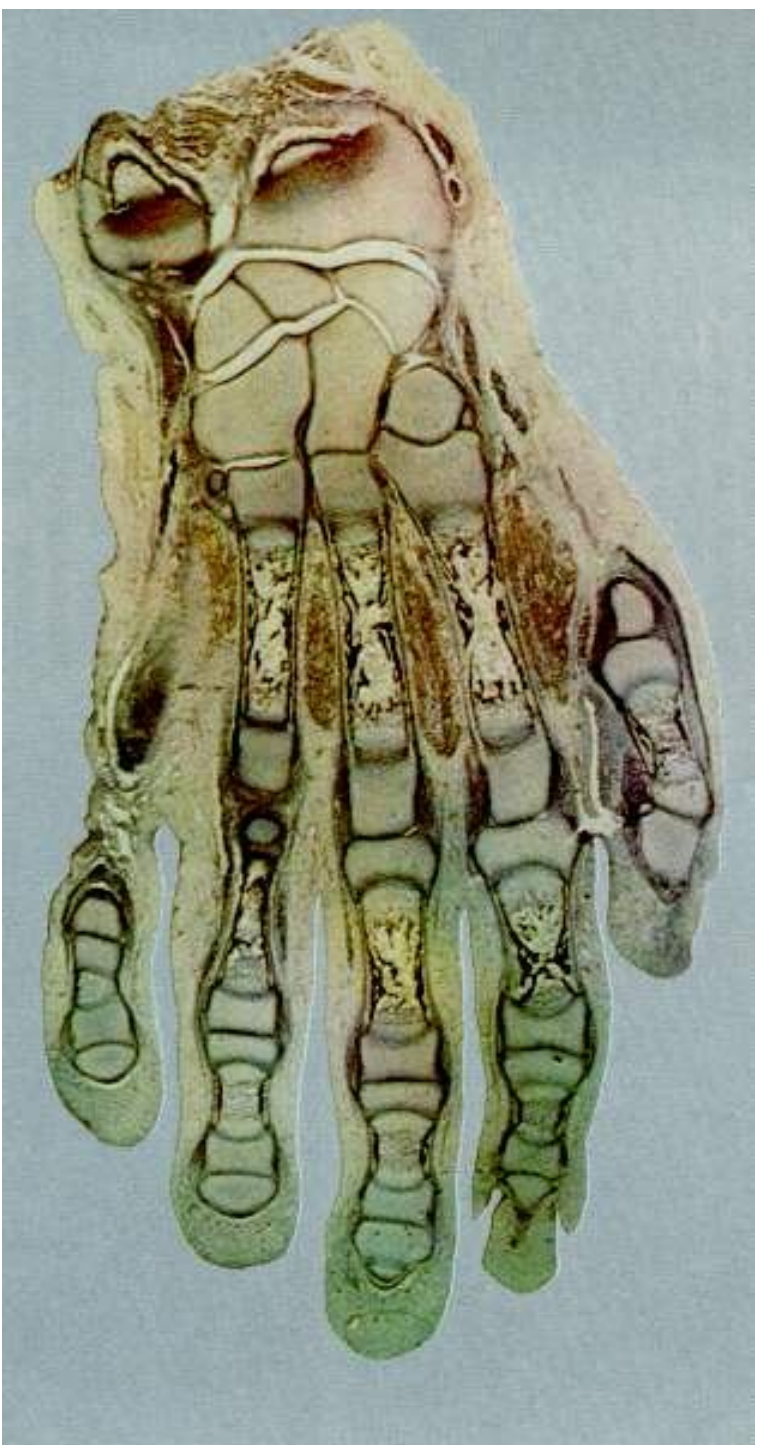


metafýza v zoně primární spongiosy

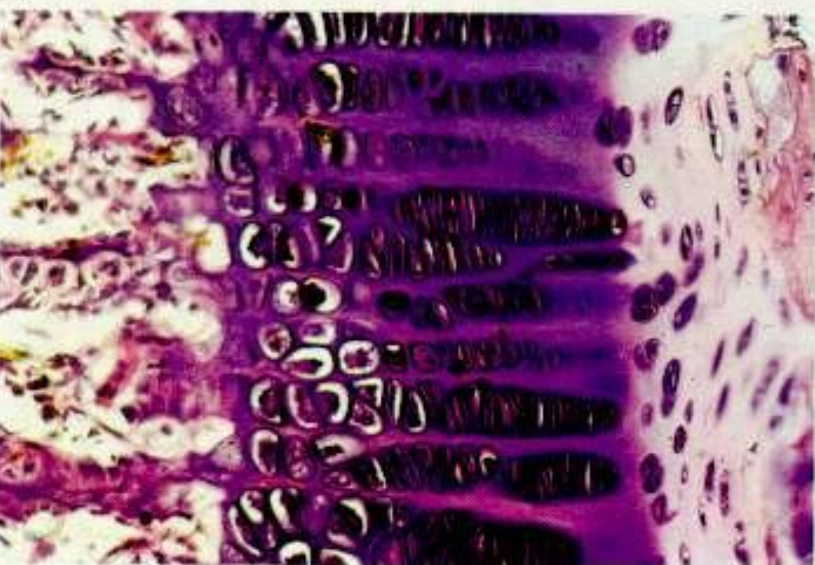


**diafýza, mezi kostními lamelami
je vidět prostor dřevné dutiny**

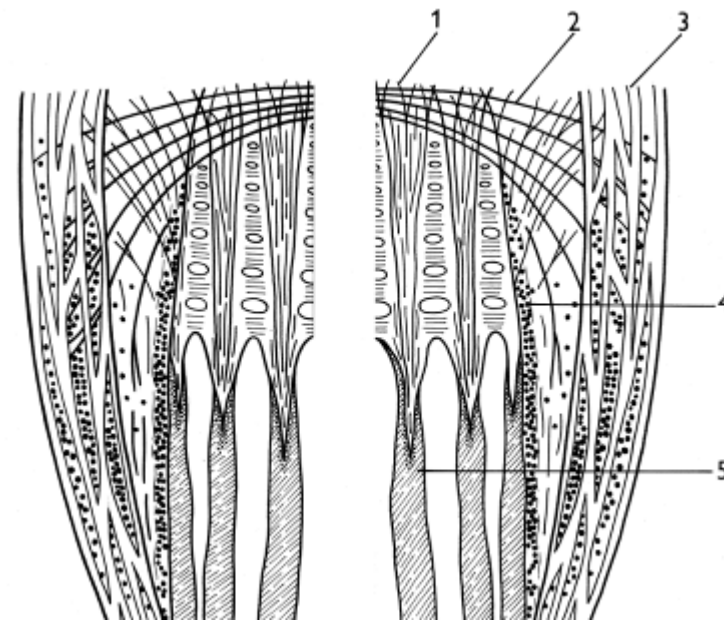
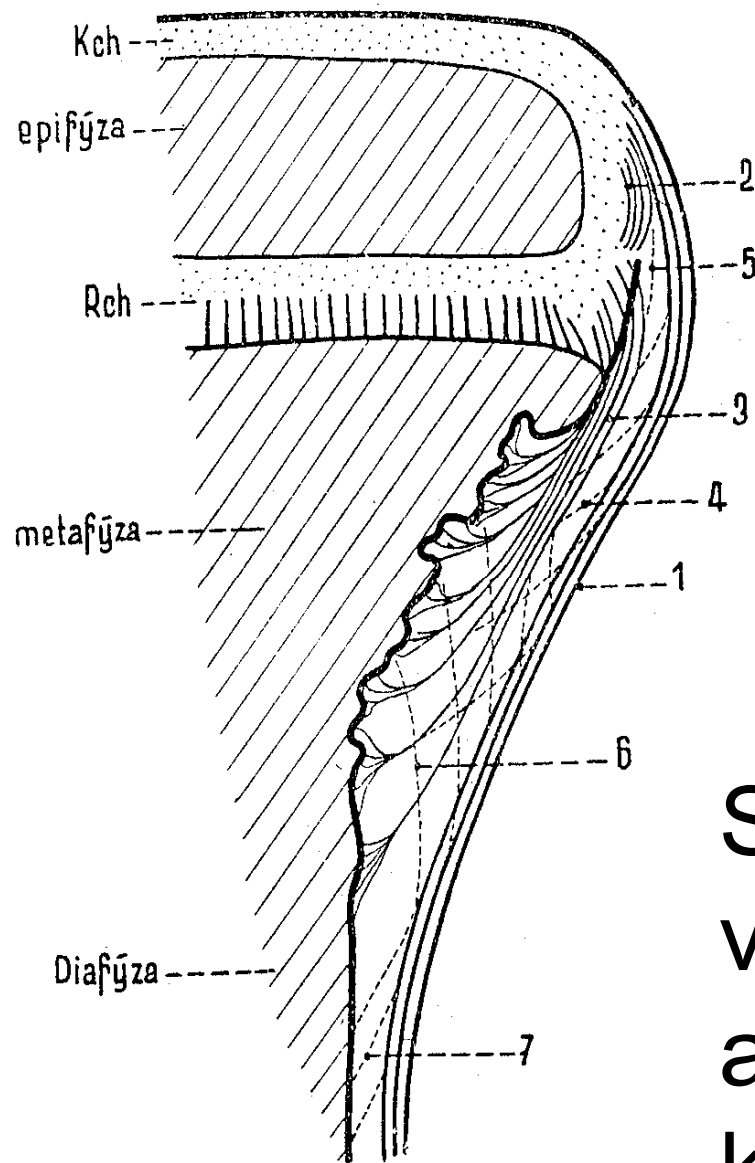




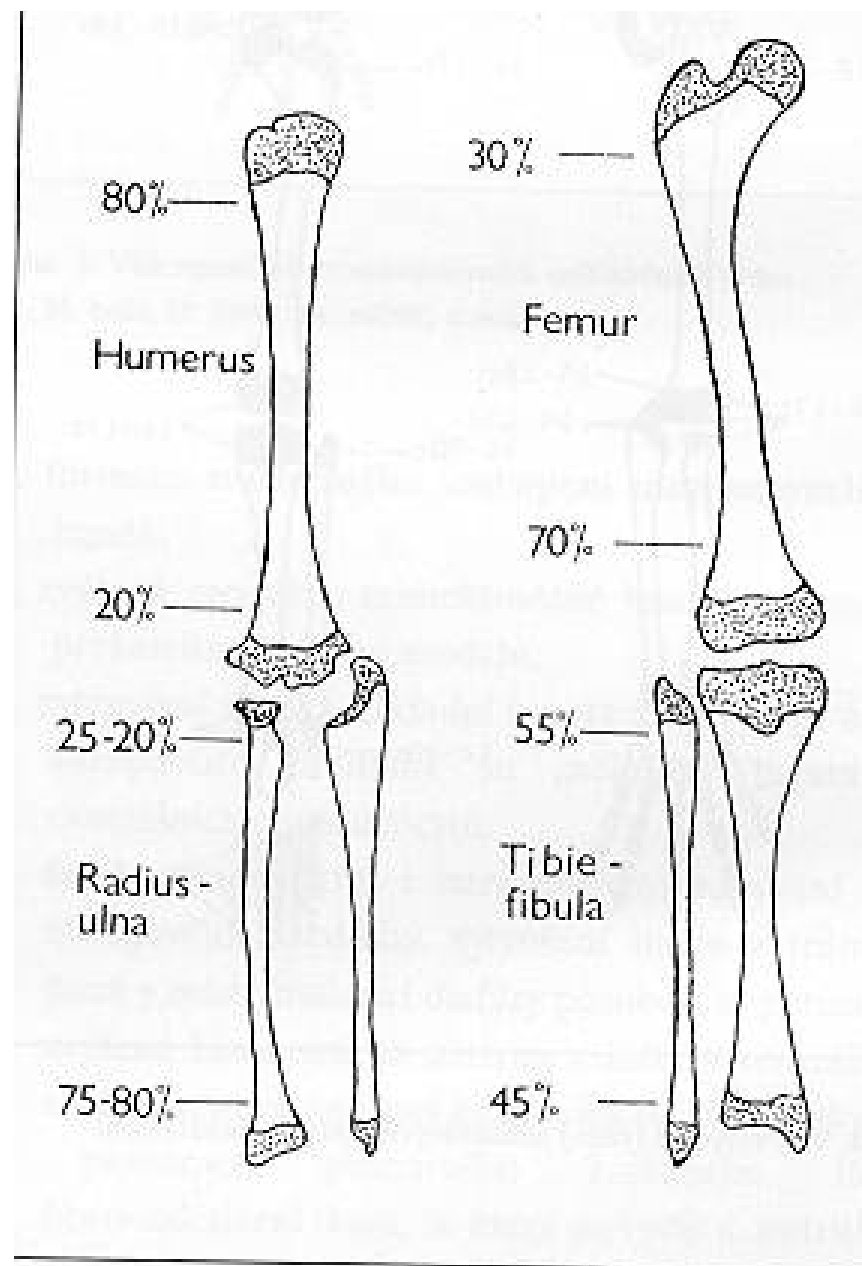
B



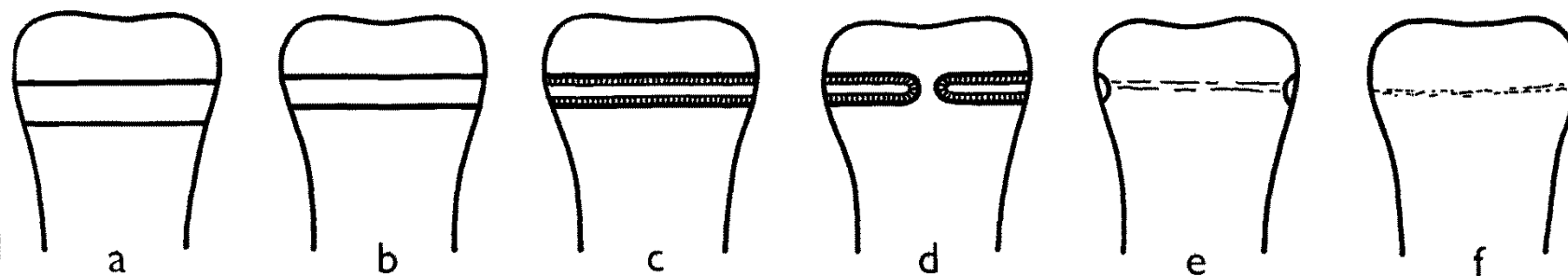
Mikroskopicky hyalinní chrupavka + svazky kolagenních vláken. Chondrocyty - do sloupců v podélné ose kosti. Dle struktury se rozlišuje *rezervní vrstva* - neostrá hranice mezi epifýzou a růstovou ploténkou, sférické buňky, netvoří sloupce, cévy směřující k proliferativní vrstvě. Slouží syntéze a skladování živin. *Proliferativní vrstva* chondrocyty do podélných sloupců, na basi vždy mateřská buňka. Kolagenní vlákna podélně s buňkami. Proliferace buněk fýzy, produkce mezibuněčné hmoty. *Hypertrofická vrstva* - příprava mezibuněčné hmoty ke kalcifikaci.



