

Lidské tělo - soustavy

- Doporučená literatura:
- Steve Parker: Lidské tělo - Ilustrovaný průvodce jeho strukturou, fungováním a poruchami, vydal Knižní klub v Praze, ISBN 978-80-242-2211-0
- Human anatomy, Marieb-Wilhelm-Mallat, Pearson Education Limited 2017, ISBN 13: 978-1-292-15679-8

Opěrný systém - kostra

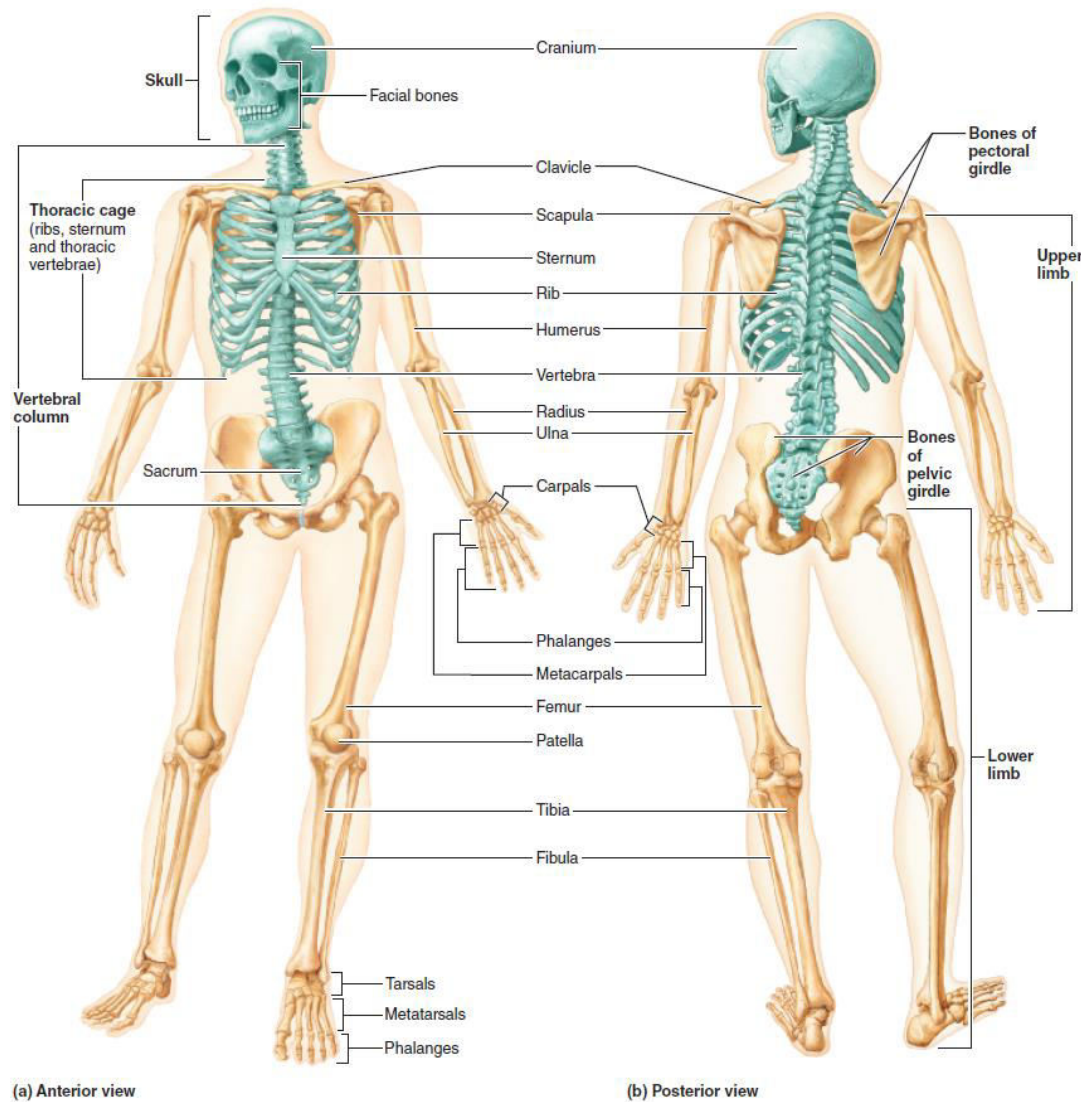


Hlavní funkce kosterní soustavy

- Opěrná konstrukce těla
- Ochrana orgánů – lebka, hrudní koš, pánev
- Pohyb - těsné spojení se svaly, systém pák
- Krvetvorba a ukládání energie - kostní dřeň
- Zdroj minerálů (Ca)

Opěrný systém

- Kosti, chrupavky – 20% hmotnosti
- Celkem průměrně 206 kostí
- Kostra osová – axiální – 80 kostí
 - lebka
 - páteř
 - hrudní koš
- Kostra končetin - apendikulární
 - horní končetiny – 64 kostí
 - dolní končetiny – 62 kostí
 - pleteně – ramenní a pánevní
- Kostní spojení
 - klouby
 - chrupavky
 - vazy
 - srůsty - švy



Typy kostí

Dlouhé



Ploché



Krátké

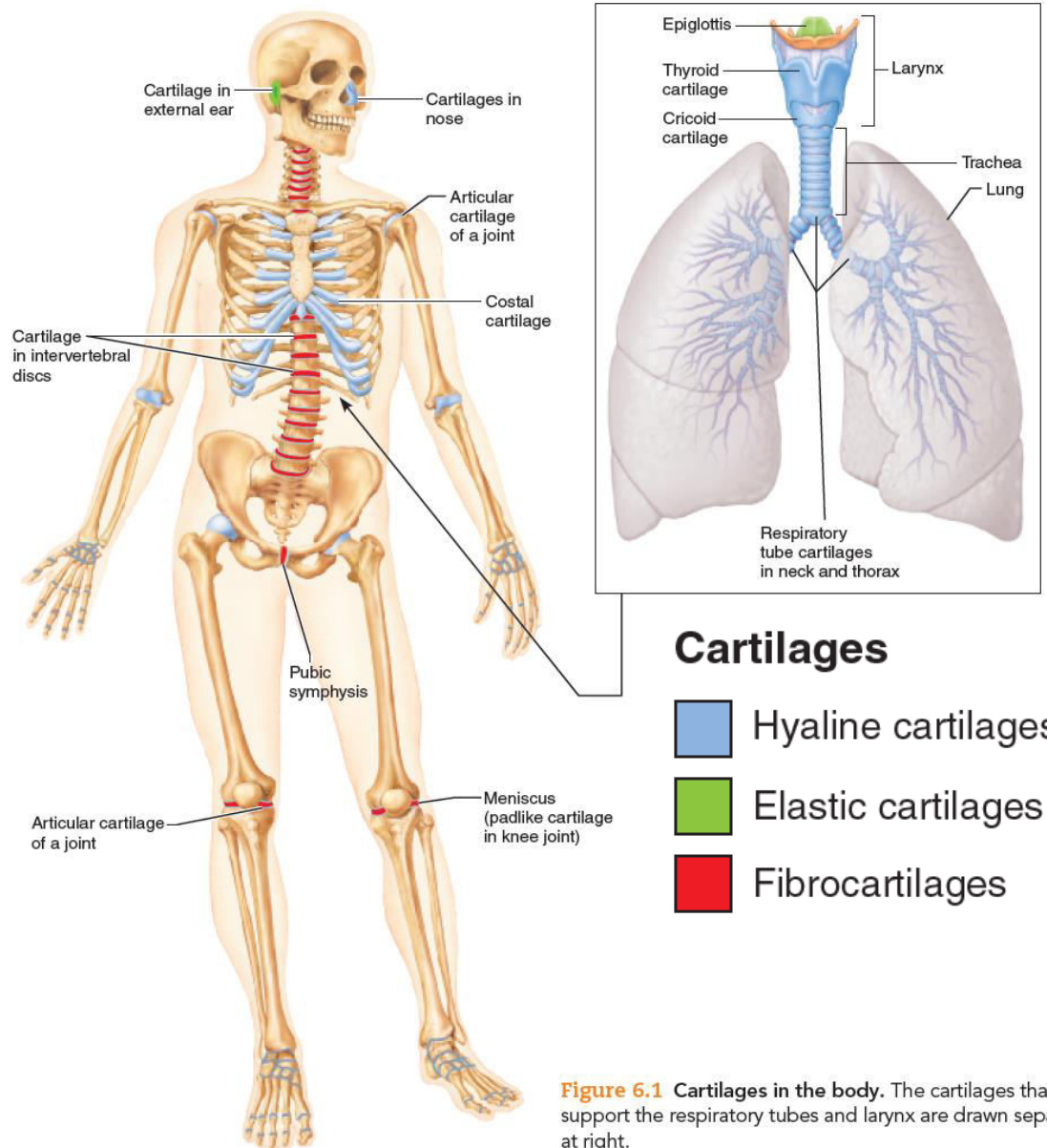


Nepravidelné

Typy chrupavek

- **hyalinní** - povrchy kostí a kloubů
- **elastická** - boltec, epiglotis
- **vazivová** - symfýzy