Struktura periostu
v oblasti fýzy
a architektonika
kolagenních vláken

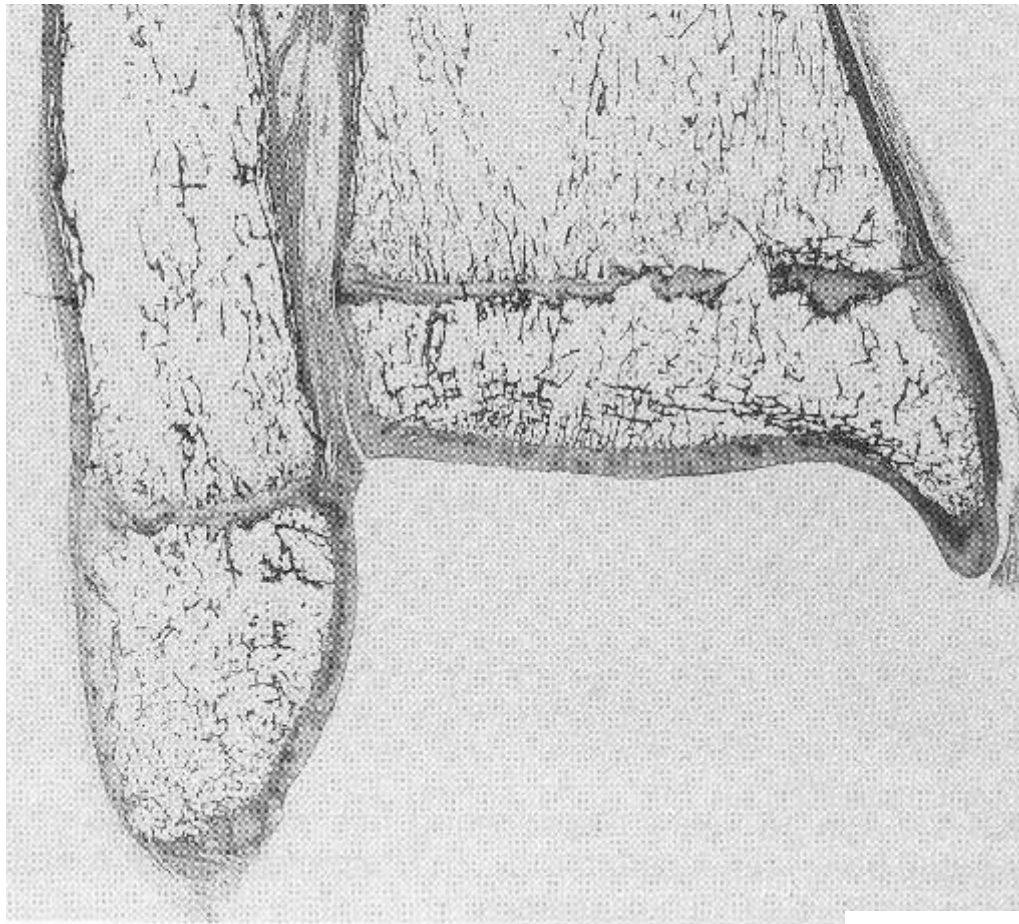


Různá růstová aktivita jednotlivých fyzárních chrupavek

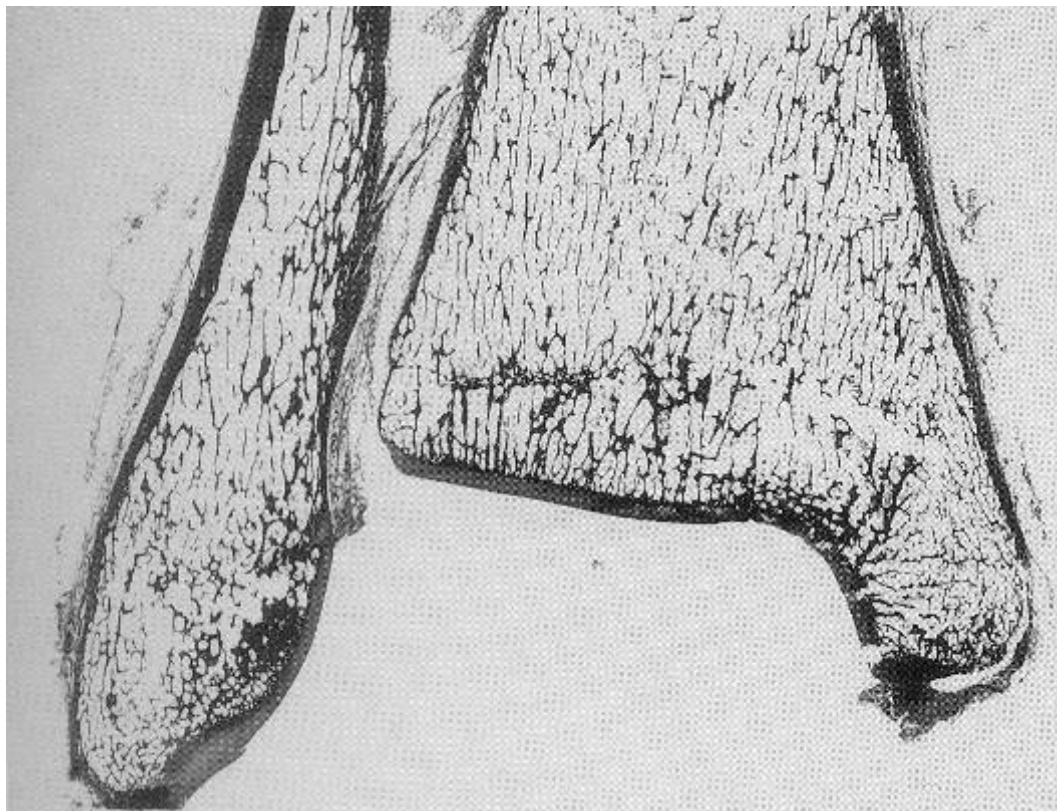


Postup uzávěru fýzy – zúžení, částečná mineralizace, vytvoření můstku, jeho rozšíření, kostní jizva

**k uzavěru fýzy tibie dochází z mediální
strany laterálně, podklad zlomenin
„přechodného věku“**

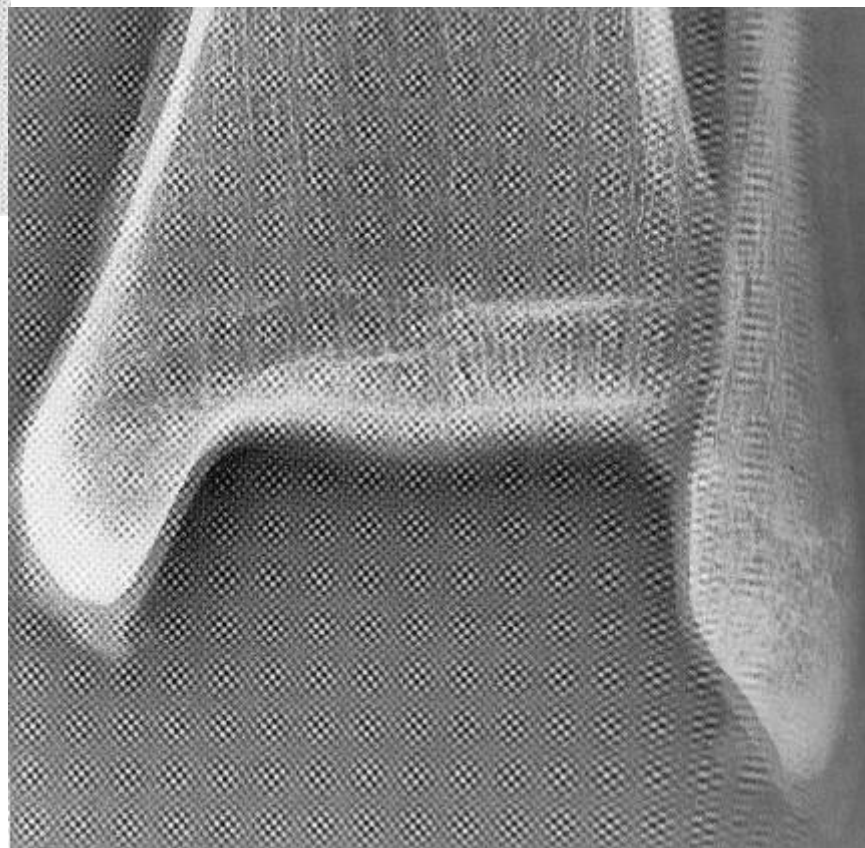


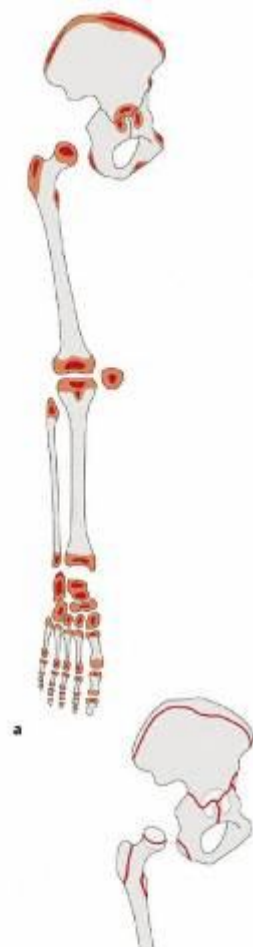
15 let



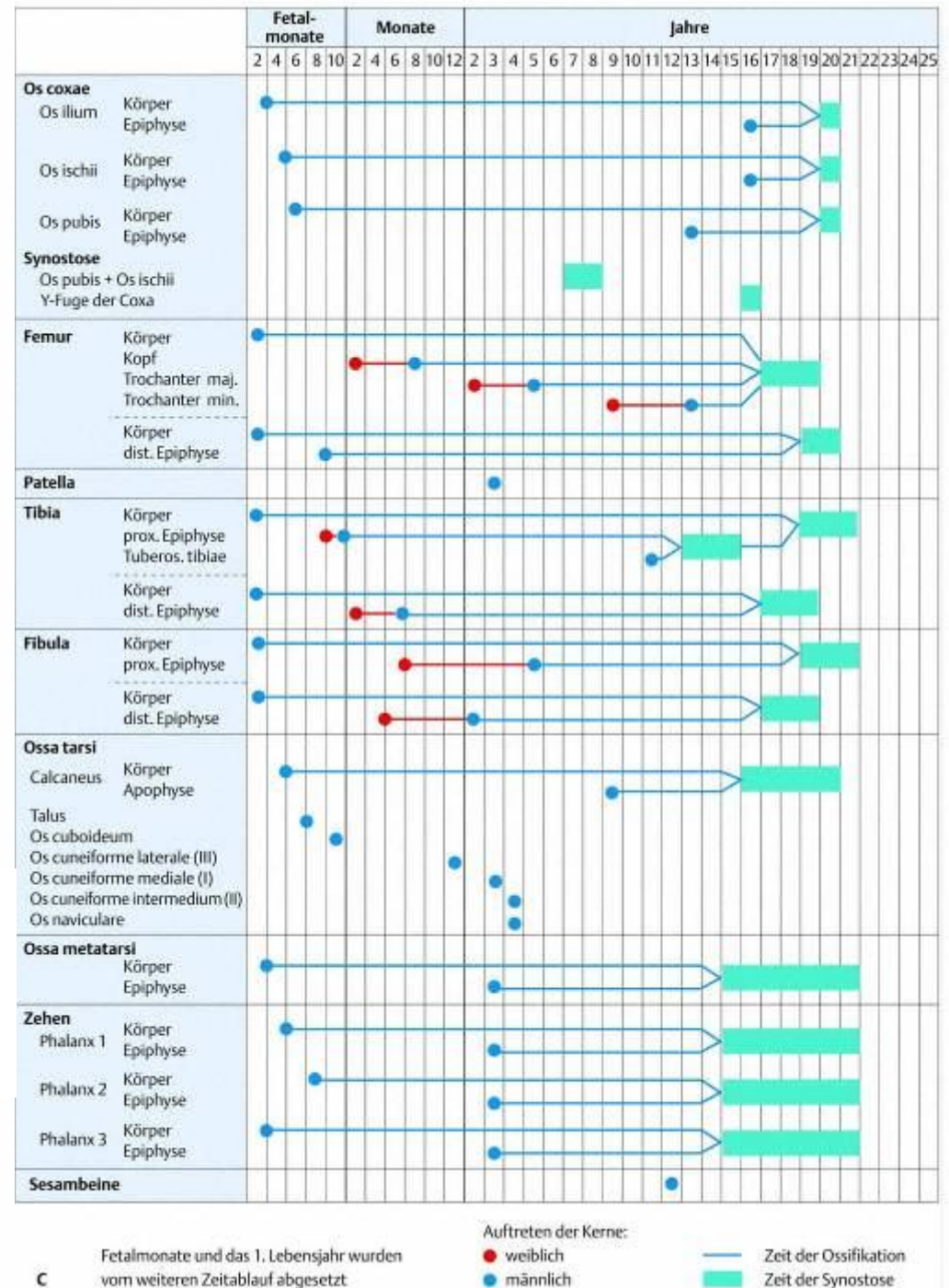
**Obě fýzy jsou již
uzavřeny**

16 let



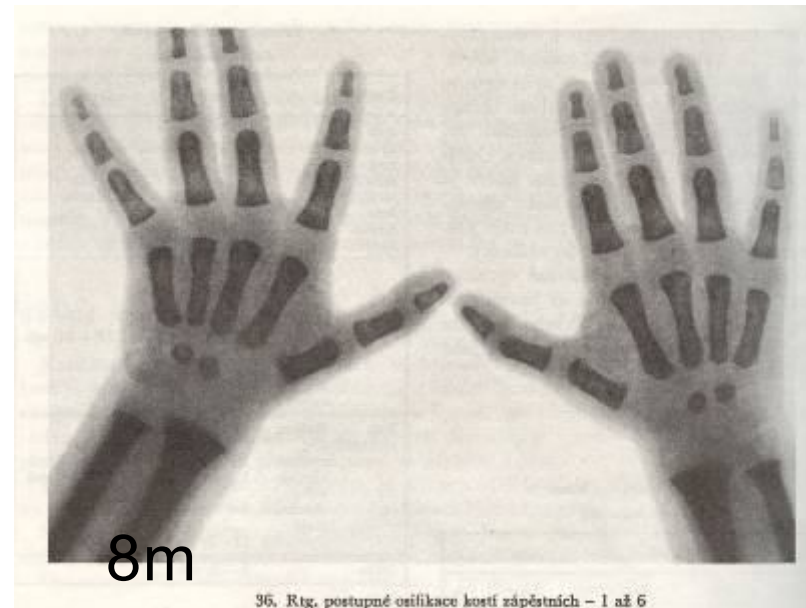
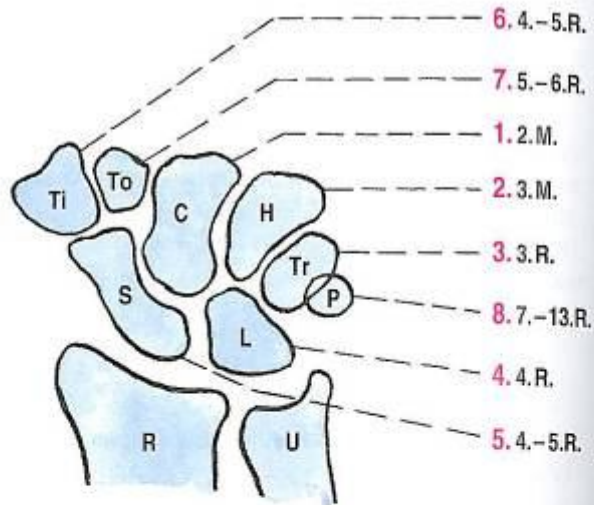


Manifestace osifikačních jader
Zánik růstových štěrbin
Kostní věk

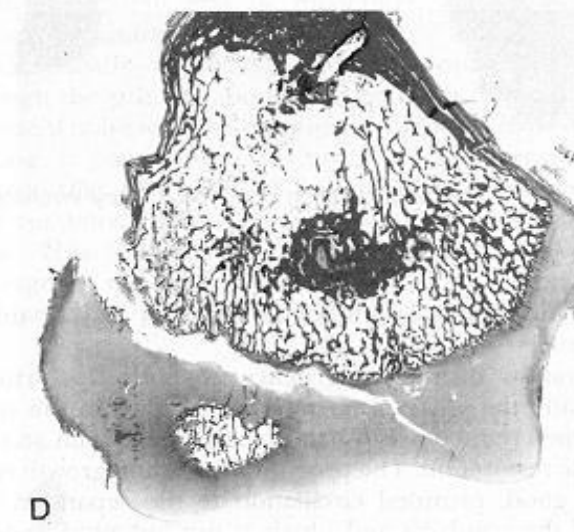
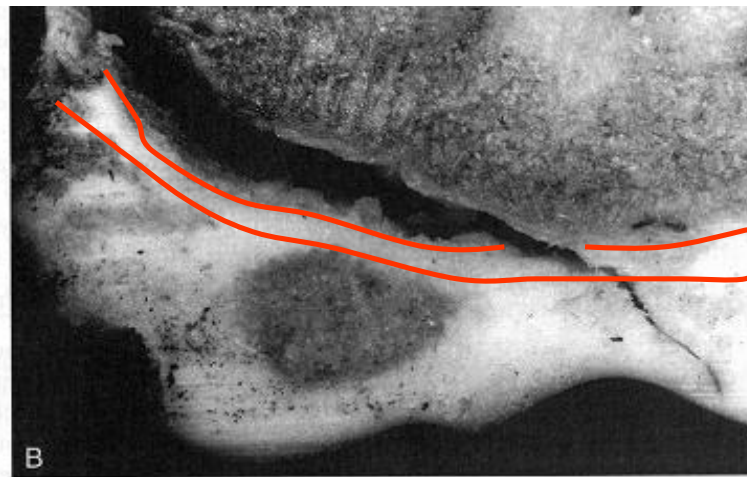


- **Kostní věk** - jeden z mnoha parametrů při posuzování vývoje a růstu dítěte, vedle věku kalendářního a věku mentálního.
- Určuje stupeň vývoje na základě RTG snímku osifikačních jader
- Metoda podle Tannera a Whitehouse – postupně TW1, TW2 a TW3 (2001). Při ní je nutno pořídit RTG snímek levé ruky s mírně roztaženými prsty v předozadní projekci ze 76 cm (30 in), centrováný na 3. metakarp.

- Při narození jsou všechna ossa CARPI chrupavčitá
- Postupná osifikace:



Poranění fýzy



Klasifikace fyzárních poranění podle Saltera a Harrise (1965)



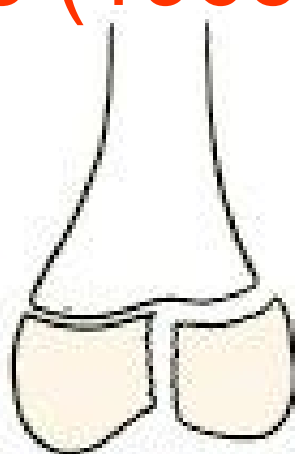
SH 1

Typ 1: čistá separace epifýzy



SH 2

Typ 2: separace epifýzy s metafyzárním trojúhelníkem



SH 3

Typ 3: fraktura epifýzy



SH 4

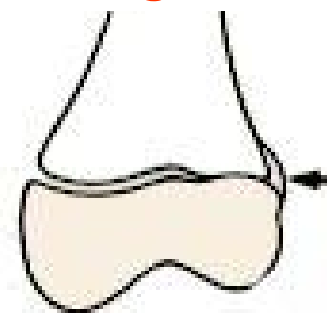
Typ 4: fraktura epifýzy a metafýzy



SH 5

Typ 5: rozdrcení části fýzy

6. typ
M. Rang 1969



SH 6

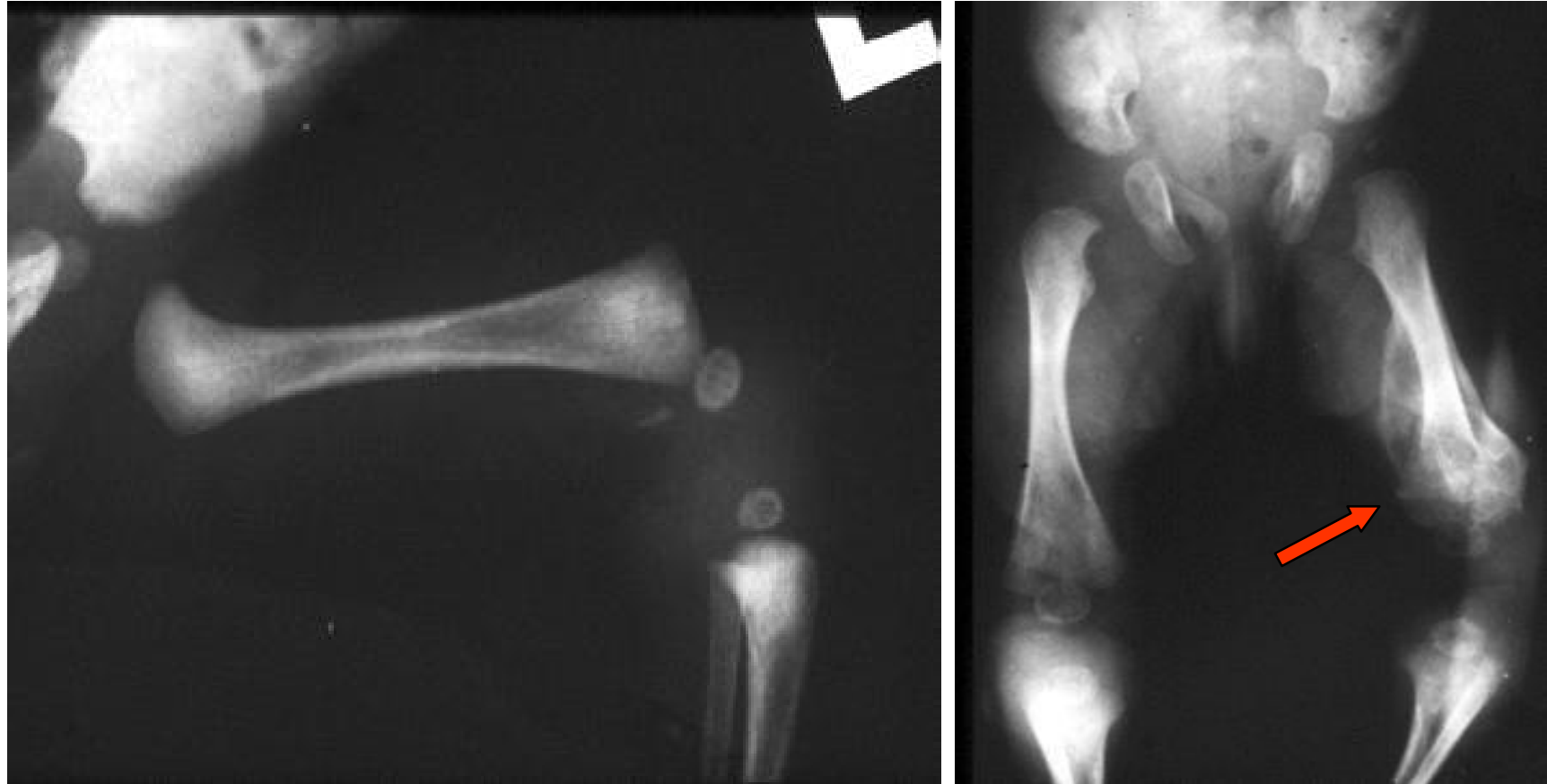
Typ 6: vtržení periferie

Porucha růstu po fyzárním poranění



Novorozenec, porodní trauma: separace distální epifýzy levého femuru

Porucha růstu po fyzárním poranění



Novorozenec, porodní trauma: separace distální epifýzy levého femuru

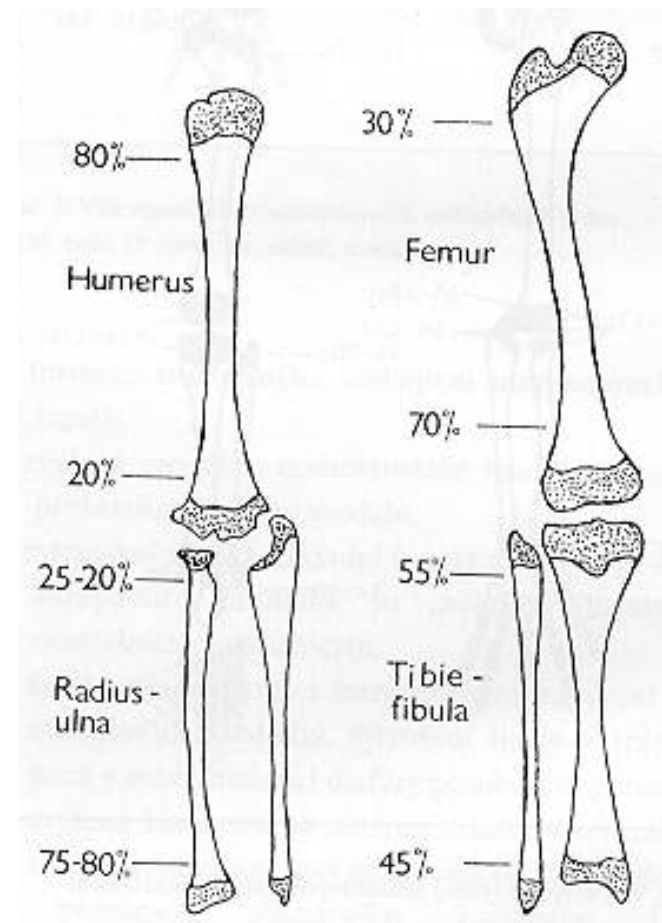
Porucha růstu po fyzárním poranění

výsledkem může být v
dospělosti zkrat končetiny až o
20 cm

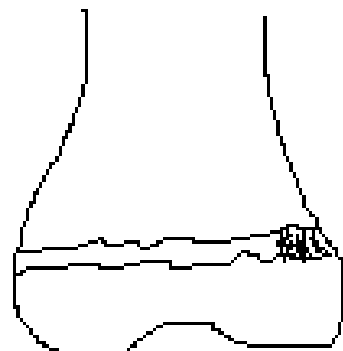


Novorozenec, porodní
trauma:

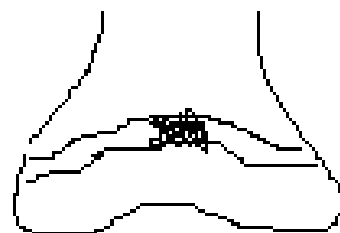
porucha růstu - kostní
můstek



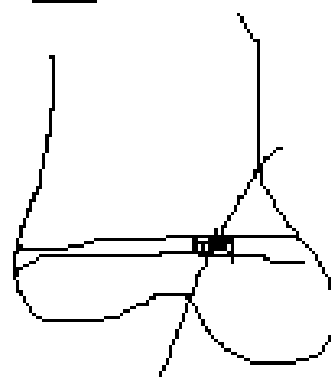
Kostní můstek



1. Brightův typ částečné
zástavy růstu, periferní

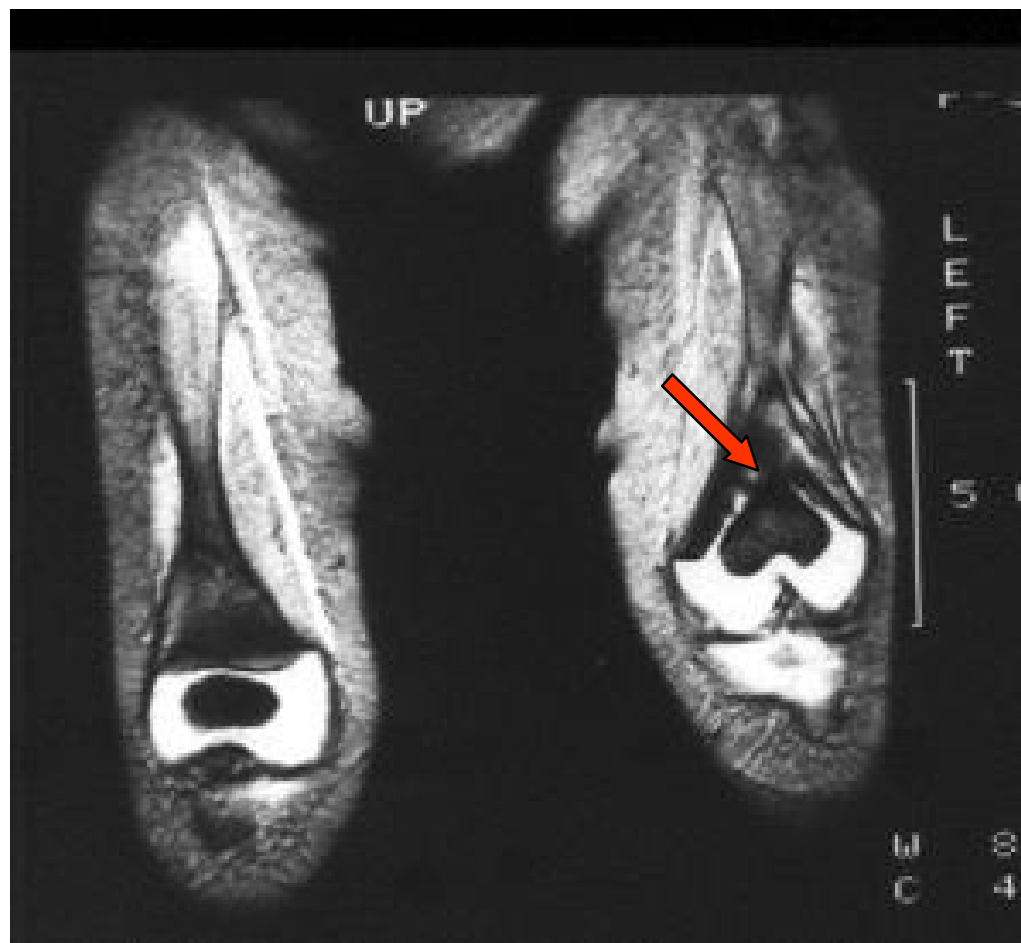


2. Brightův typ částečné
zástavy růstu, centrální



3. Brightův typ částečné
zástavy růstu, smíšený

Porucha růstu po fyzárním poranění



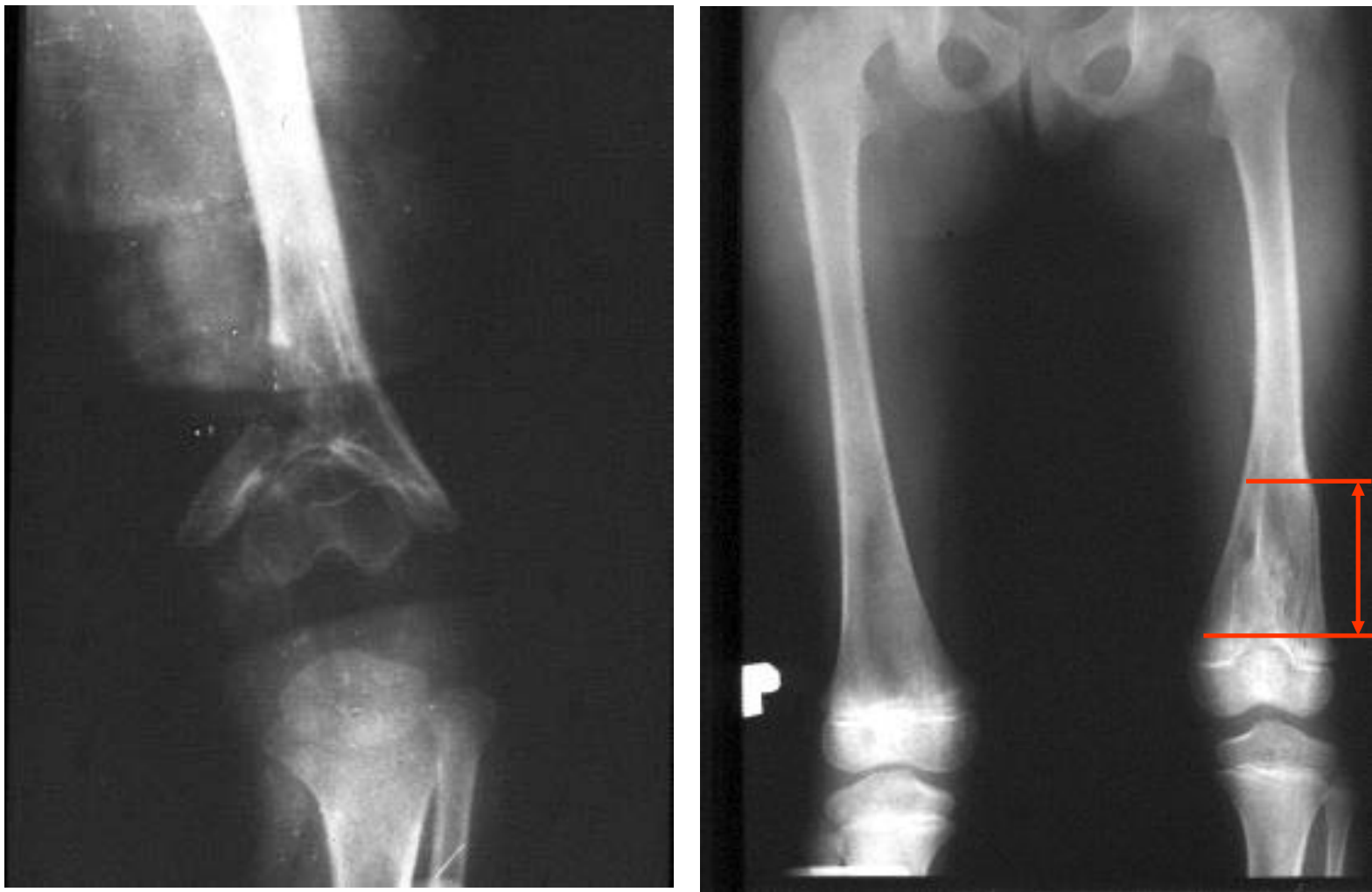
Novorozenec, porodní trauma: porucha růstu - kostní mŕstek

Porucha růstu po fyzárním poranění

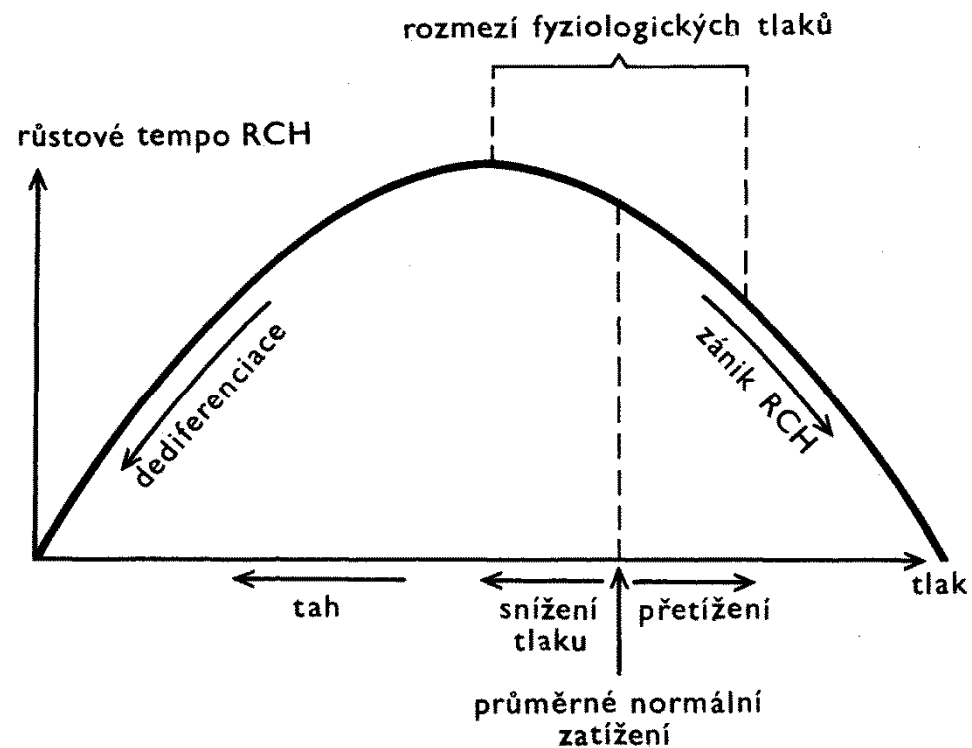
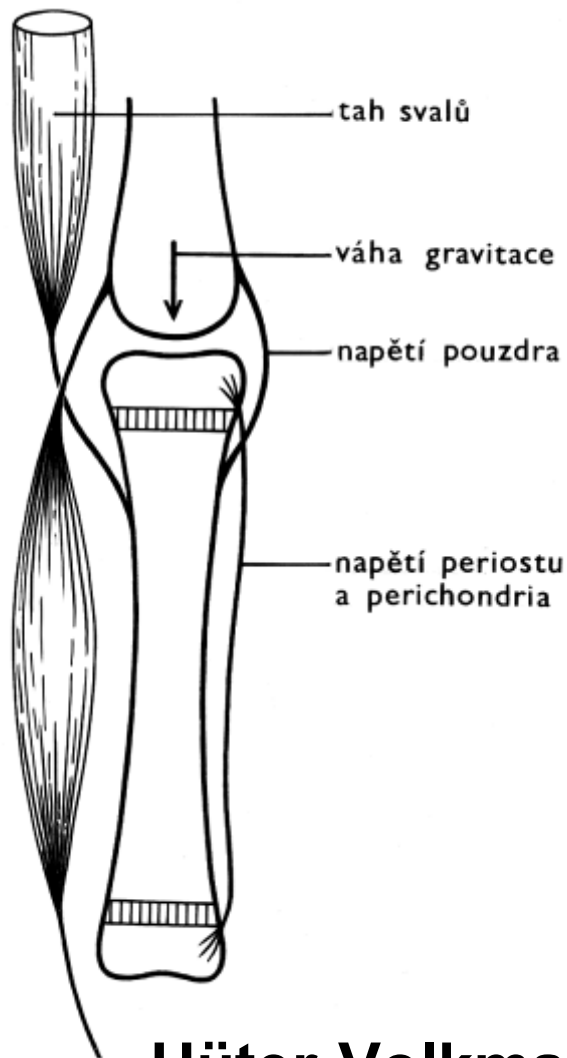