- klouby
- žebra
- ploténky
- hrtan
- Spony (symfýzy)
- menisky

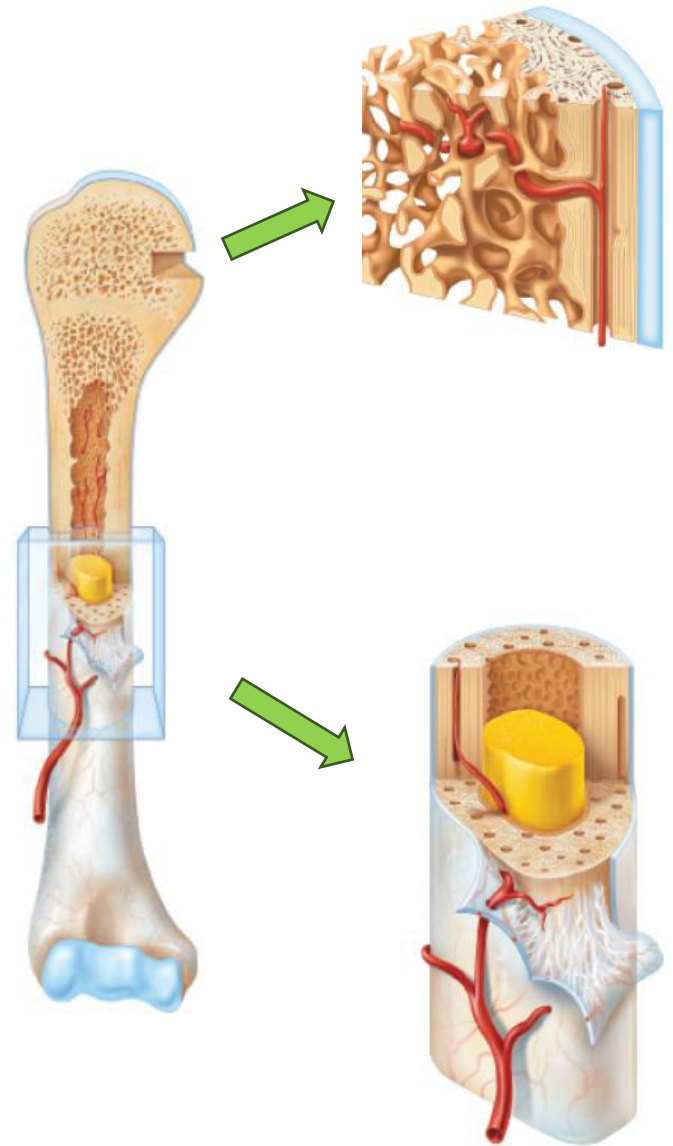


Složení kosti

- 10-20% voda
- Kostní hmota
 - 30% organická hmota (matrix) - kolagen
 - minerální látky
 - hydroxyapatit (podlouhlé krystaly) – Ca, P – poměr 1,3-2
 - Na, K, Mg, uhličitan, *Sr (stroncium)*
 - minerální+organické látky – princip cihel a malty
- Buňky
 - **hematopoietické**
 - **osteoblasty** – pohyblivé, tvorba osteoidu/osseinu (kolagen I, osteokalcin, osteonektin,..), trámečky
 - **osteocyty** – nepohyblivé, ukládání minerálních látek, oprava mikrofraktur
 - **osteoklasty** – buňky odbourávající kostní tkáň (makrofágy), regulace až 1500 osteoblastů, metabolismus Ca (PTH)

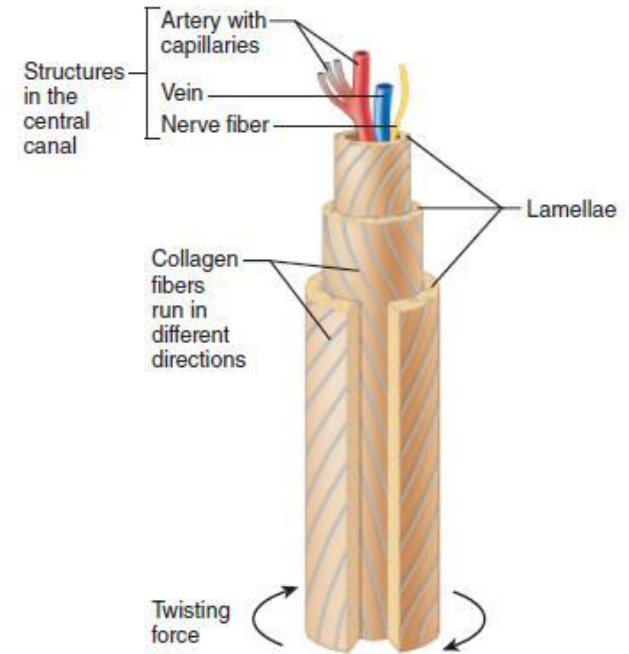
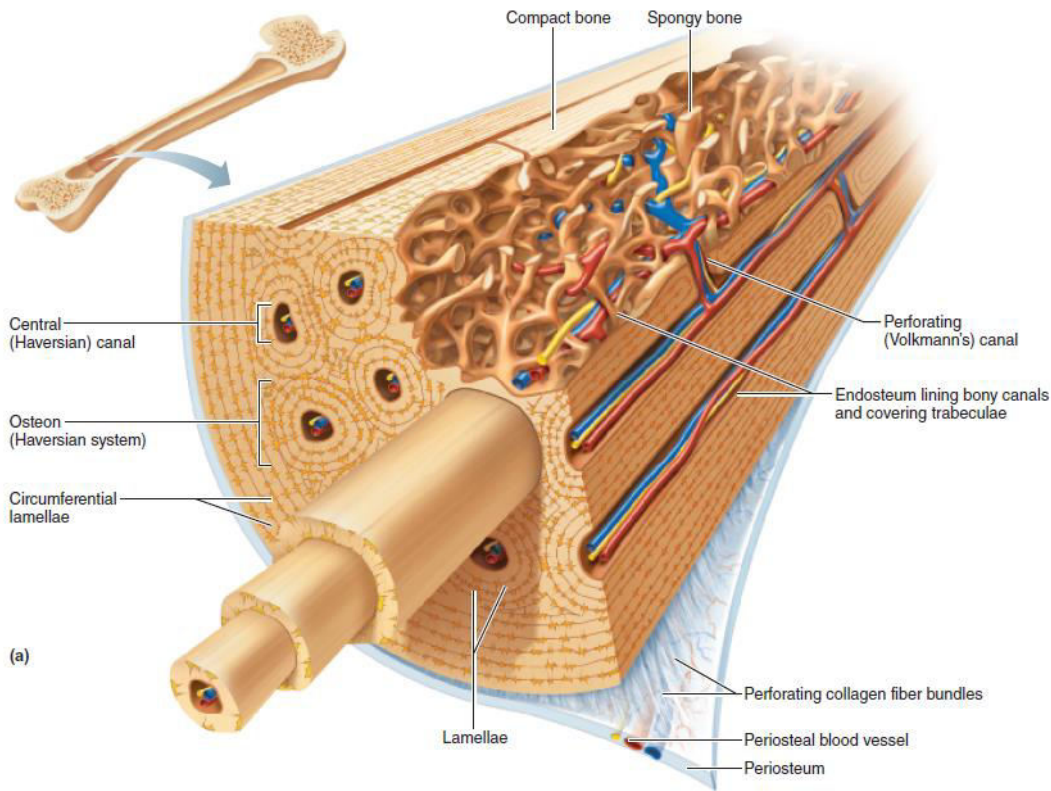
Stavba kosti

- Periost(eum) (okostice) – až 2mm
 - cévní a nervové zásobení
 - růst do tloušťky
- Hutná kost – kompakta (80%)
 - diafýza – střední úsek dl. kosti
 - jednotka - Osteon (Haversův systém)
 - pevnost
- Houbovitá kost – spongióza (20%)
 - epifýza – kloubní hlavice
 - tvar na základě tlaků a tahů
 - metabolismus (osteokalcin), remodelace

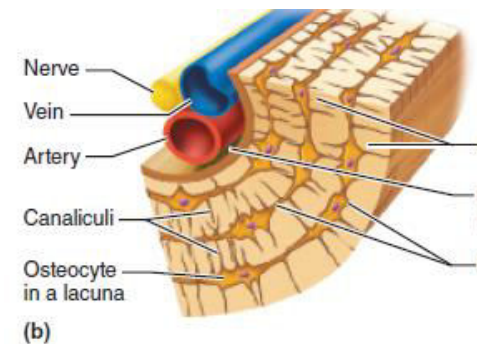


Diafýza – střední úsek

Osteon (Haversův systém)



- soustředné trubicovité lamely (kolagenová vlákna)
- lakuny – canaliculi, osteoblasty, osteocyty
- Haversův kanálek – cévy, pojivo, nervy
- Volkmannovy kanálky – propojení osteonu, okostice a kostní dřevě

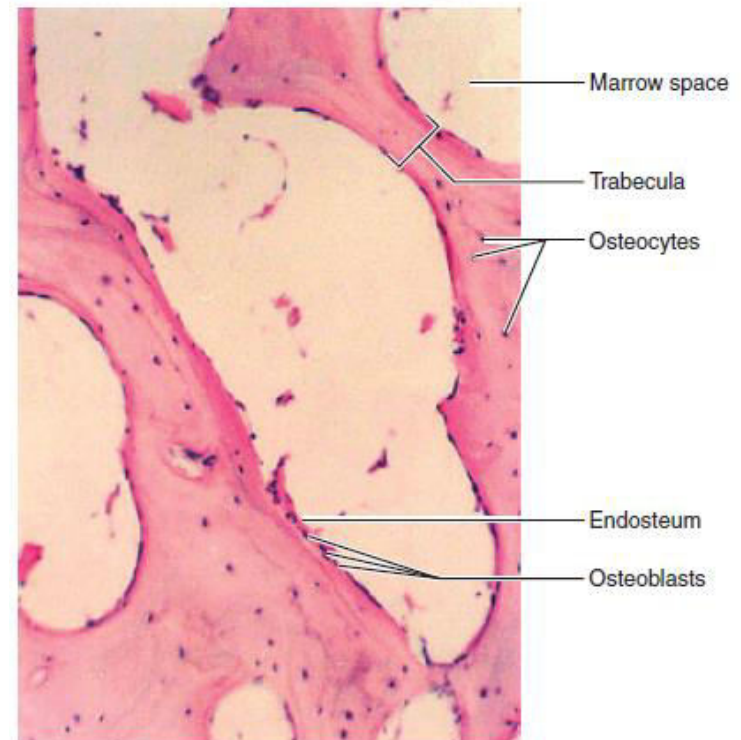


Spongióza

- trabekuly – trámce
- vyplněno kostní dření, adipocyty, nervy, cévami



(a)



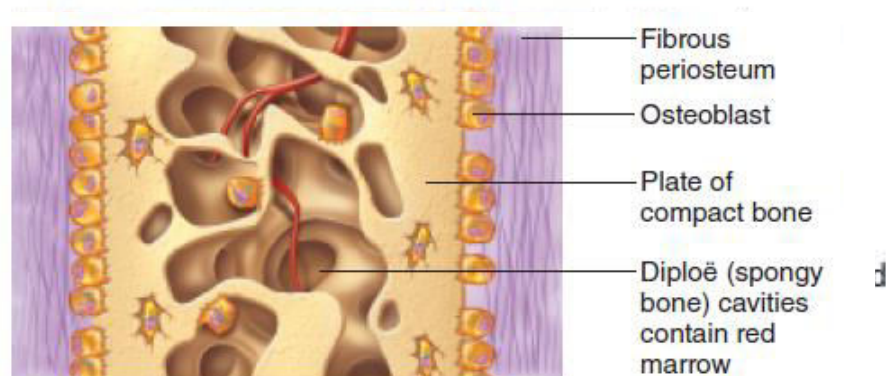
(b)

Kostní dřeň (medulla ossium)

- výplň dutin kostí (hlavně dlouhé a ploché kosti)
- rosolovitá tkáň
- červená → žlutá → šedá
- červená - místo krvetvorby (hematopoiéza)
- žlutá – tukové vazivo
- šedá – vazivo po ztrátě tukových buněk