Novorozenec, porodní trauma: operační léčba - resekce můstku a vyplnění defektu indiferentní tkání

Porucha růstu po fyzárním poranění

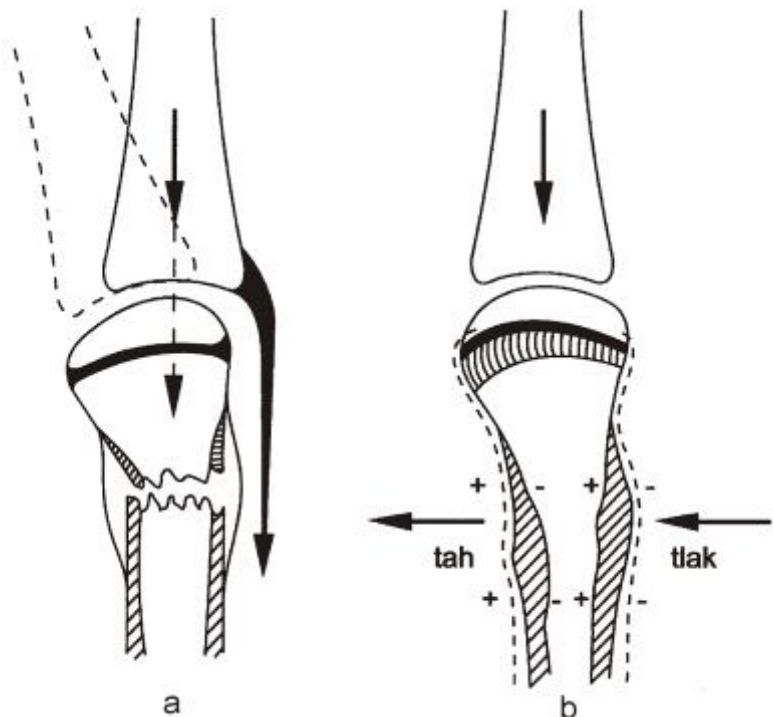


Novorozenec, porodní trauma: výsledek - obnova růstu



Hüter-Volkmanův zákon (1862, 1869)

Zvýšení tlaku vede k omezení růstu kosti do délky, snížení k jeho urychlení



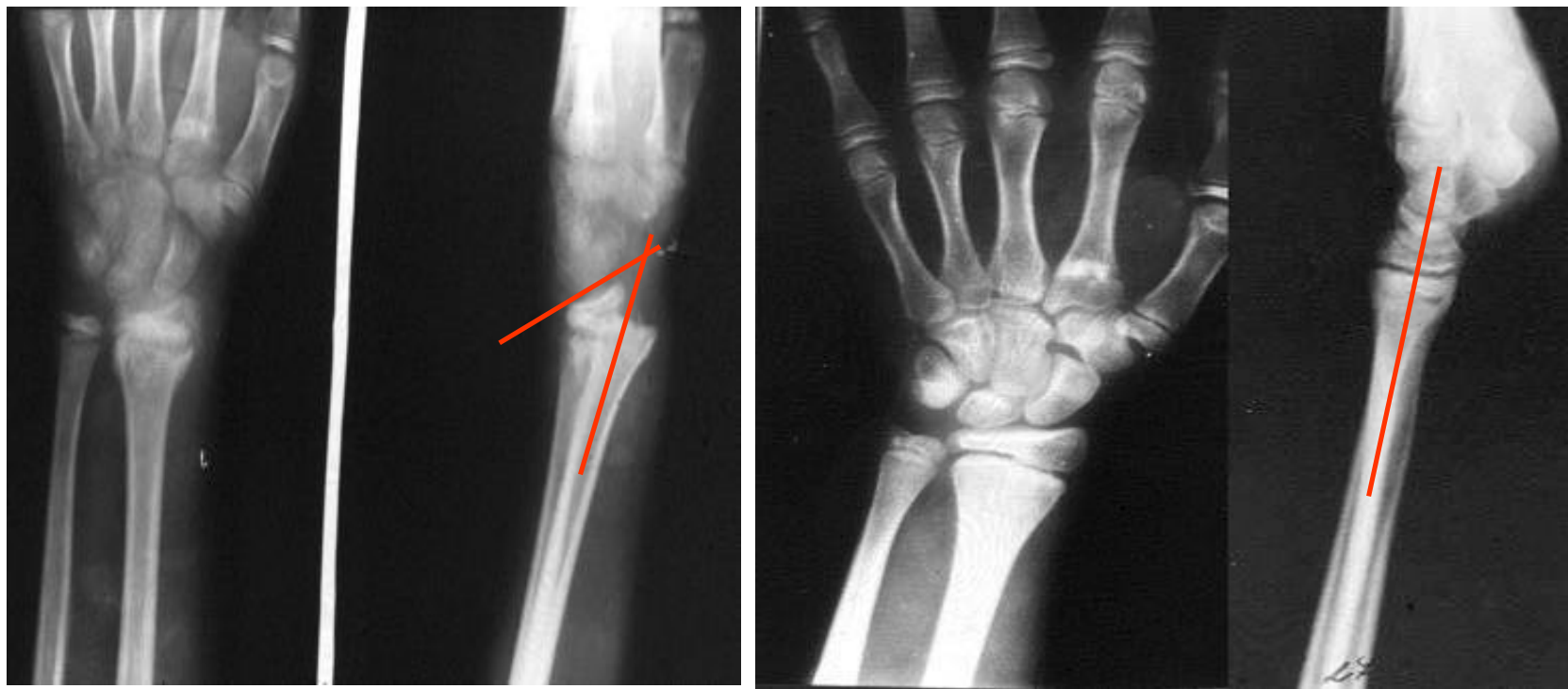
Wolfův transformační zákon (1892)

V důsledku změn funkčních nároků dojde v kosti k přestavbě vnitřní architektoniky a právě tak i druhotně k změně zevního tvaru kosti.

Remodelace po poranění



Schopnost remodelace rostoucího skeletu



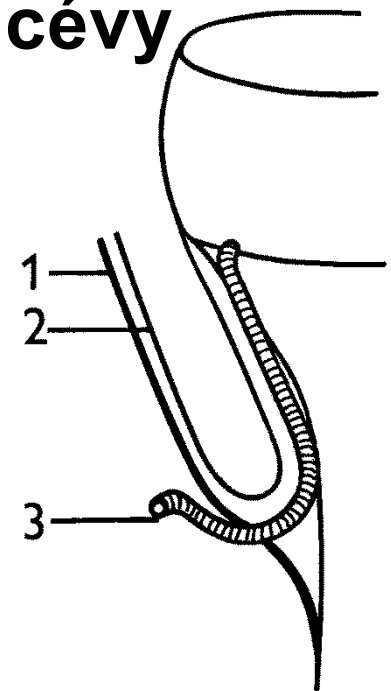
Špatně zhojená separace distální epifýzy radia v dislokaci 45 st. a posunu 1 cm: kompletní remodelace do 1 roku

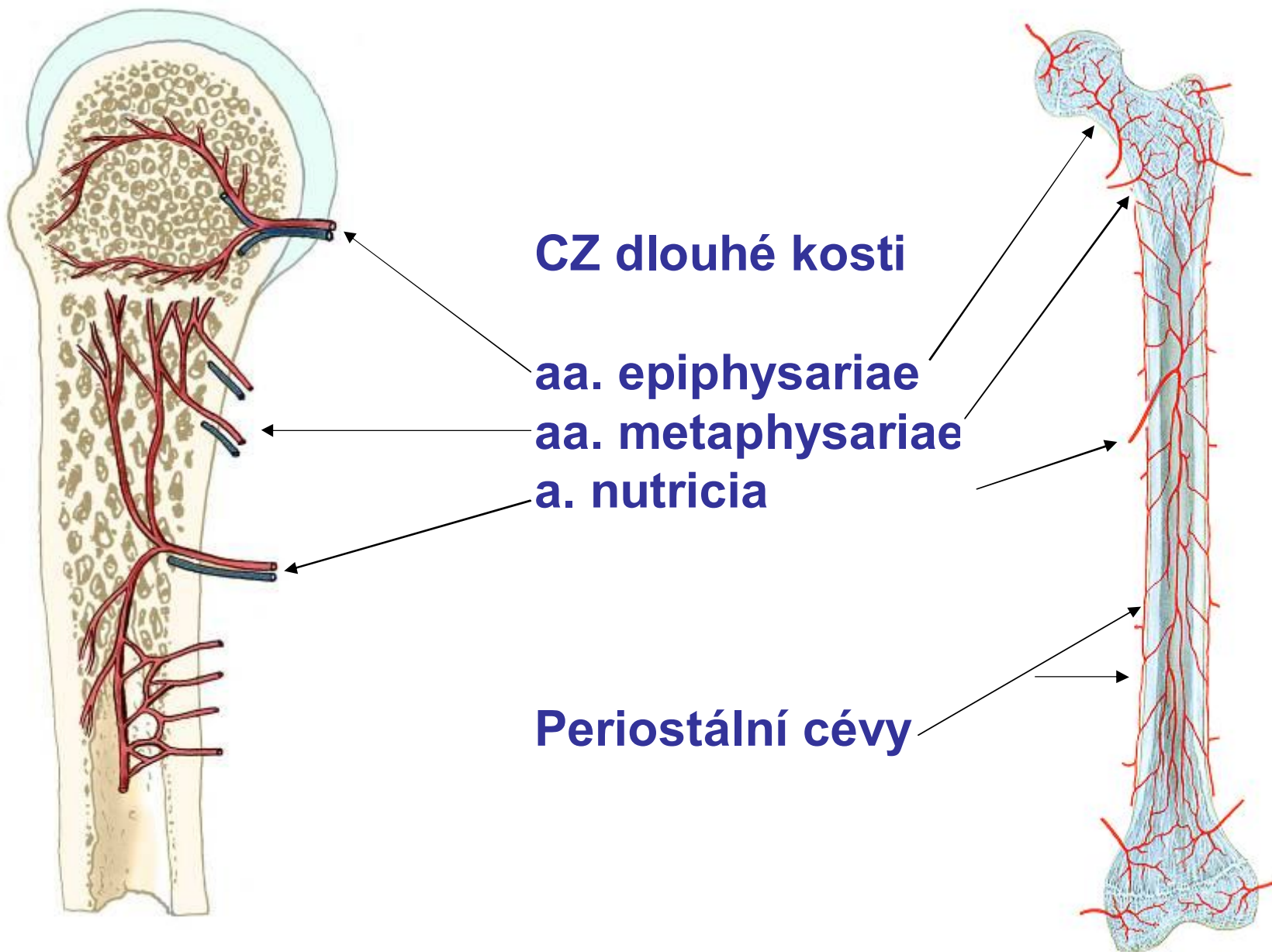
Chondrodystrophie



Epifýzy dle vztahu ke k kloubnímu pouzdru
typ A, intraartikulární epifýzy - epifýza proximálního femuru a proximálního radia, jsou uložené celé nitrokloubně takže i jejich cévy musí procházet kloubním pouzdem.

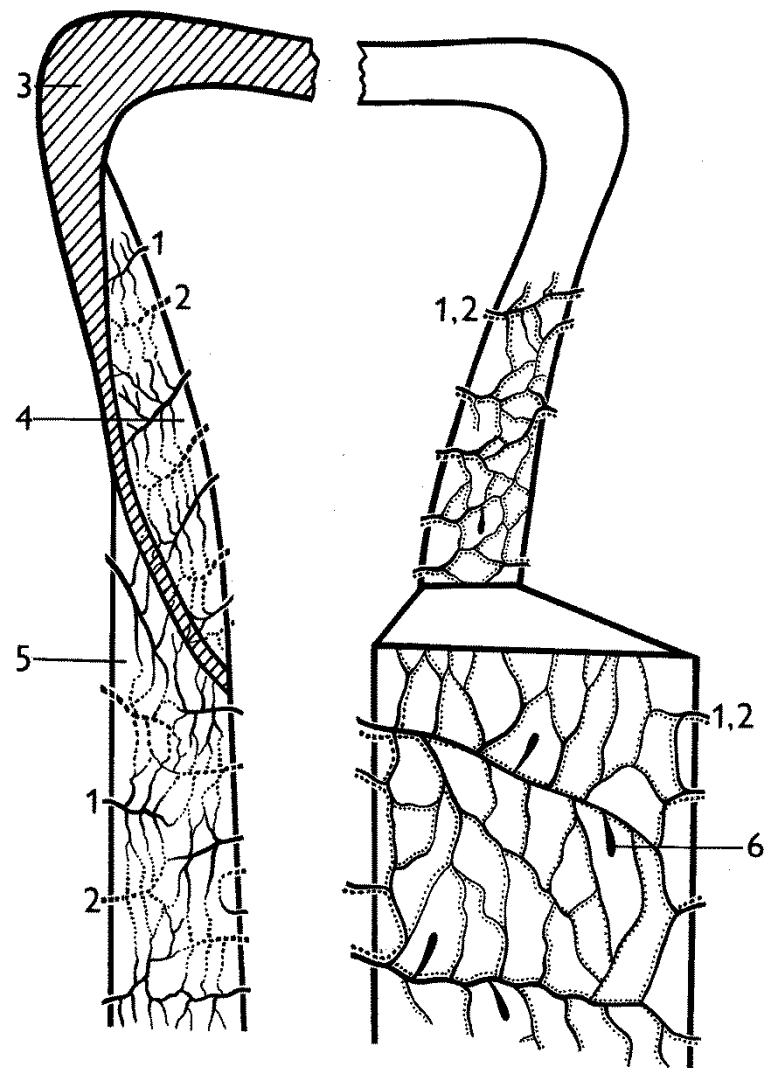
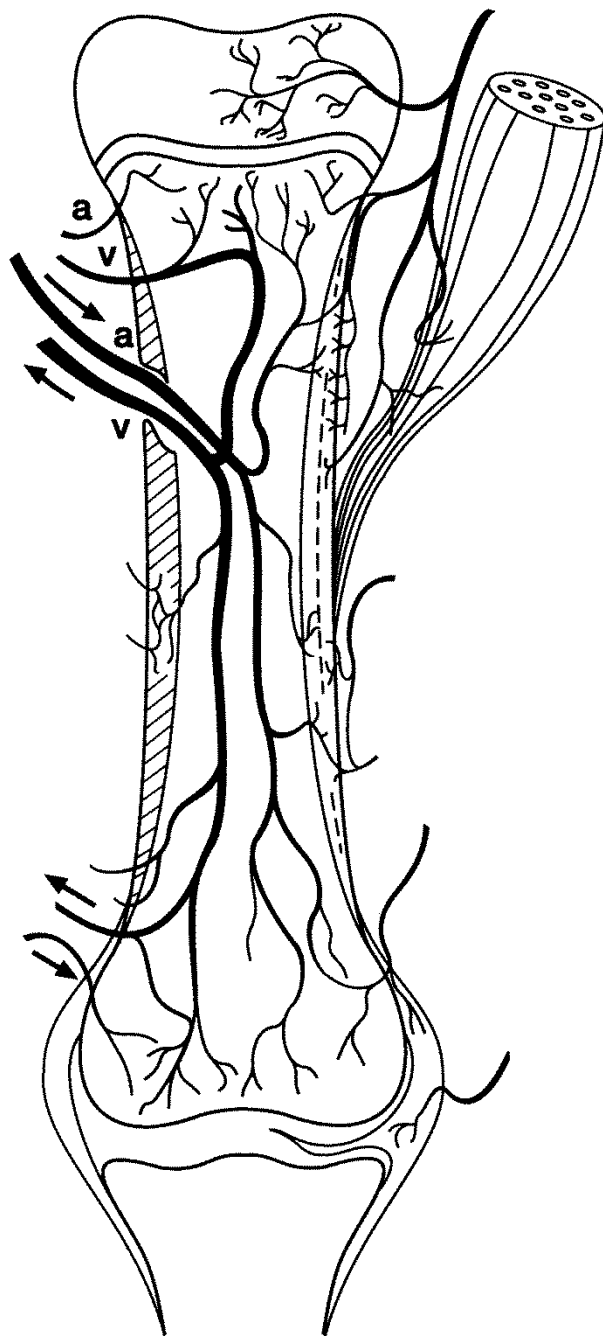
Typ B, extraartikulární - ostatní epifýzy, cévy do nich vstupují přímo, mimo kloubní pouzdro.





**Rostoucí
kost**

**Dospělá
kost**



**Rozdíl cévního zásobení
prehaverské a haverské kosti**

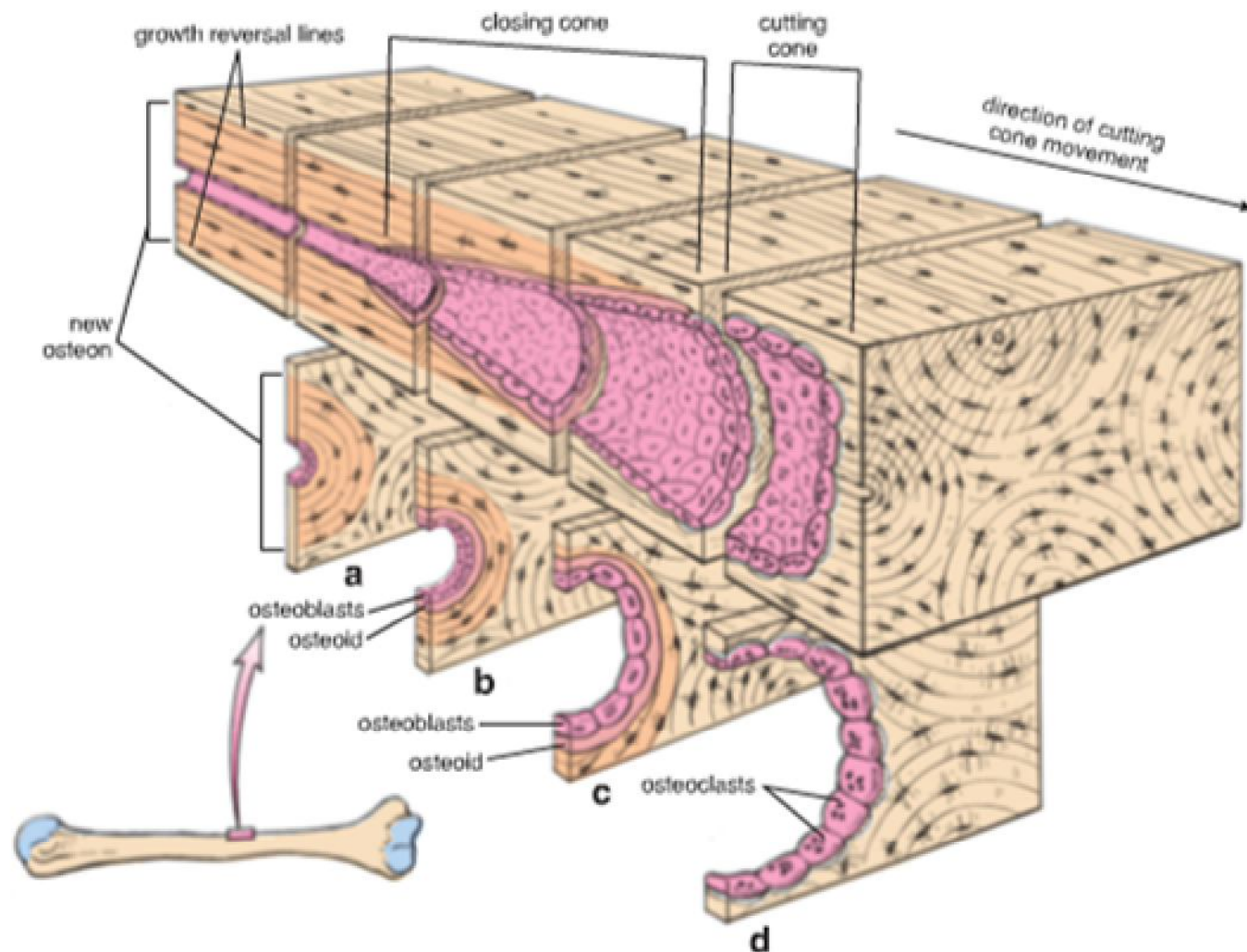
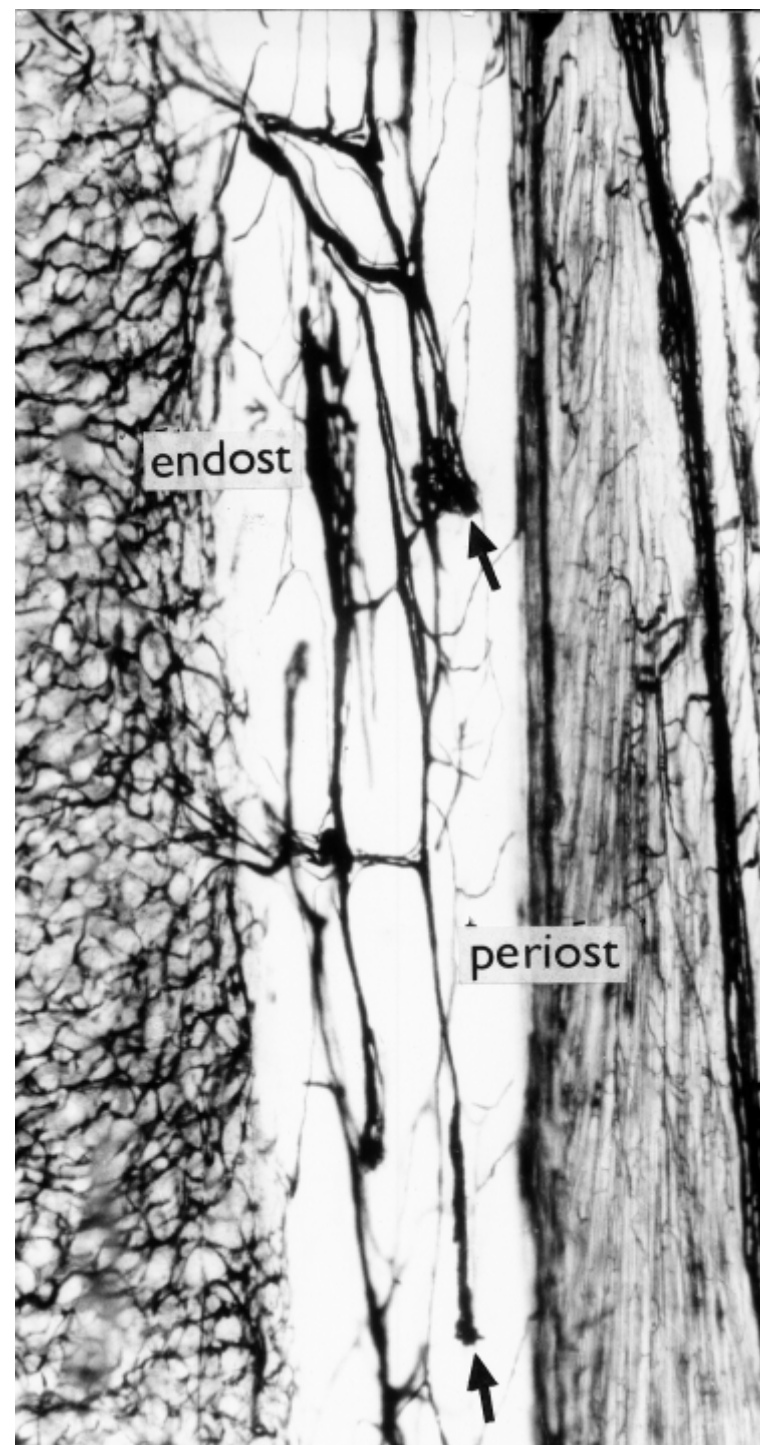
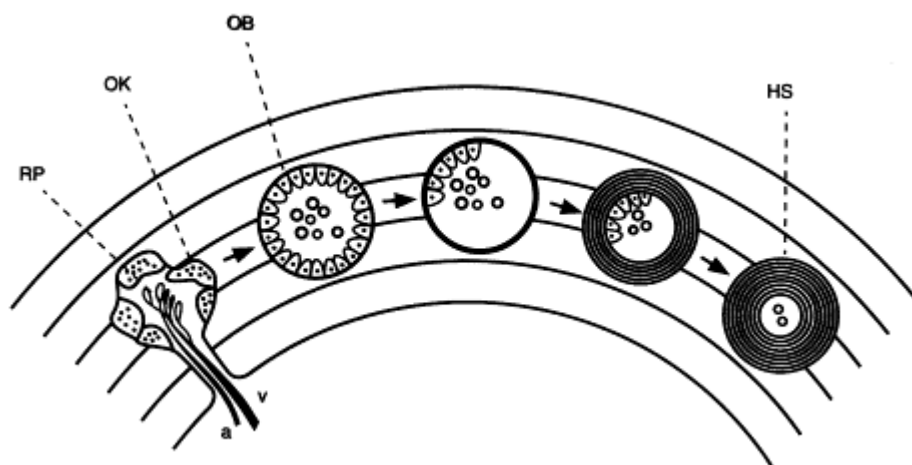


FIGURE 8.21 • Diagram of a bone-remodeling unit. A bone-remodeling unit consists of an advancing cutting cone and a closing cone. The cutting cone formed by osteoclasts is responsible for boring the tunnel or resorption cavity through the compact bone. Its action is initiated within the Haversian canal at the left of the diagram (in the area corresponding to section **a**). The cutting cone moves along the Haversian canal, in the direction indicated by the arrow, to the area corresponding to section **d**. Section **d** shows the cross section through the cutting cone. The resorption cavity is the site where the future osteon is formed by the action of the closing cone, which consists of osteoblasts. These cells begin to deposit the osteoid on the walls of the canal in successive lamellae. Gradual formation of the new bone fills the resorption cavity. Note the deposition of the osteoid deep to the osteoblasts seen in sections **b** and **c**. As successive lamellae of bone are deposited, the canal ultimately attains the relatively narrow diameter of the mature Haversian canal, like that shown in section **a**. The growth-reversal line that appears at the outer limits of a newly formed osteon represents a border between the resorption activity of the cutting cone and the bony matrix not remodeled by this activity.

Cévní změny při přestavbě kosti



Obecná arthrologie

Spojení plynulé pojivovou tkání

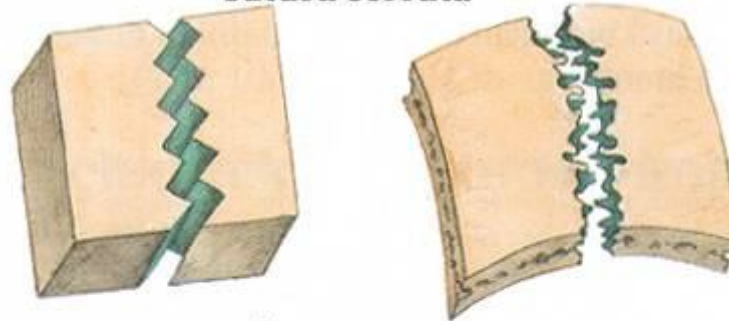
Vazivem – syndesmosis, sutura, gomphosis