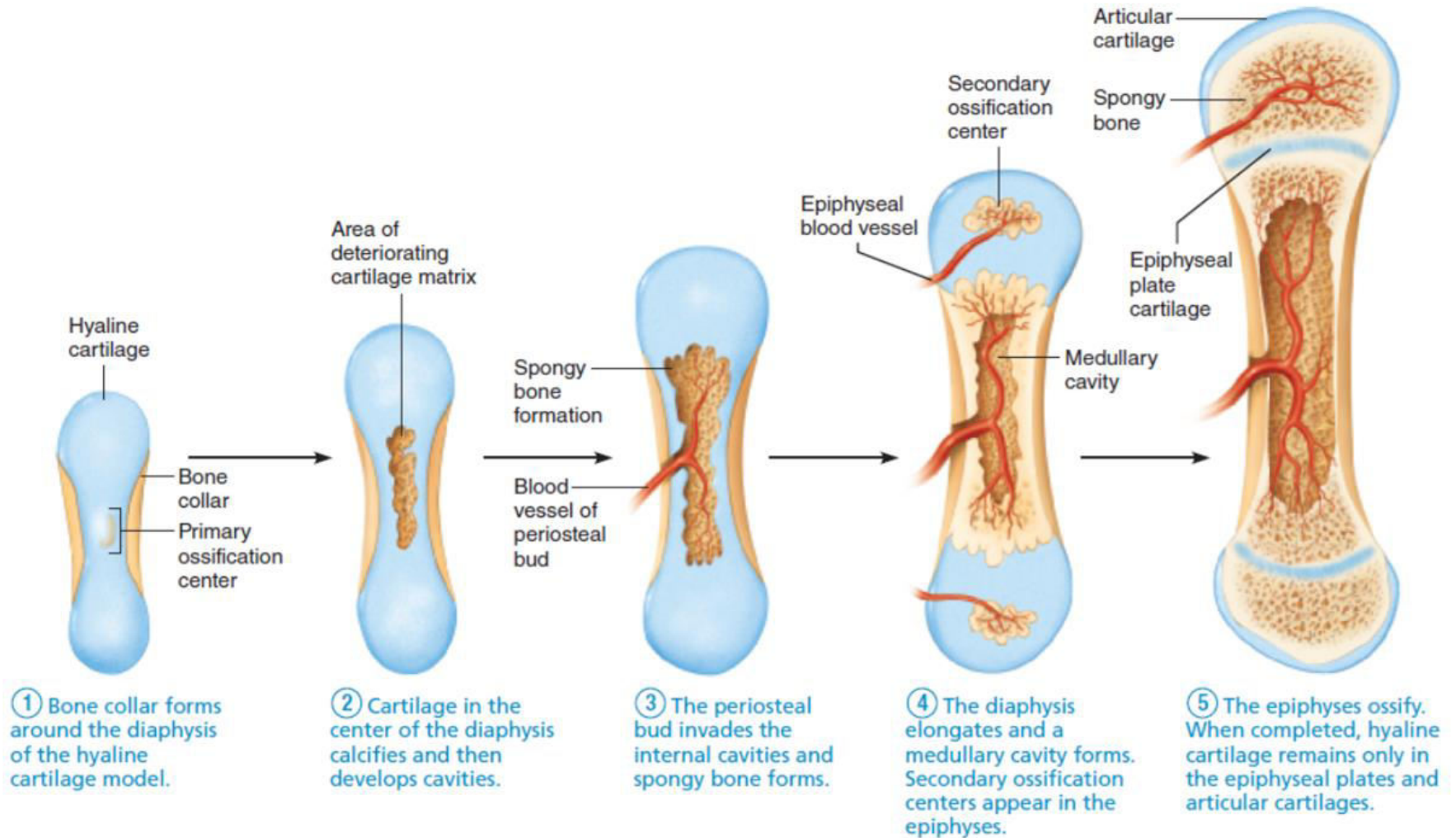
Osifikace – kostnatění, tvorba kosti

1. mezenchymální buňky → osteoblasty tvořící osifikační centrum
2. osteoblasty produkují osteoid (ossein), který kalcifikuje, chycené osteoblasty → osteocyty
3. Tvorba periosteia kondenzací mezenchymálních buněk, vaskularizace
4. Tvorba hutné kosti, červené kostní dřeně



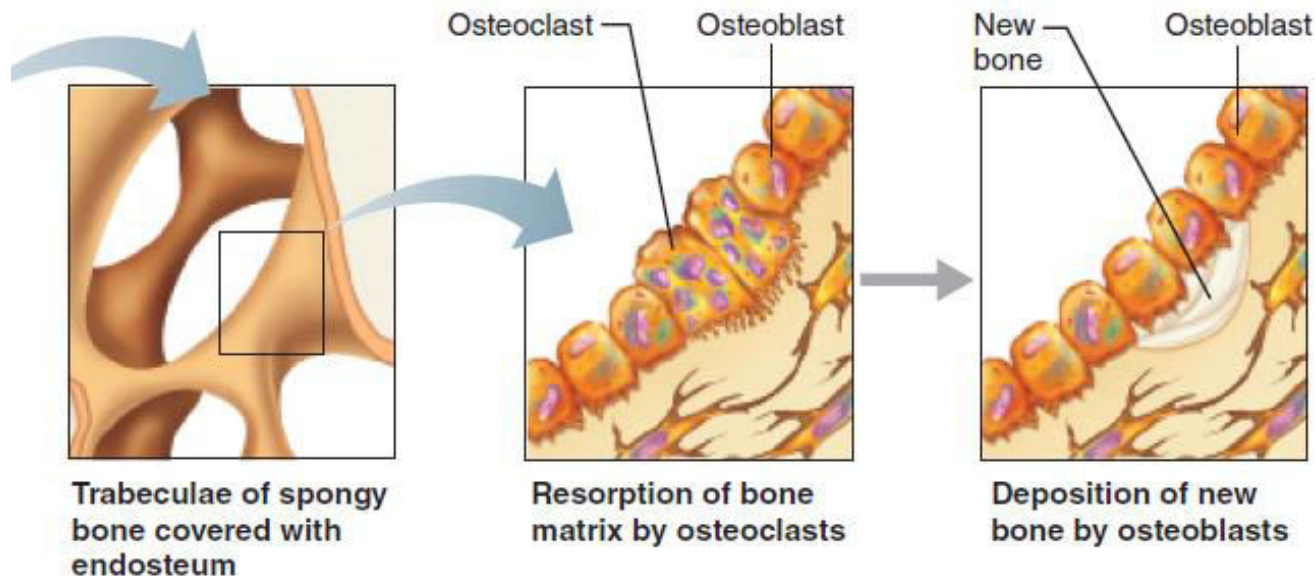
Osifikace dlouhé kosti

Week 9 → Month 3 → Birth → Childhood to adolescence



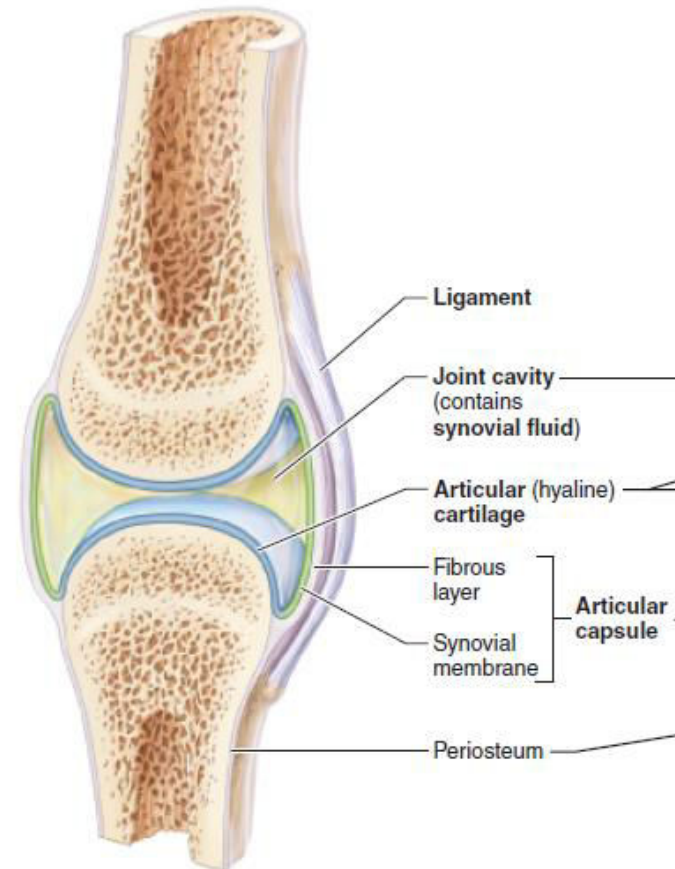
Remodelace kostí

- Ca^{2+} pod 9 mg/dl
- Parathyreoidální hormon (PTH) x kalcitonin
- aktivace osteoklastů – uvolňování minerálů z kostí do cirkulace
- aktivace osteoblastů – ossein \rightarrow hydroxyapatit
- Funkce – metabolismus minerálů v těle



Kostní spoje

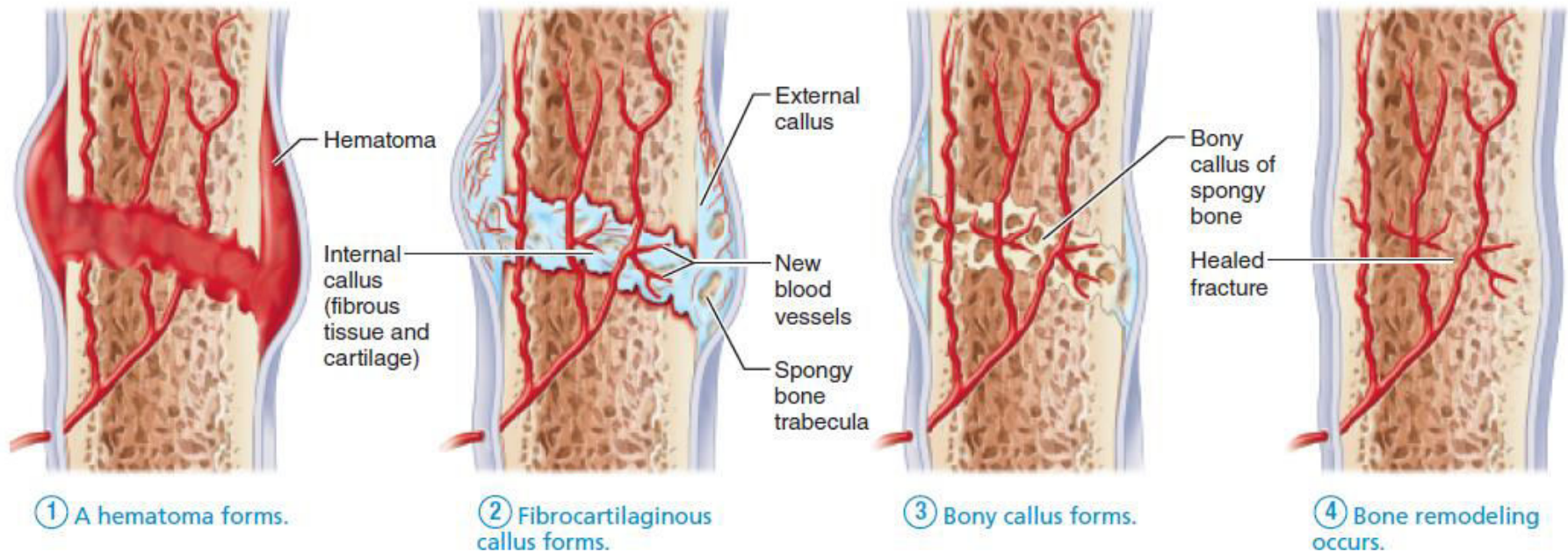
- Pevné, pružné, souvislé
 - vazy (syndesmózy) – např. švy
 - chrupavky (synchondrózy) – např. ploténky
 - srůsty (synostózy) – křížová kost
- Kloubní
 - chrupavčitá kloubní hlavice a jamka
 - vazivové kloubní pouzdro
 - syn. membrána
 - synovialocyty A – fagocyty
 - synovialocyty B - kolagen a elastin
 - synoviální tekutina
 - filtrát plazmy + kys. hyaluronová + buňky
 - výživa, reparace, pružnost, snížení tření
 - borélie