Chrupavkou – synchondrosis, symphysis

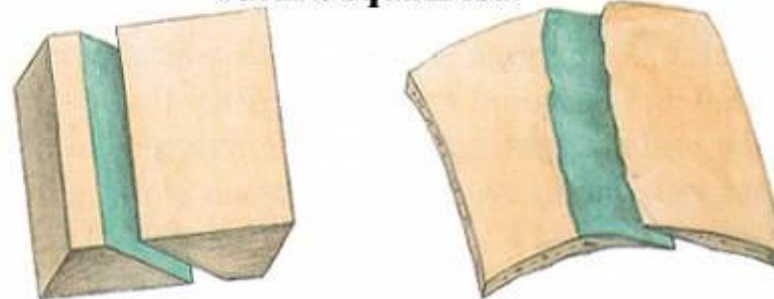
Kostí – synostosis

Spojení na dotyk – ariculatio synovialis -
kloub

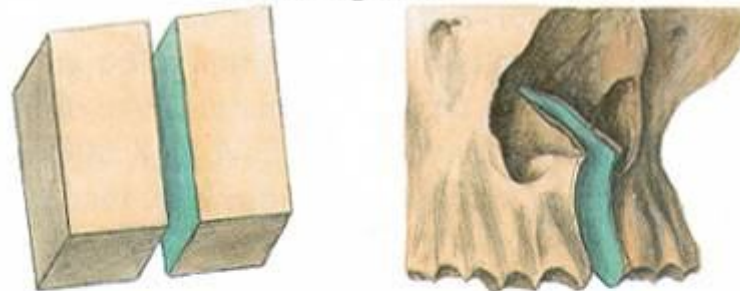
sutura serrata



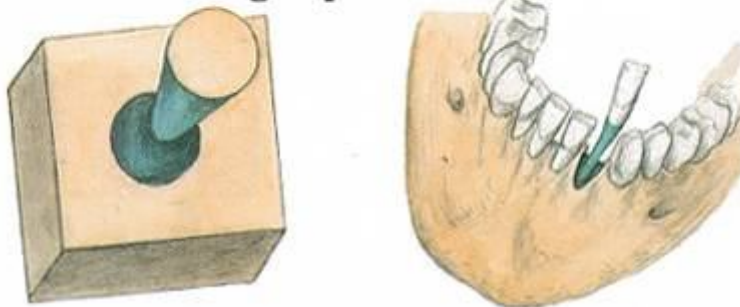
sutura squamosa



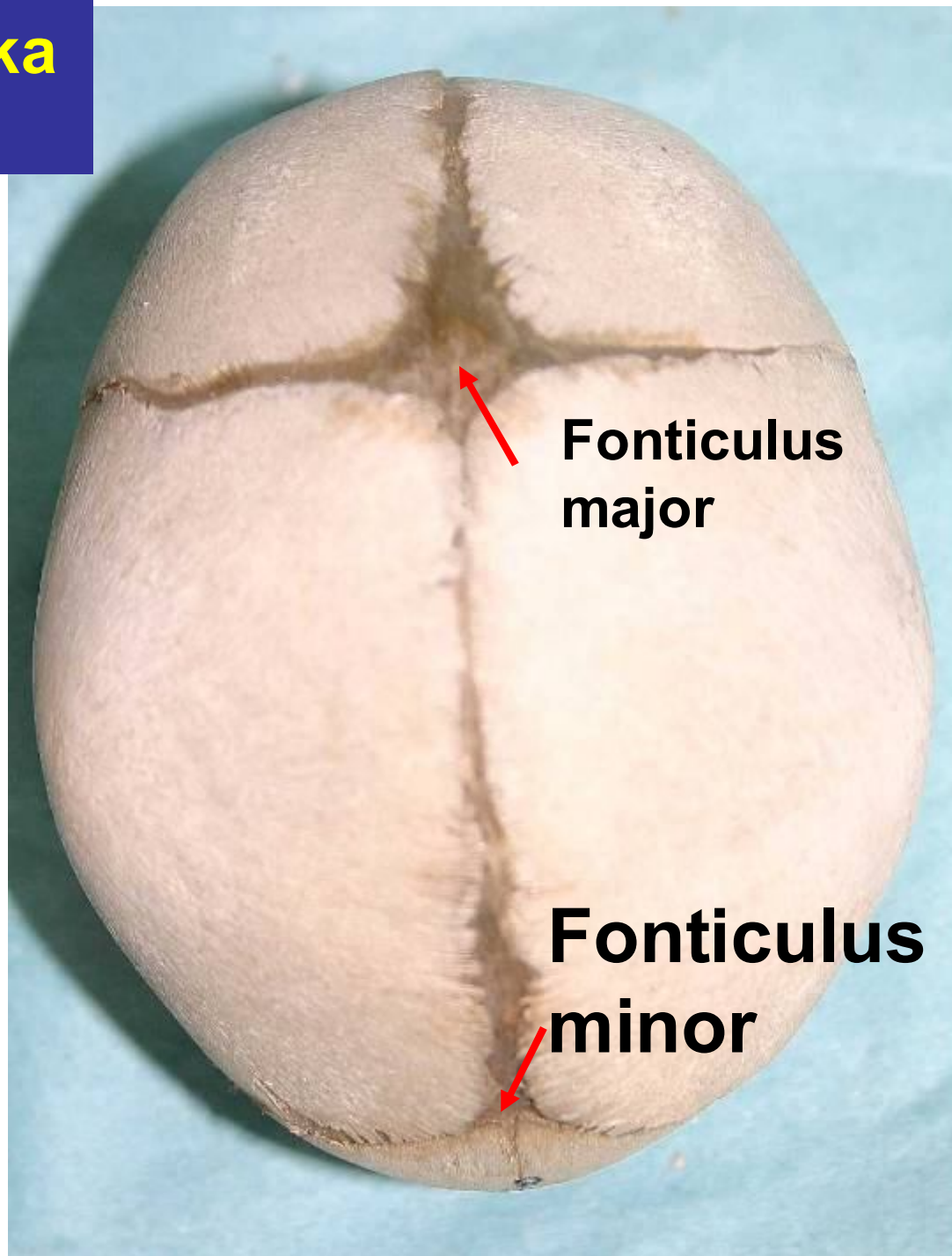
sutura plana



gomphosis



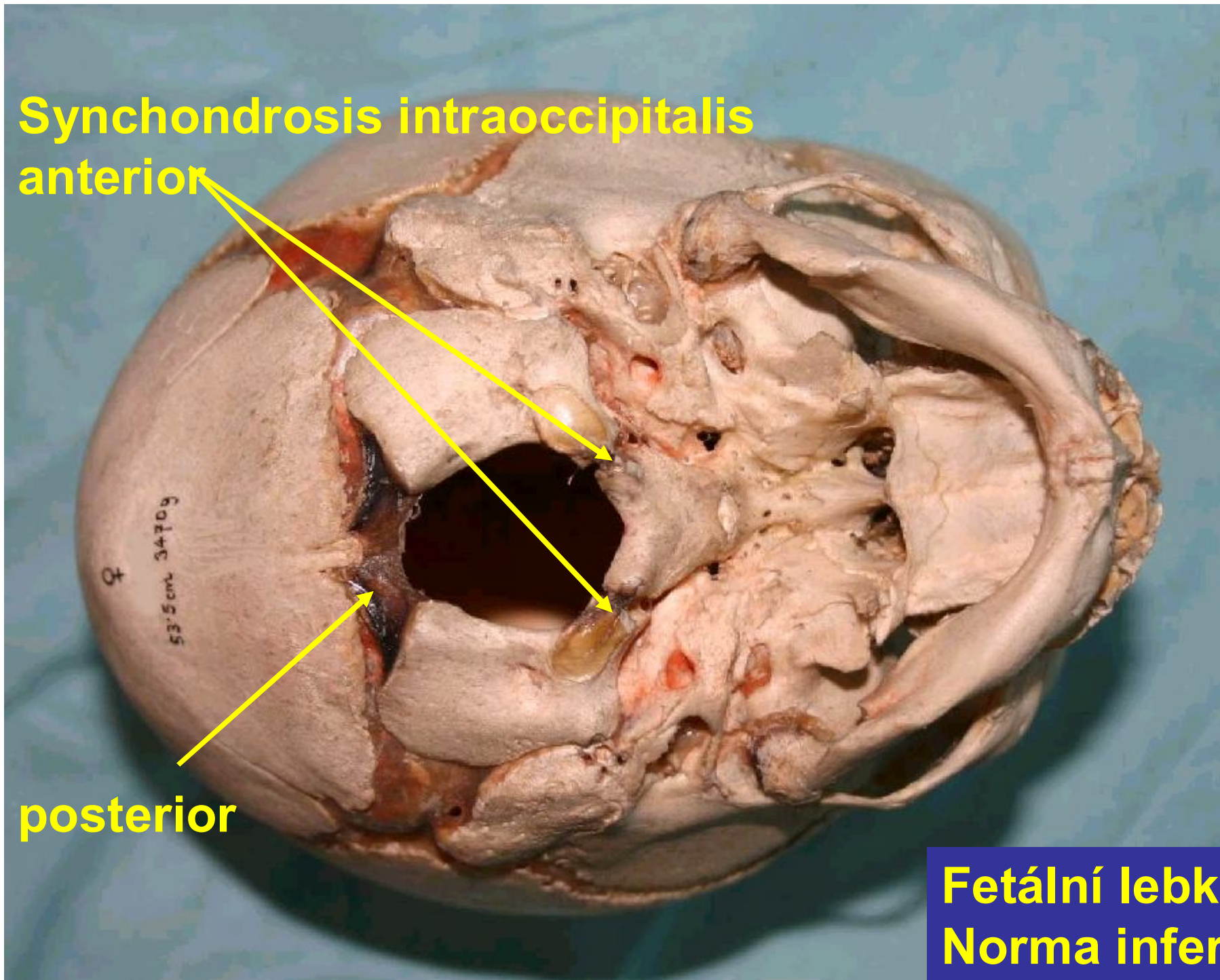
Fetální lebka Calva

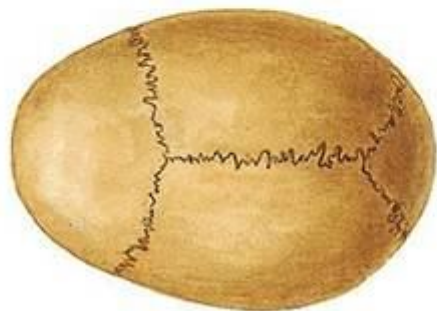


**Synchondrosis intraoccipitalis
anterior**

posterior

**Fetální lebka
Norma inferior**

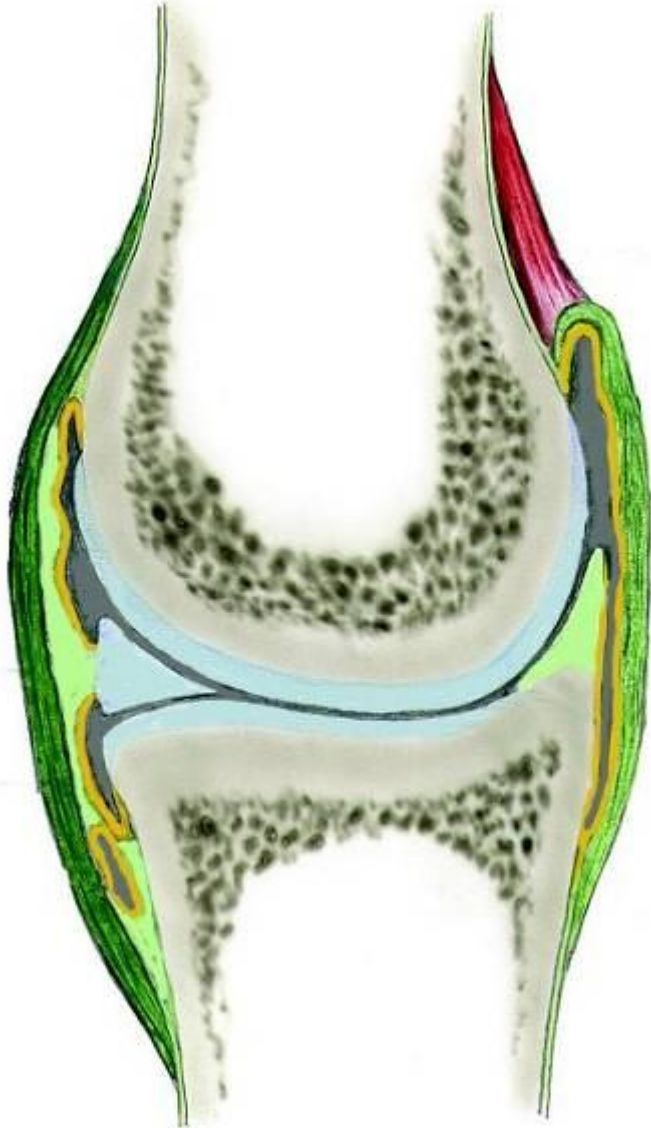
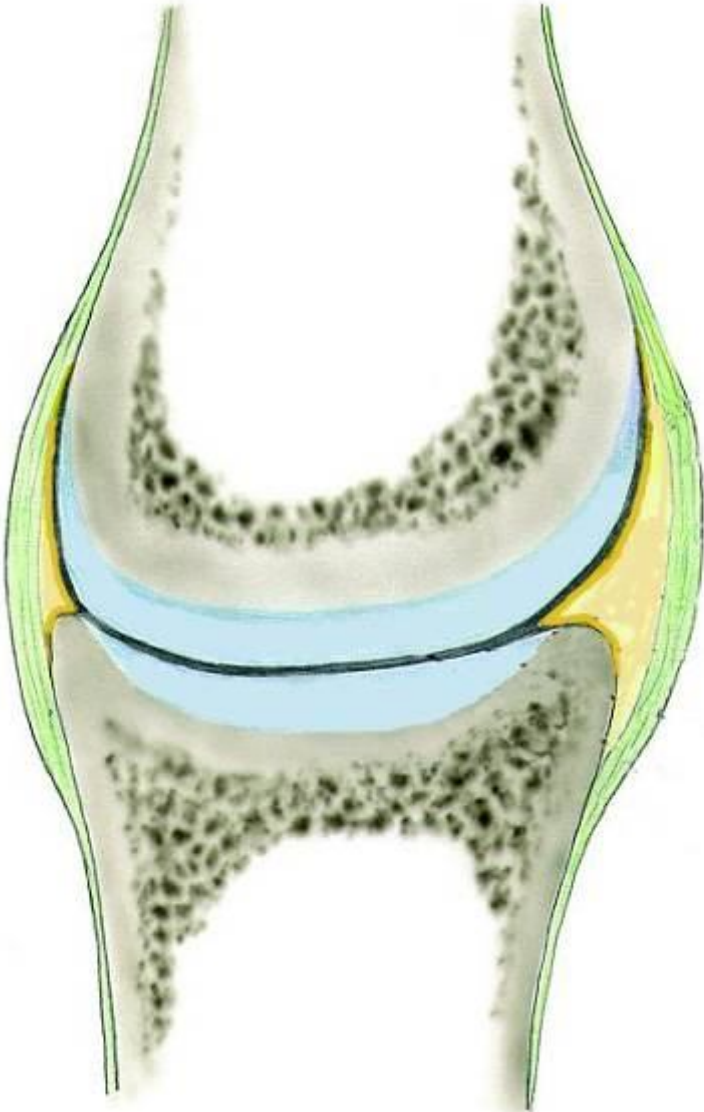




Spojení volné na dotyk

articulatio synovialis - kloub

**Kloubní plochy,
pouzdro – fibrovní a synoviální
Dutina kloubní
Pomocná zařízení
labrum, disci et menisci,
ligamenta, bursae synoviales,
musculi articulares**



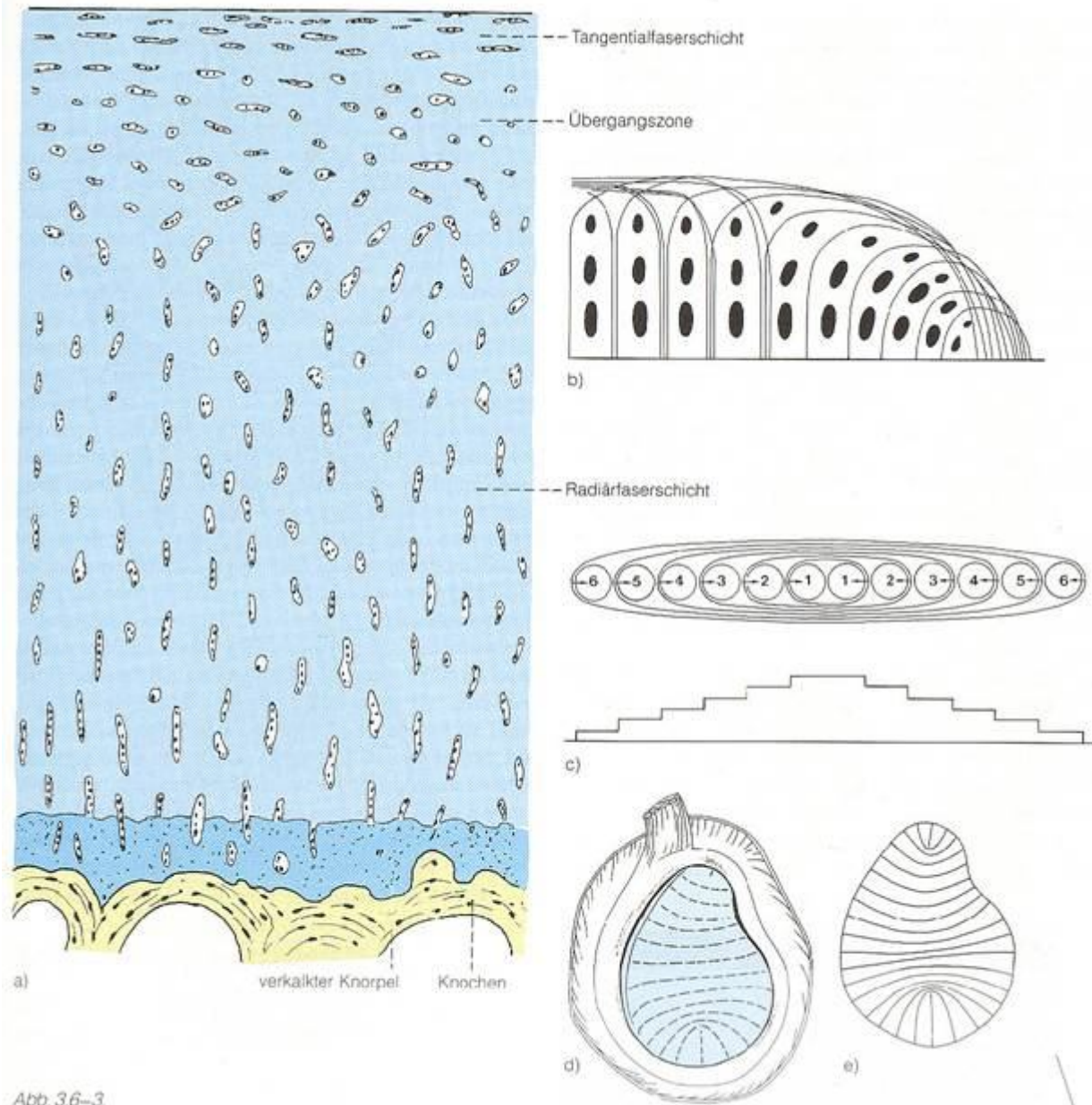
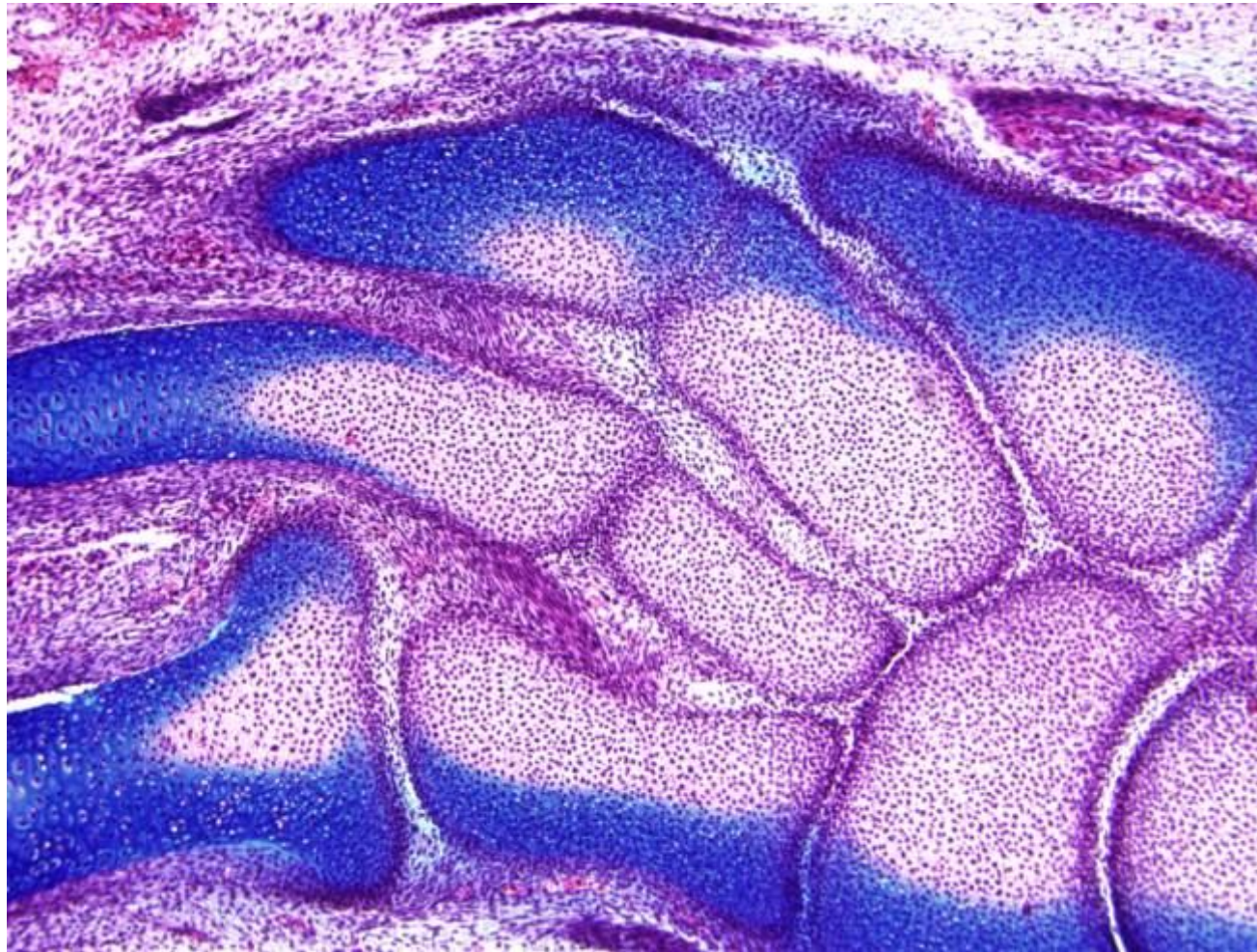


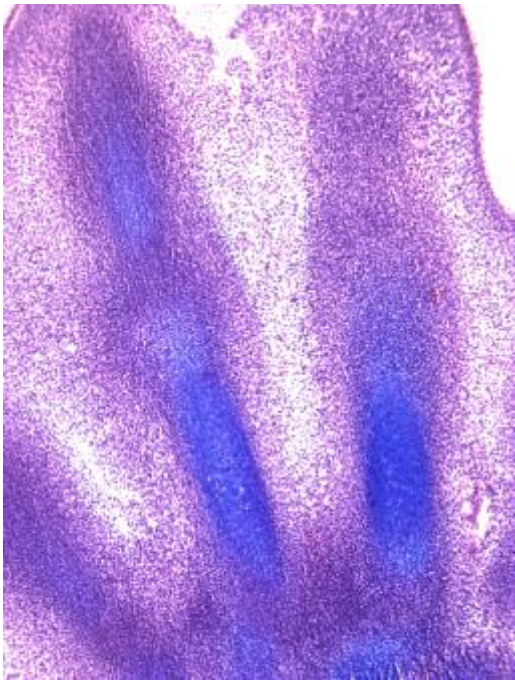
Abb. 3.6-3.
a) Senkrecht zur Oberfläche geführter Schnitt durch den Gelenknorpel des Tibiskopfes. Man beachte Gestalt und Anord-

Cévní a nervové zásobení kloubu

- krevní cévy: rete articulare z okolních tepen, kapiláry těsně k povrchu
- mízní cévy: slepé začátky hlouběji v pouzdře
- nervy:
 - dostředivá senzitivní vlákna
 - informace o poloze kloubu, směru a stupni pohybu, úhlové rychlosti pohybu, stupni napětí pouzdra a vazů (= **polohocit** = **propriocepce**)
 - informace o bolesti a tlaku
 - odstředivá autonomní vlákna (regulace průsvitu cév)

Vývoj kloubů

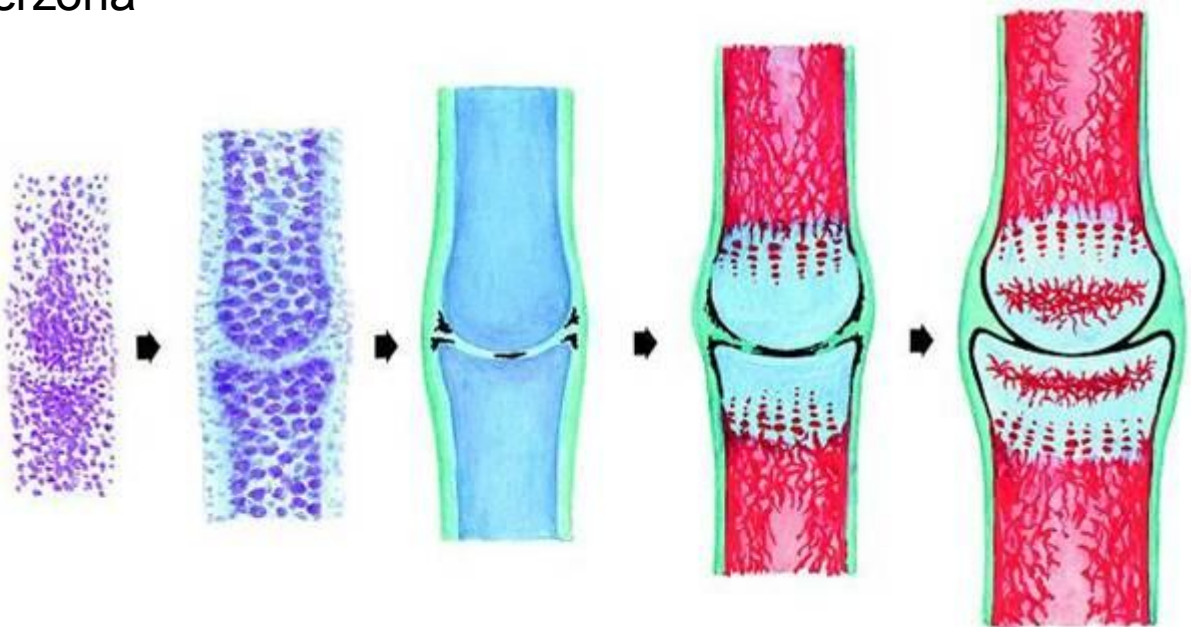
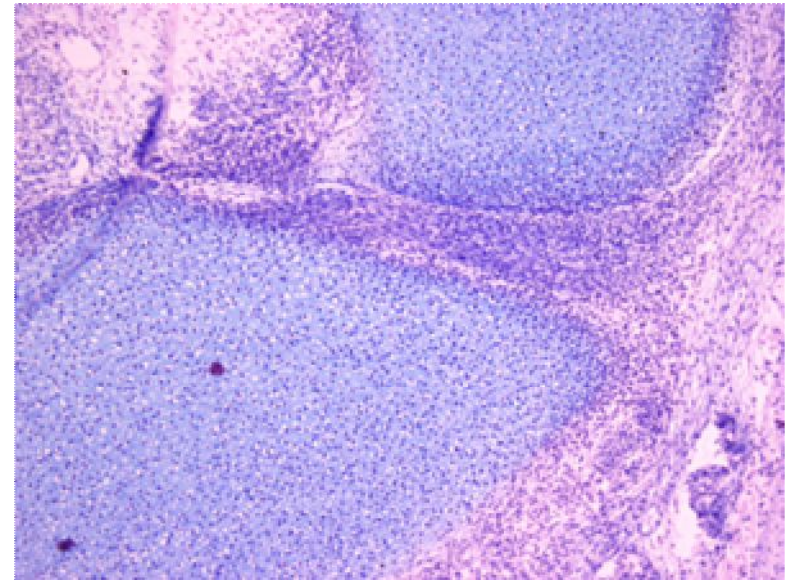




Prochondrál ní
blastém



interzona



za induktivní signál je považována molekula WNT14.

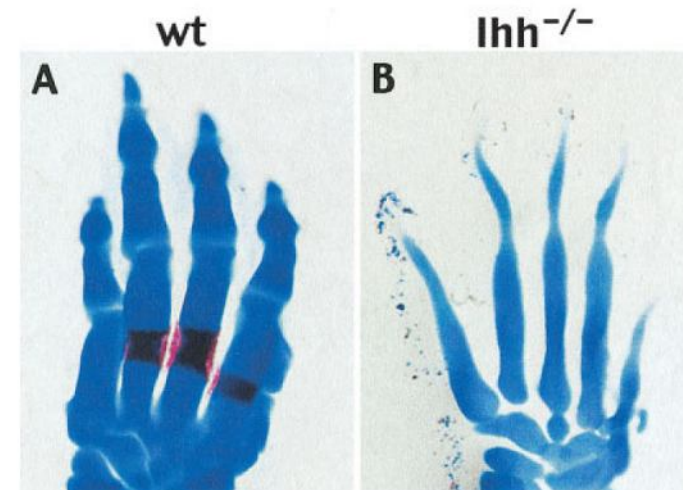
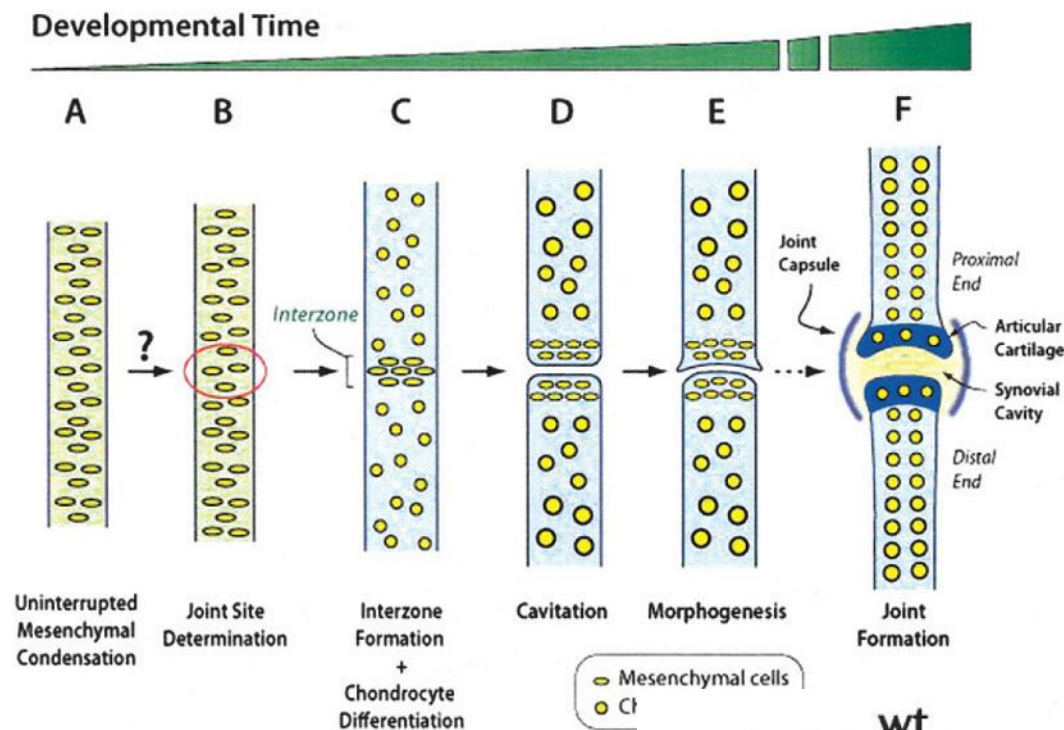


Figure 2. Anatomical examination of forelimb autopods from E17.5 wild-type and *Ihh*-null mouse embryos. Specimens were stained with alcian blue and alizarin red to reveal cartilaginous and bone structures. **A:** Wild-type digits. Note that they are interrupted at each joint site by weakly-staining interzone tissue and contain alizarin red-positive bone tissue at each diaphysis. **B:** *Ihh*-null digits. Note that they stain uniformly with alcian blue and are seemingly uninterrupted.

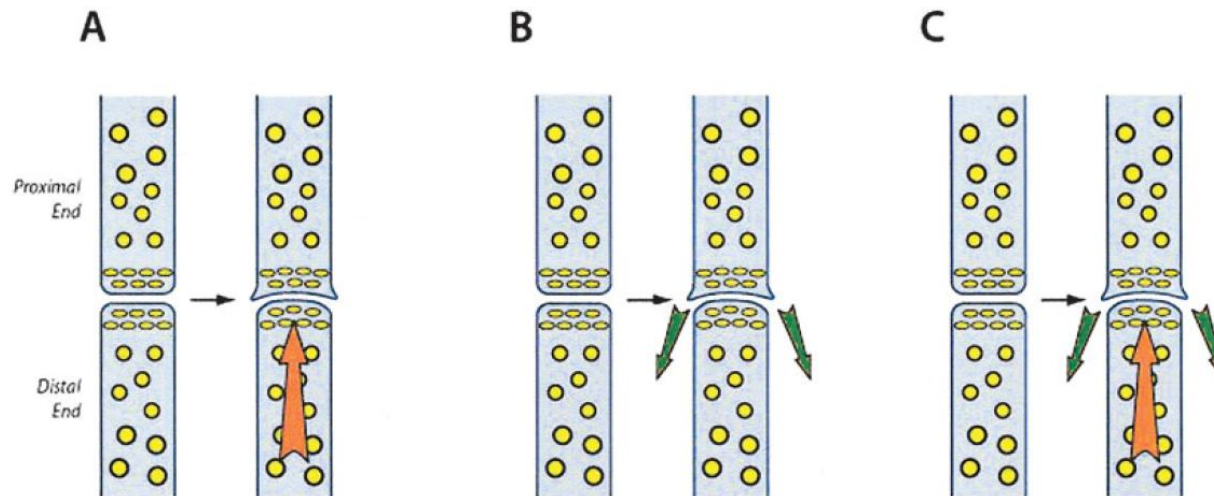


Figure 3. Scheme depicting three possible mechanisms for joint morphogenesis. **A:** Preferential GDF-5-driven chondrogenic growth and differentiation on the distal end of a phalangeal element would allow that side to acquire a convex configuration and protrude into the adjacent proximal side, forcing it to acquire a reciprocal concave shape. **B:** Active cell proliferation at the periphery would allow the proximal end to preferentially grow “downward,” wrap itself around the distal side, and acquire a concave shape. **C:** The two above mechanisms would occur simultaneously, and the two sides of the joints would both actively participate in the molding of the incipient joint.

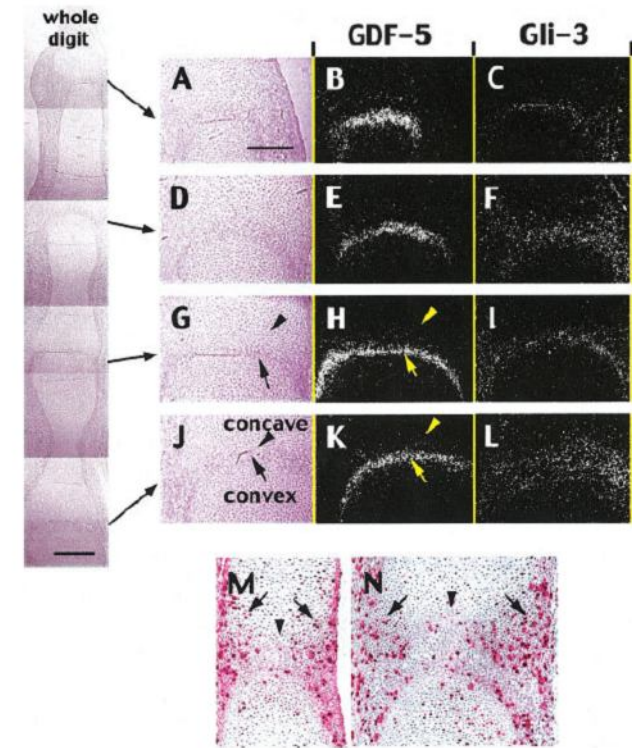
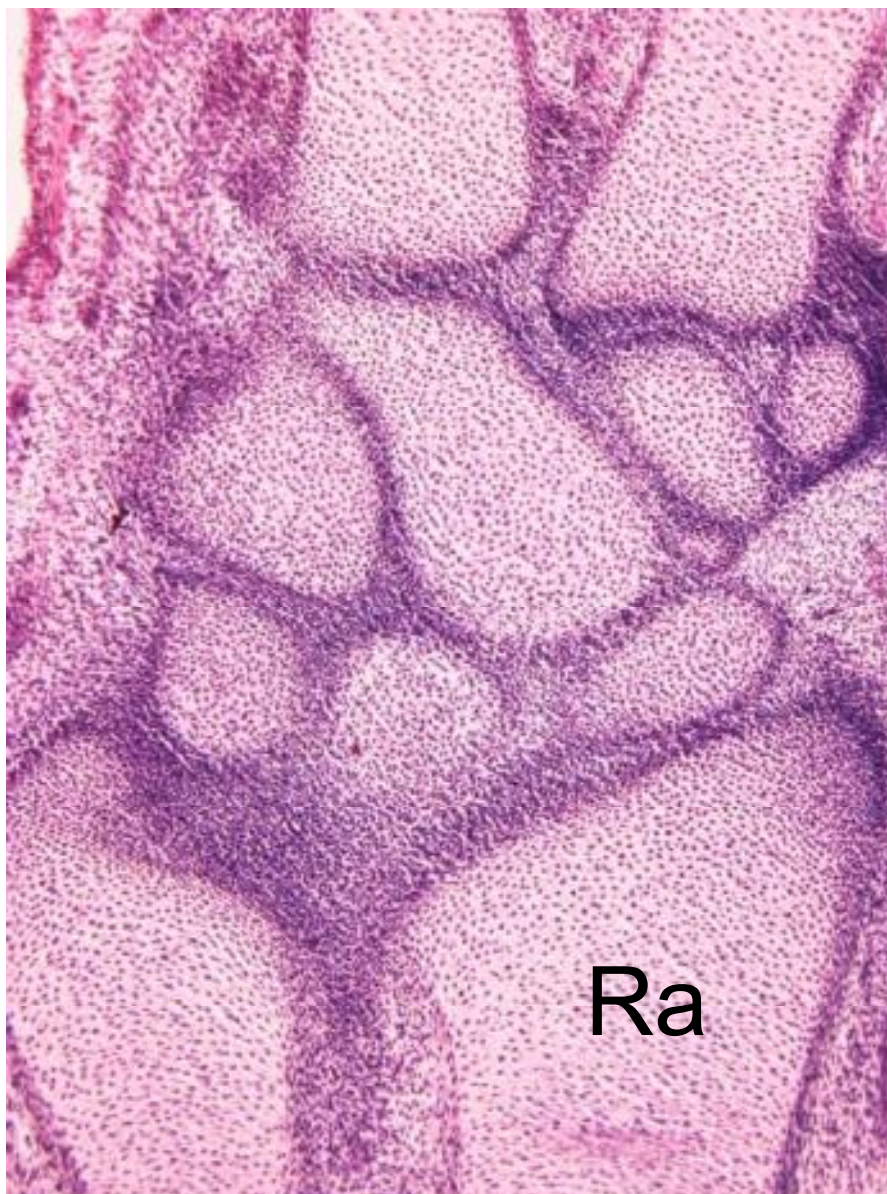


Figure 4. Histological and in situ hybridization analysis of developing chick embryo phalangeal joints. Micrograph on the left depicts the entire third digit from a Day 9.5 chick embryo, with the tip of the digit at the top of the figure. **A–C:** Most distal and developmentally youngest joint in which the interzone is rod-shaped and oriented perpendicularly to the long axis of the digit, and in which GDF-5 and Gli-3 transcripts are uniformly distributed. **D–L:** More proximal and increasingly older joints in which the interzone displays an increasing degree of curvature, eventually leading to clear convex and concave sides. Increasing curvature is accompanied by a shift in the GDF-5 gene expression pattern, such that the transcripts remain abundant on the convex side (arrow in G–H and J–K) but are much reduced and almost undetectable on the concave side (arrowheads in G–H and J–K). Note that the shift in GDF-5 gene expression is specific, since Gli-3 transcripts characterize both sides of every interzone and joint (C, F, I, and L). **M, N:** Histochemical detection of BrdU-labeled proliferating cells; note that proliferating cells are particularly abundant in the peripheral portion of developing joints (arrows) and fewer in number in the central portion (arrowhead).