Choroby kostí

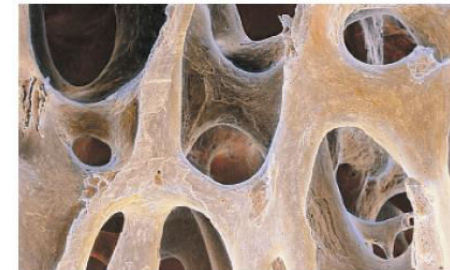
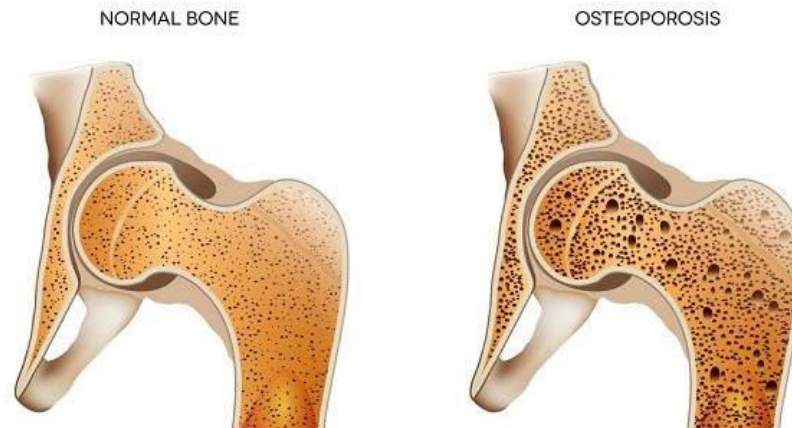
- **metabolické**
 - osteoporóza
 - osteomalacie a rachitis
 - Pagetova choroba
- **fraktury**
- **záněty**
 - osteomyelitida
 - parodontóza (=paradentóza, parodontitida)
 - osteoartritida
- **nádory**
 - primární – osteosarkom, chondrosarkom
 - sekundární (metastázy)
- **poruchy zakřivení páteře** - hyperlordóza, hyperkyfóza, skolióza

Fraktura kosti a její hojení



Osteoporóza

- Ztráta kostní tkáně – nerovnováha mezi tvorbou a odbouráváním kosti
- Zvýšené nebezpečí fraktur
- Starší lidé
- Hormonální příčina - nerovnováha mezi PTH a Kalcitoninem
- Ženy – menopauza, úbytek estrogenu vede ke změnám v osifikaci
- Špatná výživa – nedostatek vápníku, vitamínu D a K, podvýživa
- Nedostatek pohybu



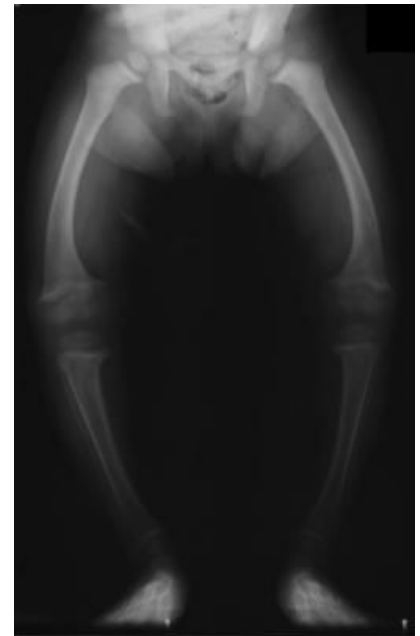
(a) Normal bone



(b) Osteoporotic bone

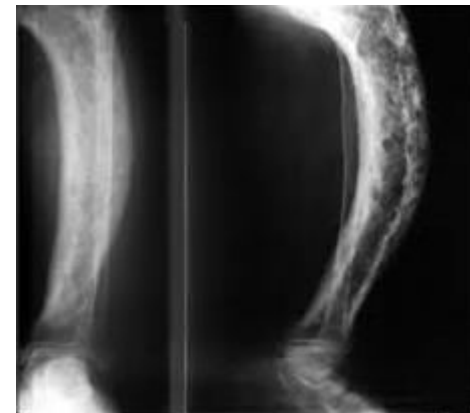
Osteomalacie (hypomineralizace)

- u dětí rachitis – křivice
- nedostatek vitamínu D, Ca^{2+} a fosfátu nebo jejich špatný metabolismus
- hromadění proteinů, které inhibují mineralizaci (osteopontin)
- projevy – bolest, slabost, křehké kosti



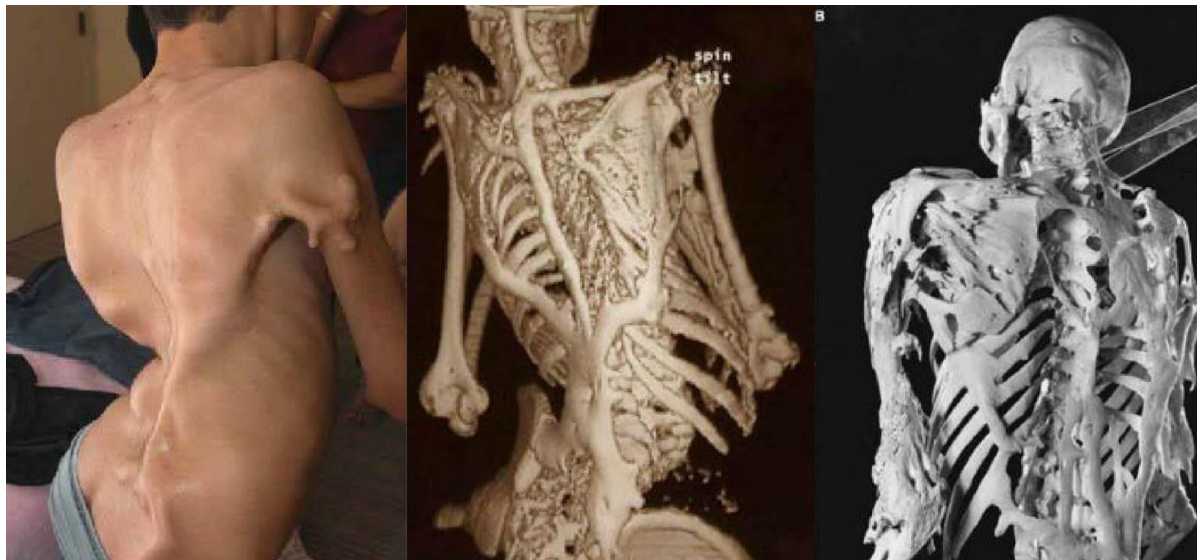
Pagetova choroba

- nerovnováha mezi osteoblasty a osteoklasty
- lámavost a špatná remodelace
- může vést k patologickým projevům – artritida, kardiovaskulární choroby, ledvinové kameny, ztráta sluchu
- genetická příčina – 40-50% mutace v genu SQSTM1 (sequestosome), reguluje funkci osteoklastů



Fibrodysplasia ossificans progressiva

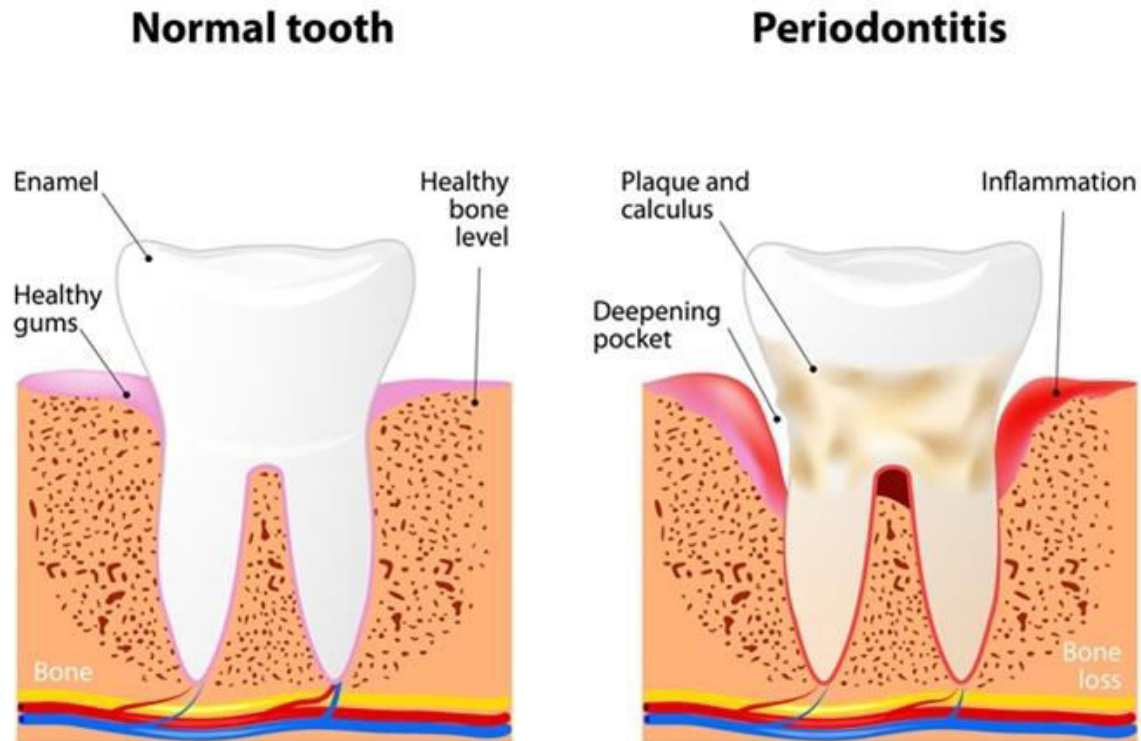
- Kostnatění měkkých tkání (svalů a vaziva)
- genetická příčina, mutace regulačního genu ACVR1
- Endoteliální buňky se mění na mezenchymální a posléze na kost