Postupné otevírání kloubních štěrbin

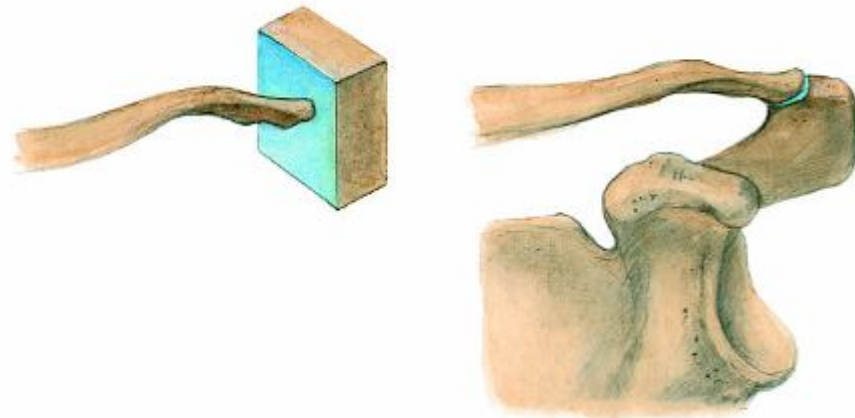
Typy kloubů

- podle počtu prvků:
 - jednoduché /art. simplices/ - 2 kosti
 - složené /art. compositae/ - více než 2 kosti, 2 kosti + discus nebo meniscus
- podle rozsahu pohybu
 - tuhé /amphiarthrosis/
 - více pohyblivé – ostatní
- podle tvaru styčných ploch

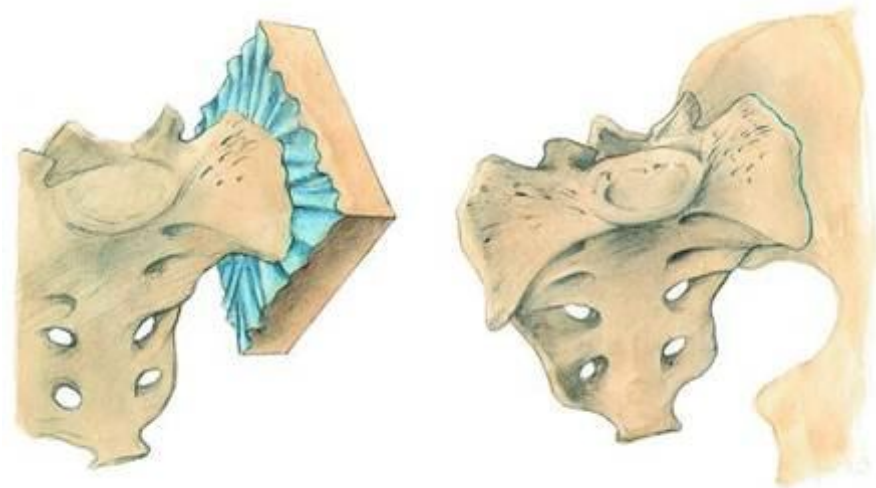
Rozdělení kloubů podle tvaru styčných ploch

Art. plana /plochý, plane joint/		Art. acromioclavicularis, sacroiliaca, intermetatarsales, zygapophysiales
Art. cylindrica	Ginglymus /válcovitý, hinge joint/ <i>patří sem i kladkový kloub</i>	Art. interphalangeae proximales et distales, humero-ulnaris, subtalaris
	A. trochoidea /kolový, pivot joint/	Art. radioulnaris proximalis et distalis, atlantoaxialis mediana
Art. bicondylaris /dvojhrbolový/		Art. genus, temporomandibularis
Art. sellaris /sedlovitý, saddle joint/		Art. carpometacarpalis pollicis
Art. ellipsoidea /elipsovitý/		Art. radiocarpalis, metacarpophalangeae, atlantooccipitalis
Art. spherioidea /kulovitý, ball-and-socket joint/	kulovitý volný	Art. humeri, humeroradialis, sternoclavicularis
	kulovitý omezený	Art. coxae

Kloub plochý – AC skloubení
Kývavé pohyby a posuny, vloženy
disky

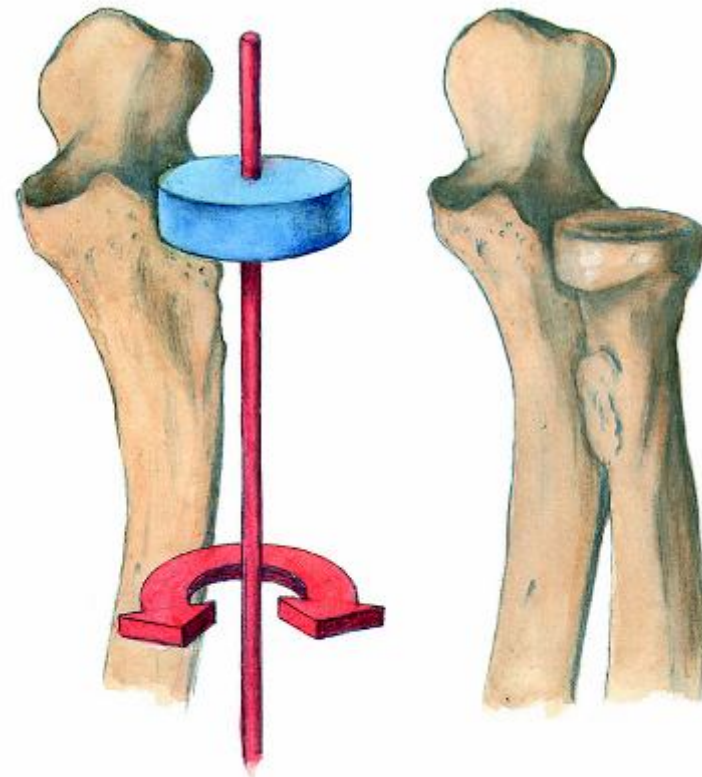


Kloub tuhý – SI skloubení
Nepravidelné plochy, pohyby
minimální



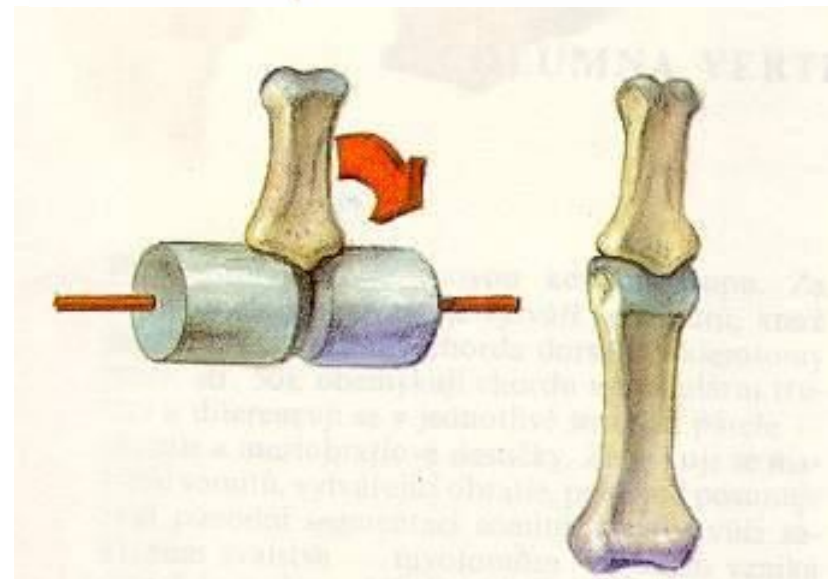
Kloub kolový

R-U skloubení



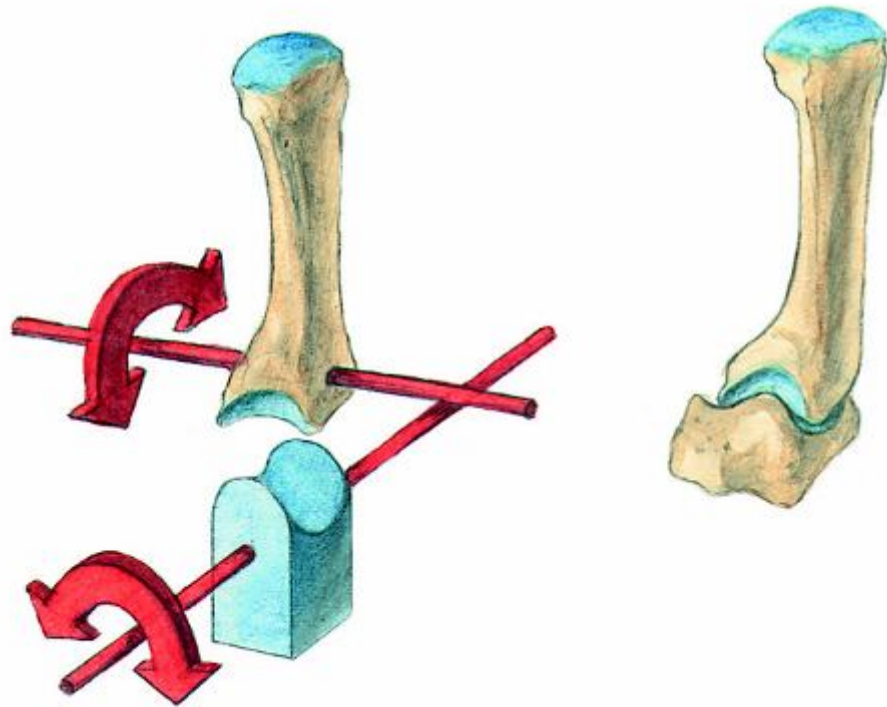
Kloub kladkový

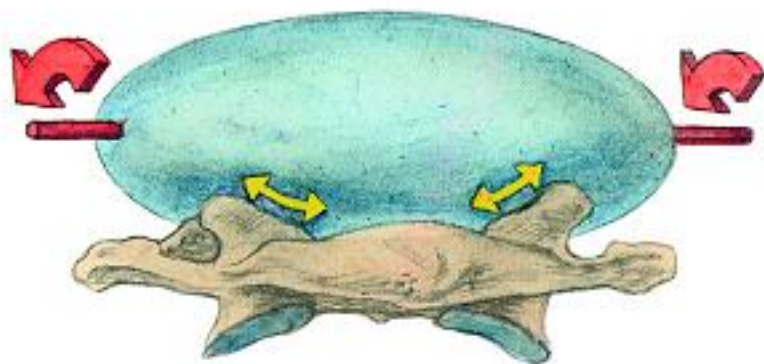
IP klouby



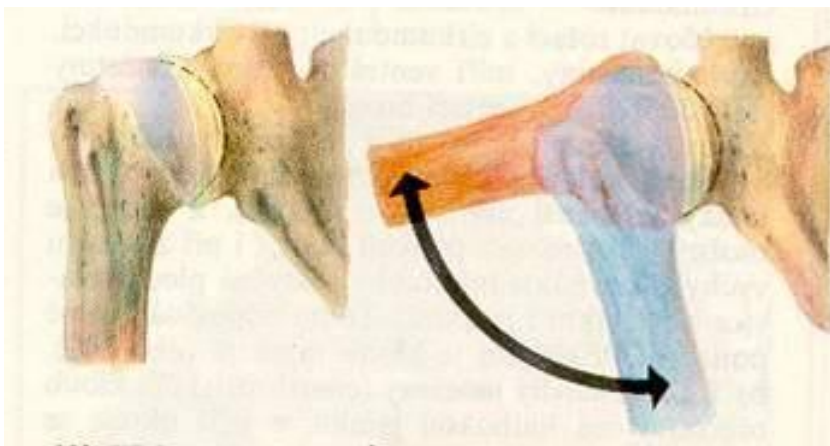
Kloub sedlový – Art . CMTC I.

Pohyby ve dvou na
sebe kolmých rovinách

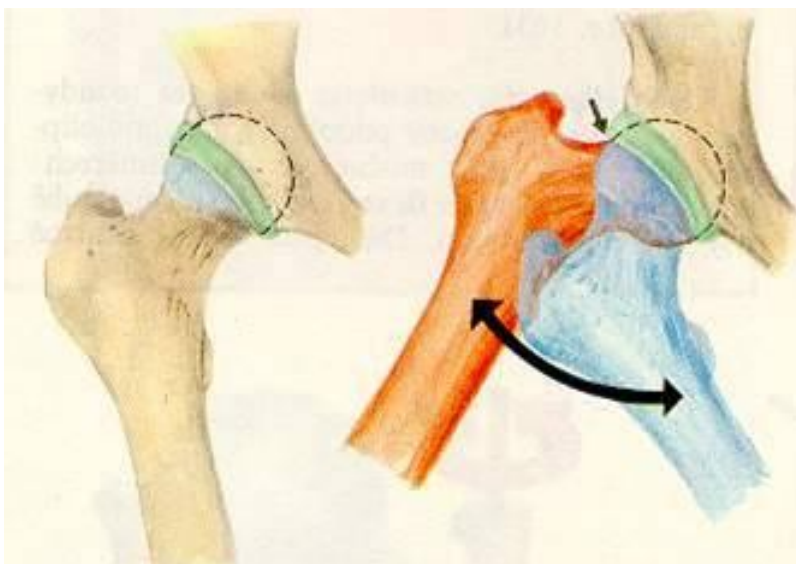




Elipsovité kloub – atlanto-occipitální



Kloub kulový volný

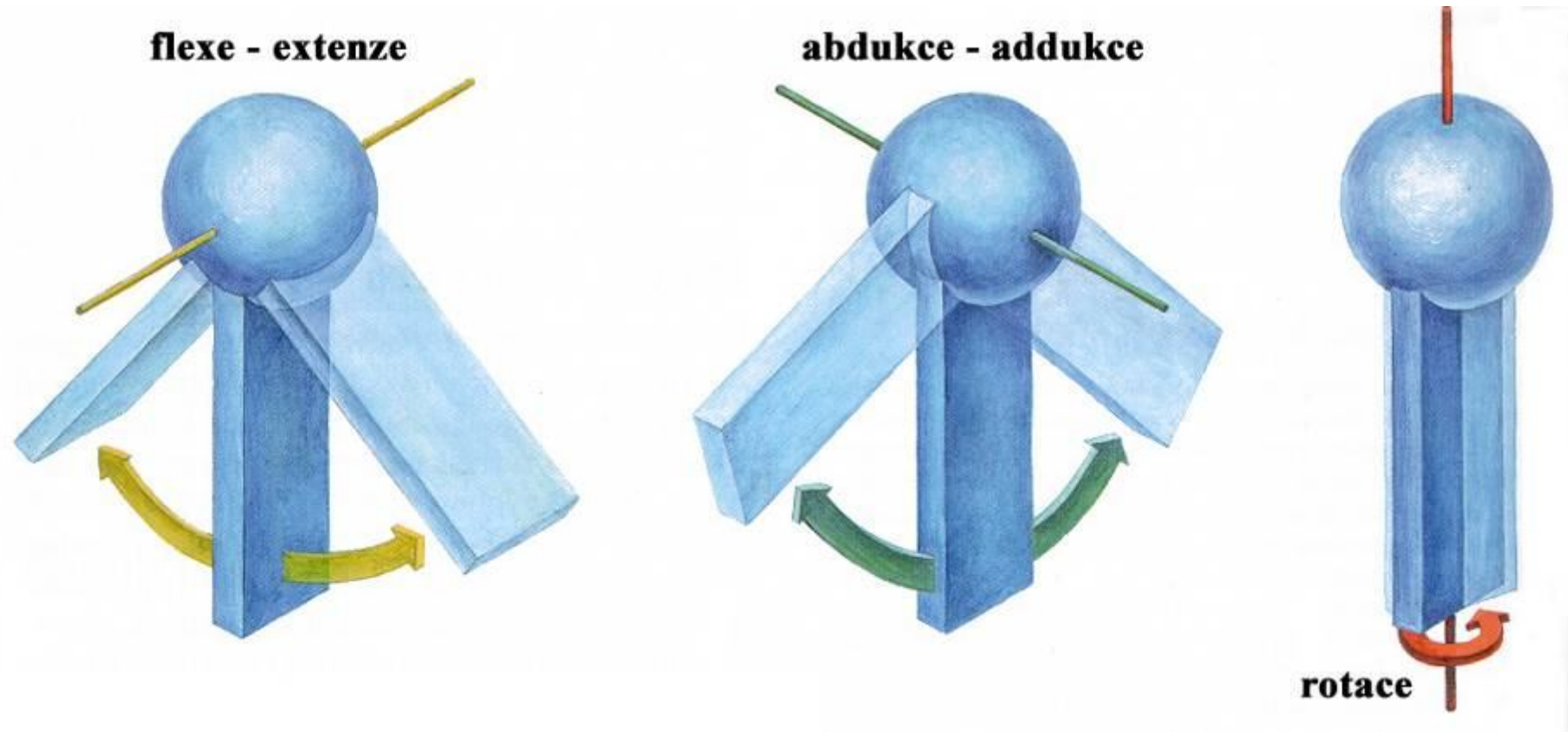


Kloub kulový s omezením

Pohyby v kloubech

- pohyby podle os – jednoosé, dvojosé, trojosé
- základní postavení – odpovídá základnímu anatomickému postavení
- střední postavení – kloubní pouzdro nejvíce volné
- rozsah pohybu – omezuje tvar jamky a hlavice, vazy, okolní kostní výběžky, velikost měkkých tkání v okolí (tuk, svaly)

Pohyby v kloubech I.



ulnární dukce x radiální dukce
= abdukce x addukce v zápěstním kloubu

Použité materiály:

vlastní archiv

Bartoníček J, Heřt J: Základy klinické anatomie pohybového aparátu,
Maxdorf, Praha, 2004

Čihák R: Anatomie 1. Praha, Grada, 2011

Jirásek Jan Ev.: Human Pregnancy and Developmental Stages.
Farmakon, 2010

Sadler: Langmannova lékařská embryologie, Grada, 2011

Ross M, Pavlina W: Histology - a Text and Atlas, 2011