Fibrodysplasia ossificans progressiva

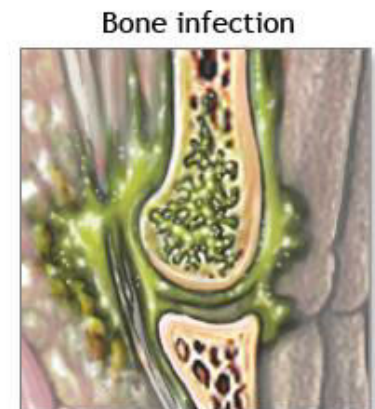
Periodontitis (paradontóza)

- zánět dásní (gingivitis) – bakterie (*Porphyromonas gingivalis*)
- aktivace neutrofilů a osteoklastů
- ničení kostní tkáně



Osteomyelitida

- zánět kostní dřeně
- infekční, hnisavé onemocnění – exogenní (otevřená zlomenina), endogenní (šíření z jiného zánětlivého místa)
- špatně léčitelné onemocnění



Osteoartritida

- vznik mechanickým poškozením –aktivace zánětlivých mechanismů
- rozdíl od revmatoidní artritidy (autoimunitní)

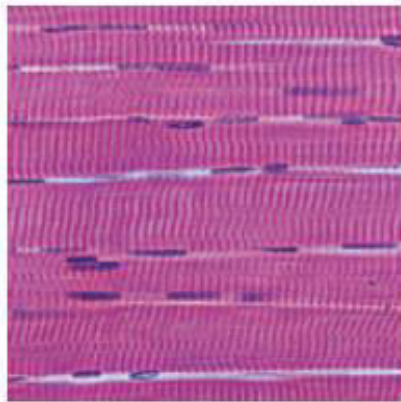


Svalová soustava

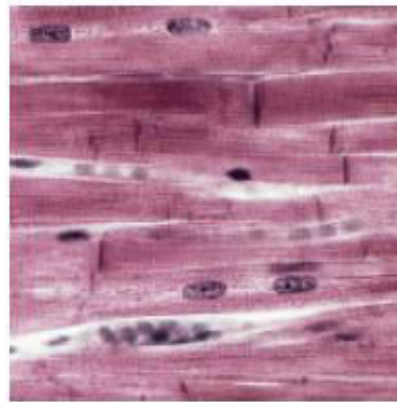


Typy a funkce svaloviny

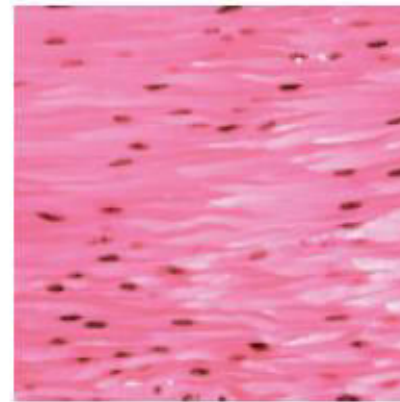
- Příčně pruhovaná (kosterní) – Pohyb, otevírání a uzavírání, držení těla, metabolismus, udržení teploty
- Srdeční – srdeční tep, krevní cirkulace
- Hladká – trávicí trubice, střevo, cévy, průdušky, děloha



Single, very long cylindrical, multinucleate cells with obvious striations



Branching chains of cells; uni- or binucleate; striations

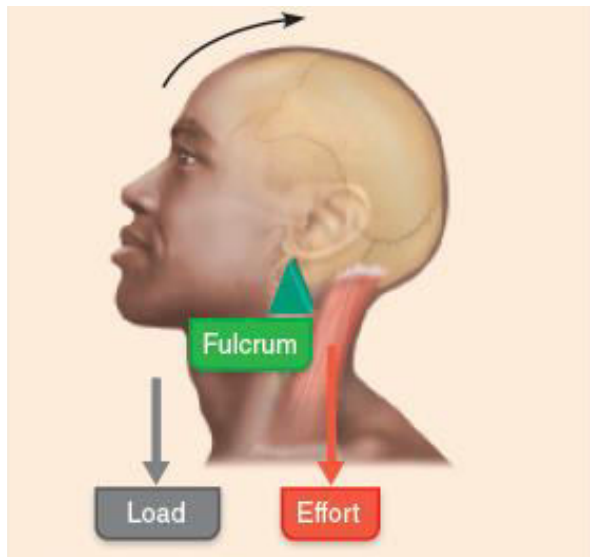


Single, fusiform, uninucleate; no striations

Příčně pruhovaná svalovina - vlastnosti

- kontraktilita, vzrušivost, natažitelnost, elasticnost
- přeměna chemické na mechanickou energii
- mohou se aktivně jen zkracovat
- uchycení – začátek x úpon svalu
- části těla fungují jako páky

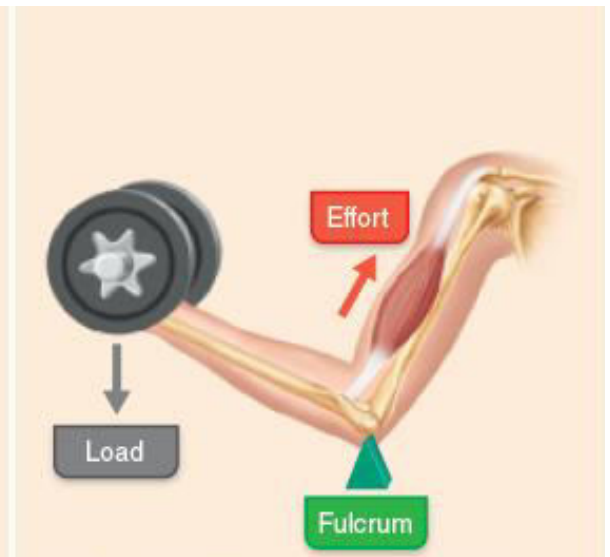
břemeno-střed-síla



střed-břemeno-síla



břemeno-síla-střed

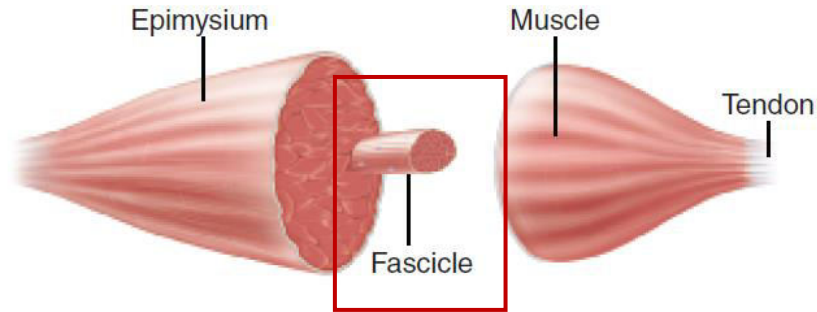


Příčně pruhovaná svalovina

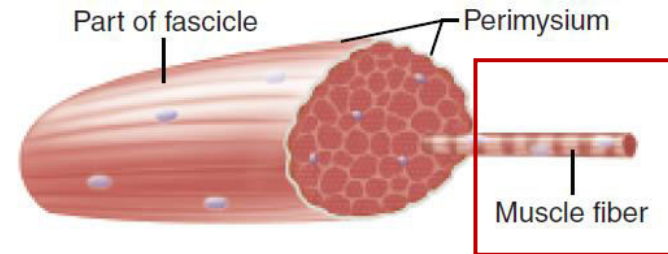
- **svalové vlákno** – mnohojaderná buňka složená z myofibril a sarkoplazmatického retikula
- **nervosvalová ploténka**
- významná metabolická činnost (60% spotřeby kyslíku), metabolismus cukrů (vstřebávání)
- dočasná schopnost anaerobního metabolismu – glykogen, kyslíkový dluh
- rychlá (bílá) x pomalá (červená) vlákna – rozdíl v metabolismu a hlavním zdroji energie
- beta oxidace (červená) x anaerobní glykolýza (rychlá)

Stavba a organizace svalu

sval

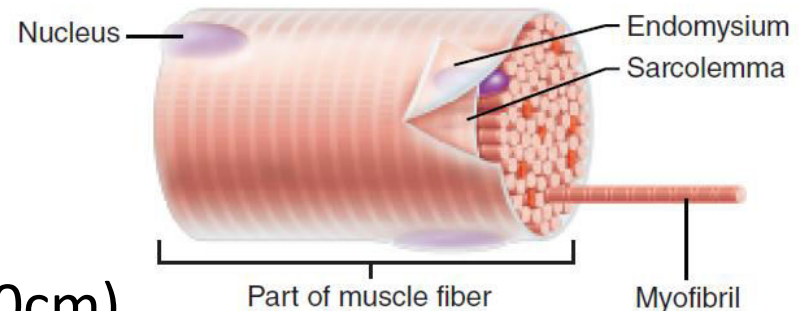


svalový svazek

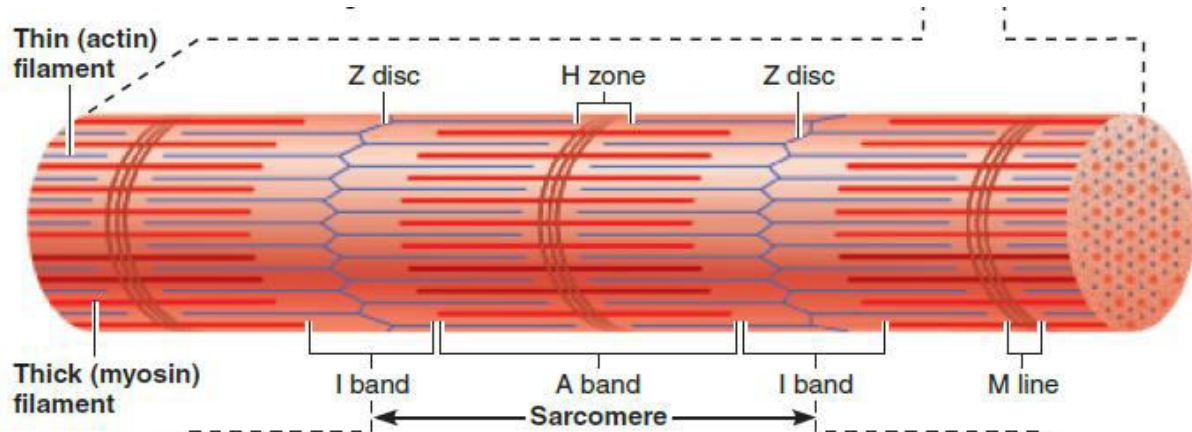


svalové vlákno

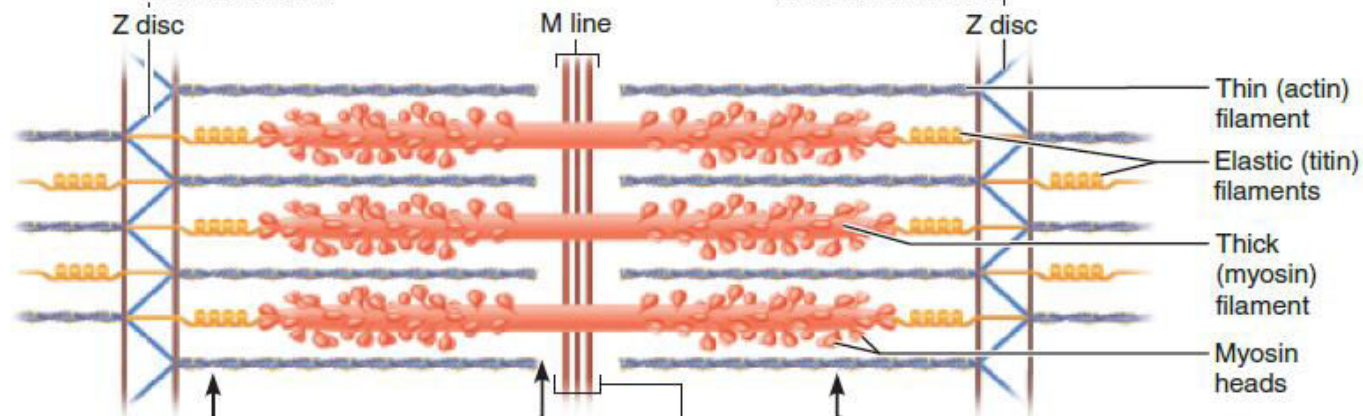
40-100um silné, 1-40mm dlouhé (až 30cm)



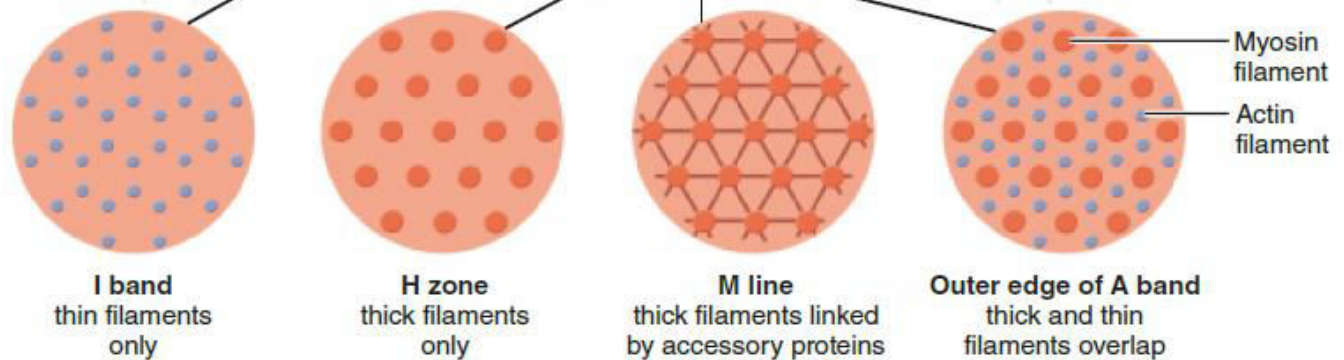
Myofibrila



Sarkomera



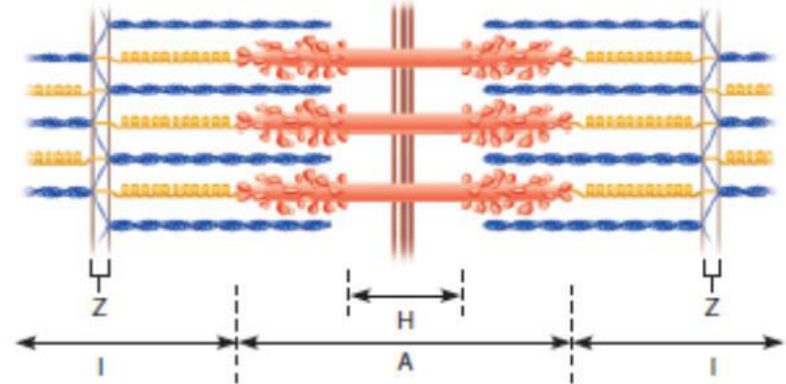
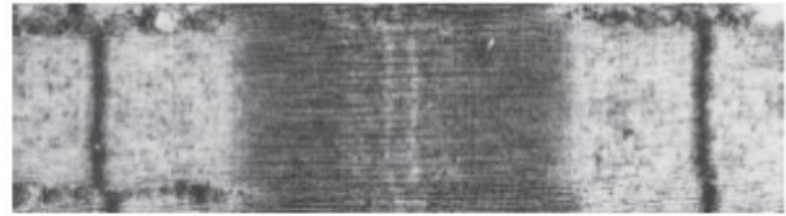
Příčné řezy myofibrilou



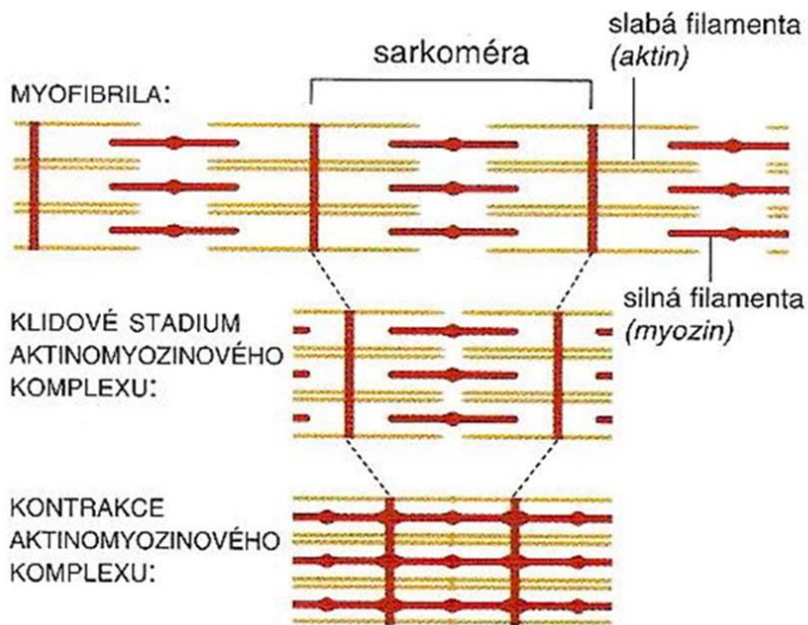
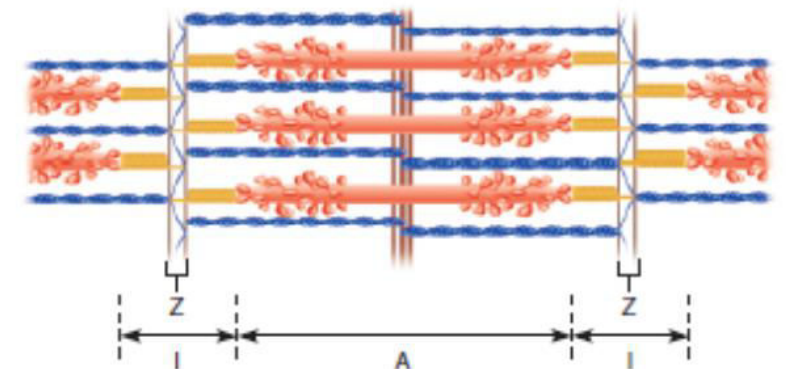
Svalový stah

- sarkomera – kontraktilní jednotka
- stah závislý na Ca^{2+}

① Fully relaxed sarcomere of a muscle fiber

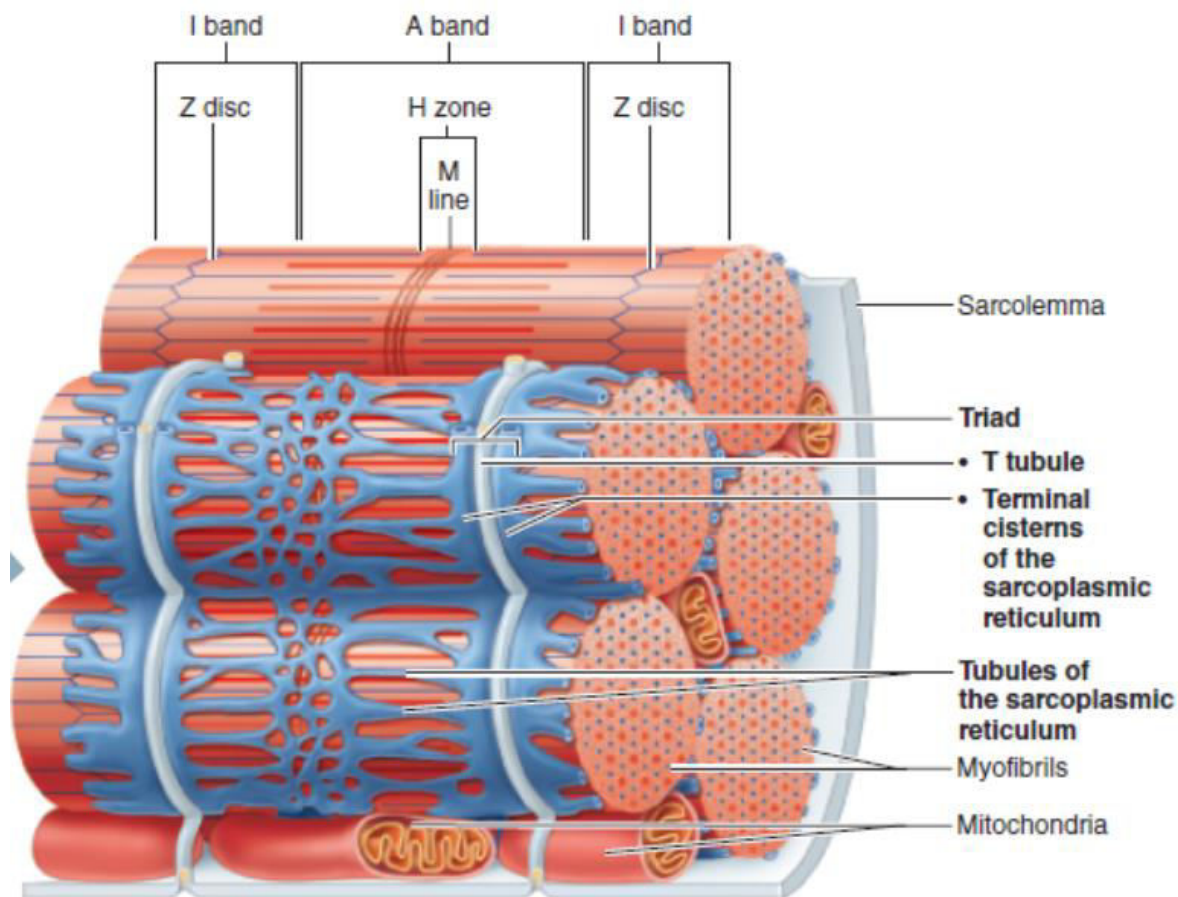


② Fully contracted sarcomere of a muscle fiber



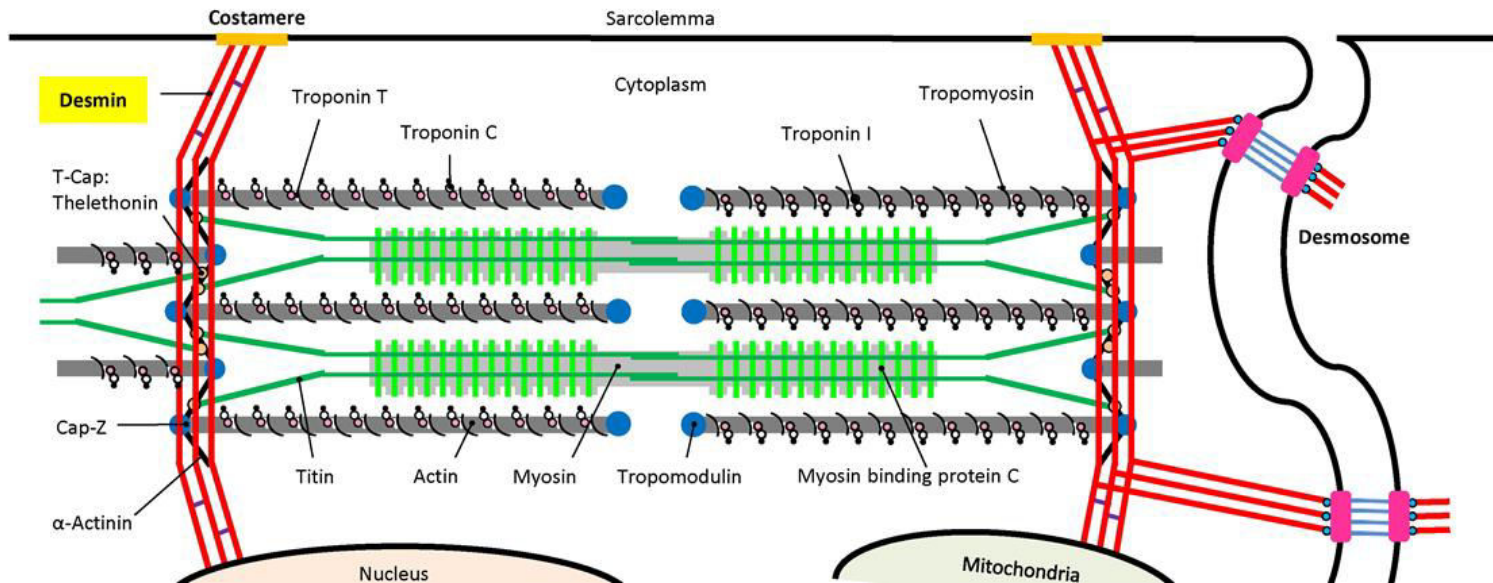
Sarkoplazmatické retikulum

- vysoká koncentrace Ca^{2+} a Mg^{2+}
- Vzruch \rightarrow uvolnění Ca^{2+} ze SR \rightarrow svalový stah



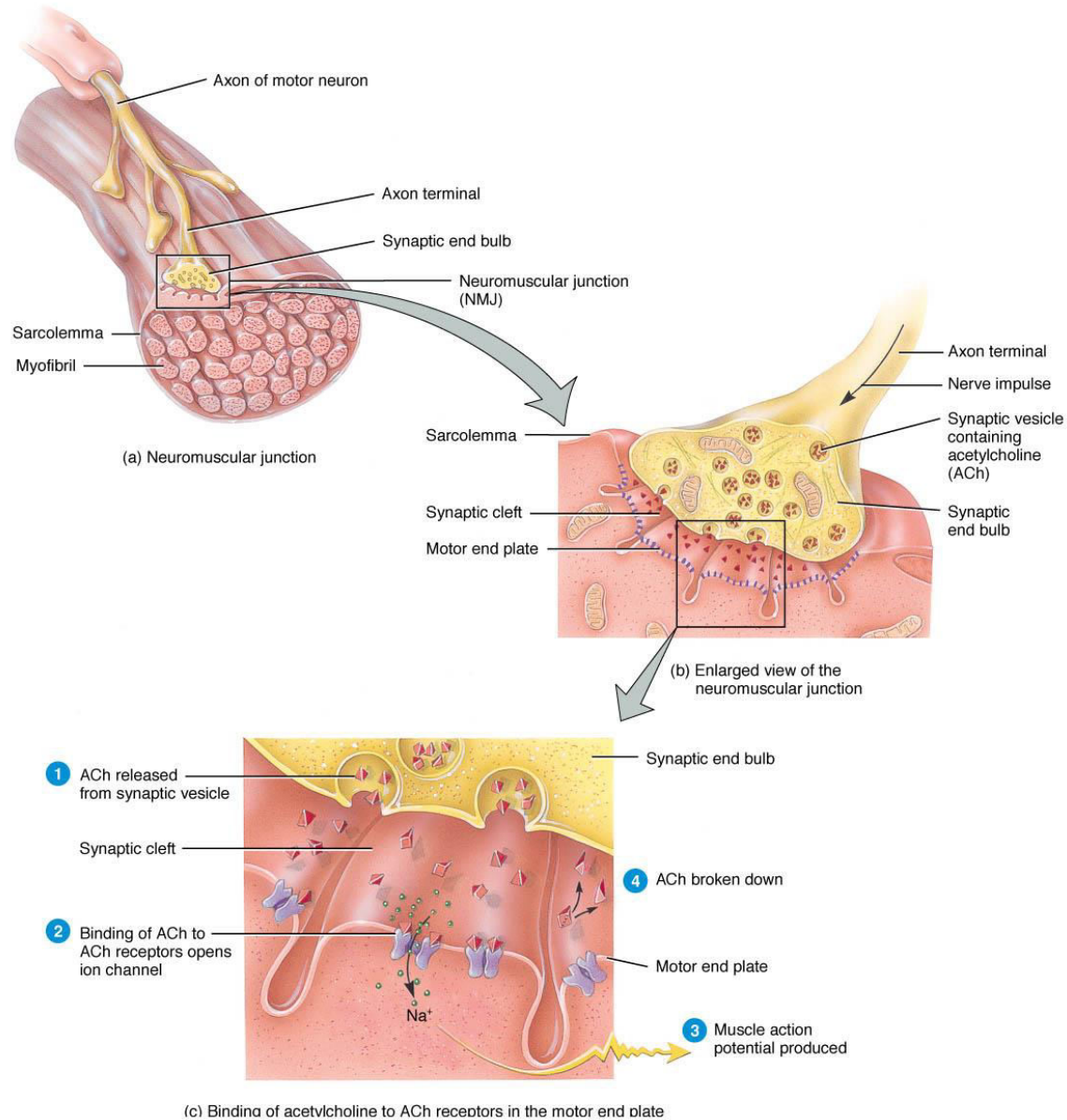
Proteiny svalového vlákna

- aktin
 - myozin
- } **Aktinomyosin**
- titin, nebulin - pružnost
 - desmin – fixace, Z-proužek
 - tropomyozin, troponin – regulace
 - Dystrofin – napojení na sarkolemu



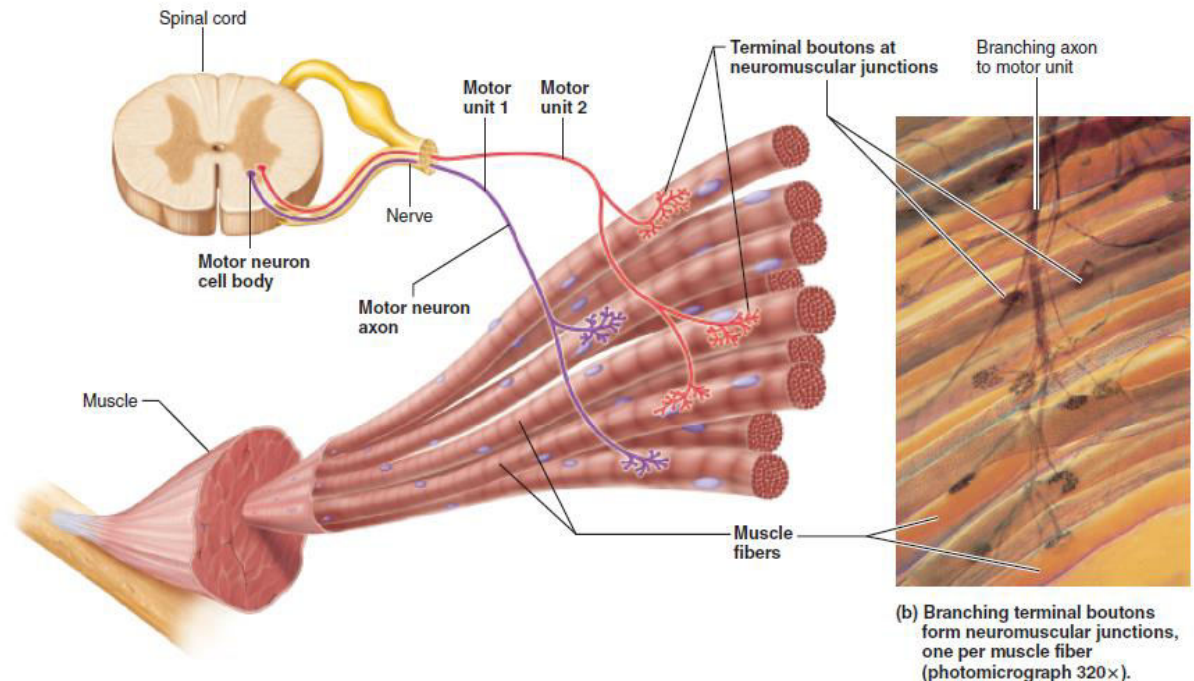
Neurosvalová ploténka

- zakončení axonu na sarkolemě
- přenašeč signálu - acetylcholin
- nervový impuls → uvolnění ACh → aktivace SR → degradace ACh enzymy



Neuromotorická jednotka

- 1 neuron inervuje 16 – několikset vláken
- Neuron + inervovaná vlákna = **motorická jednotka**
- Axon motorického neuronu

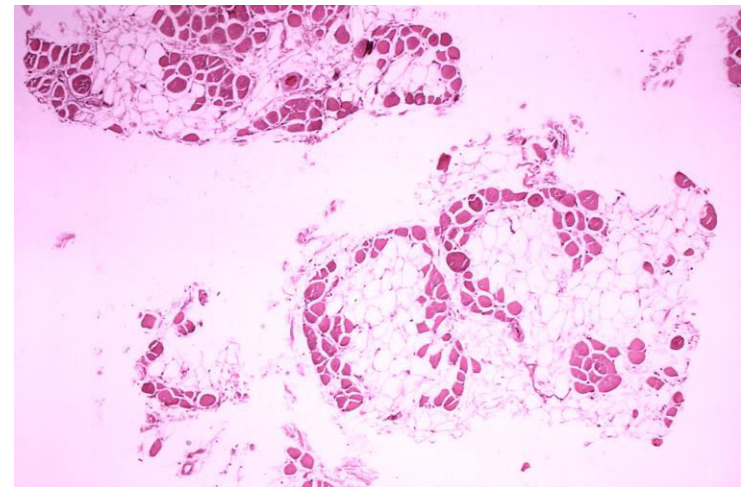
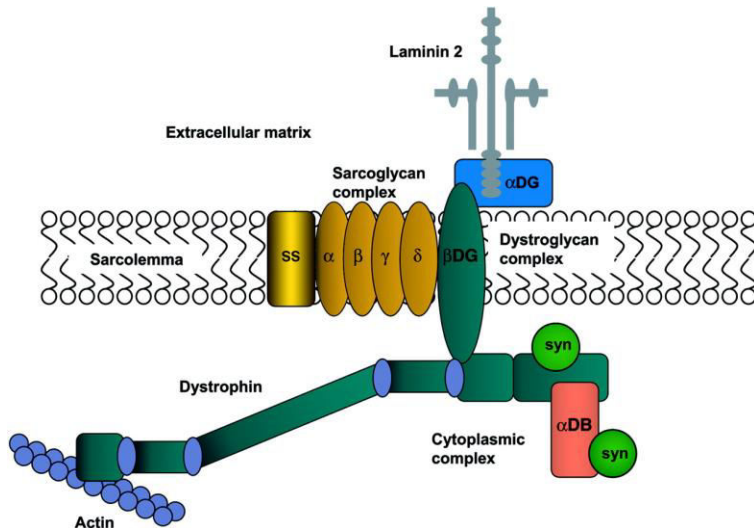


Patologie

- Dočasné – zranění, křeče, namožení svalů
- Genetické poruchy – muskulární dystrofie, poruchy mitochondrií
- Svalové nádory
- Záněty – myositidy
- Nervosvalová onemocnění – Myasthenia gravis
- Infekce

Duchennena svalová dystrofie

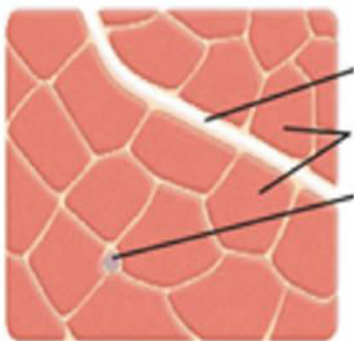
- Mutace v genu pro dystrofin – protein zajišťující komunikaci mezi aktinovým cytoskeletem a ECM
- Vazba na X chromozóm → častěji u chlapců
- postupné ubývání svalové tkáně
- většinou vede k úmrtí (selhání dýchacích svalů)
- nahrazování svalové tkáně tukovou



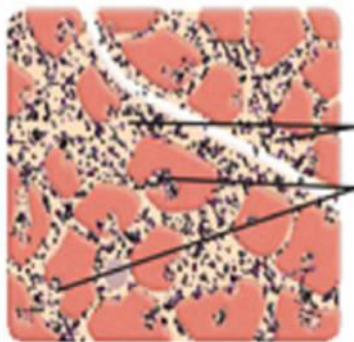
Zánětlivé myopatie

- heterogenní skupina zánětlivých onemocnění svalů
 - Polymyositis (PM) – mnoho příčin, infiltrace CD8+, MF
 - Dermatomyositis (DM) – autoimunitní, infiltrace CD4+, B, DC, provázeno vyrážkami
 - Inclusion body myositis (IBM) – infiltrace CD8+, MF
 - neznámý autoantigen

Normal Muscle



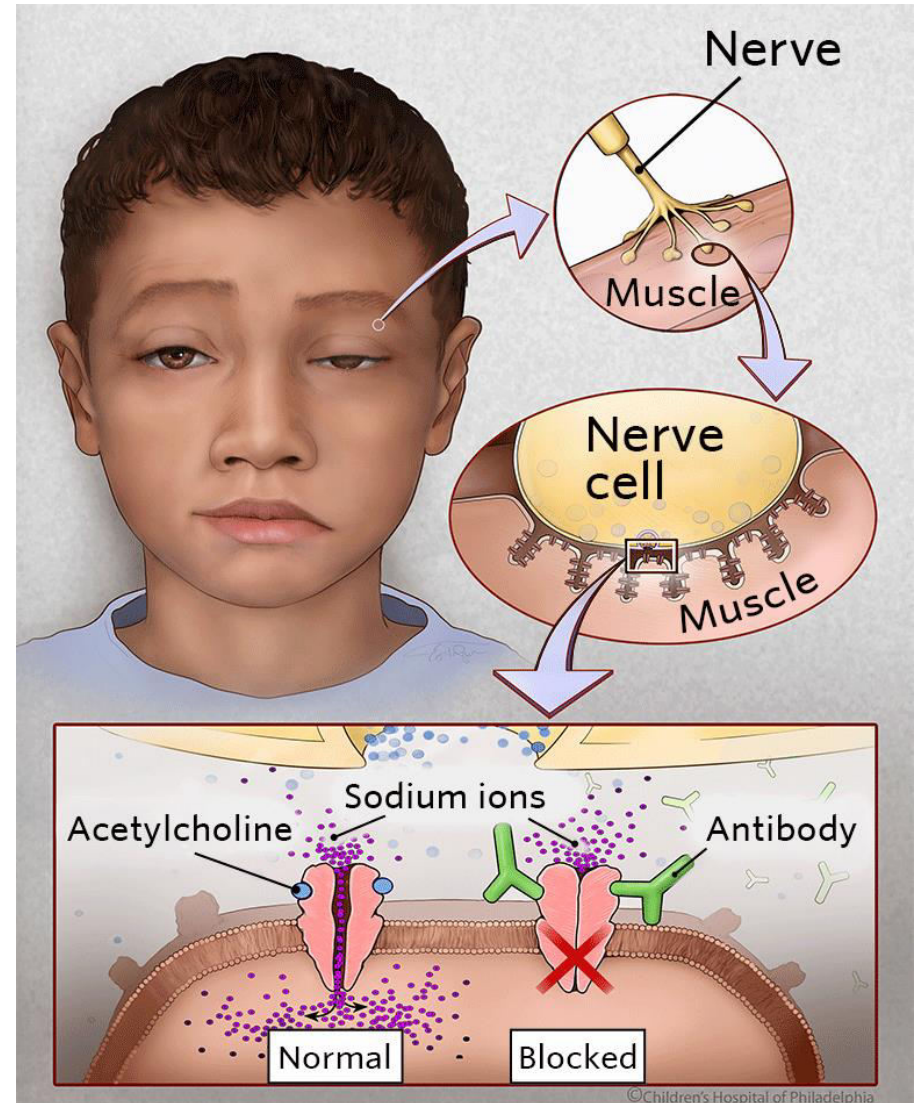
Polymyositis



Source: IMACS

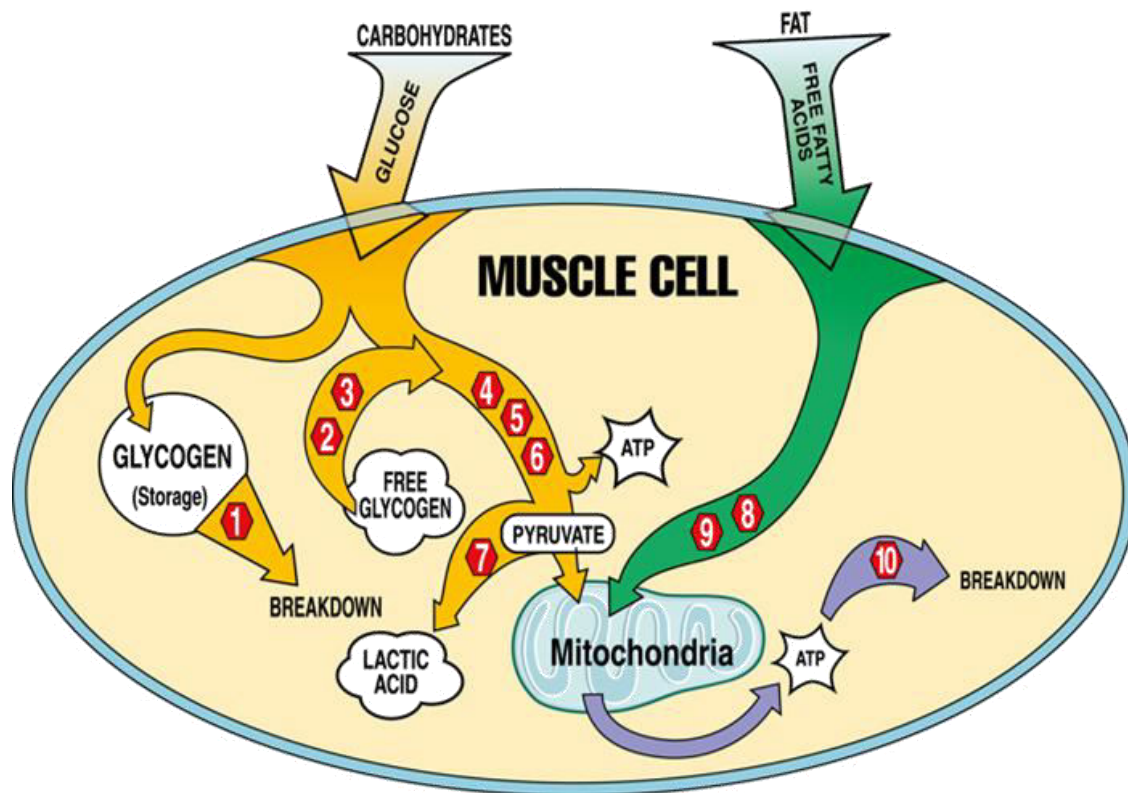
Myasthenia Gravis

- Nervosvalová ploténka
- blokace acetylcholinových receptorů protilátkou
- únava, slabost, typicky pokleslá víčka, zdvojené vidění
- Autoimunitní onemocnění, léčba imunosupresí



Metabolická onemocnění svalů

- poruchy (deficience) v různých enzýmech energetického metabolismu
- svaly velmi citlivé na metabolické poruchy
- slabost, bolesti, křeče, intolerance k námaze



Kožní soustava



Adriaan van de Spiegel
1627

Kožní soustava

- největší orgán těla
- tloušťka 0,5-5mm
- až 7% hmotnosti těla
- 2 m² povrch
- mění se až 30 000 buněk za minutu
- odráží celkový zdravotní stav člověka

Kožní soustava - funkce

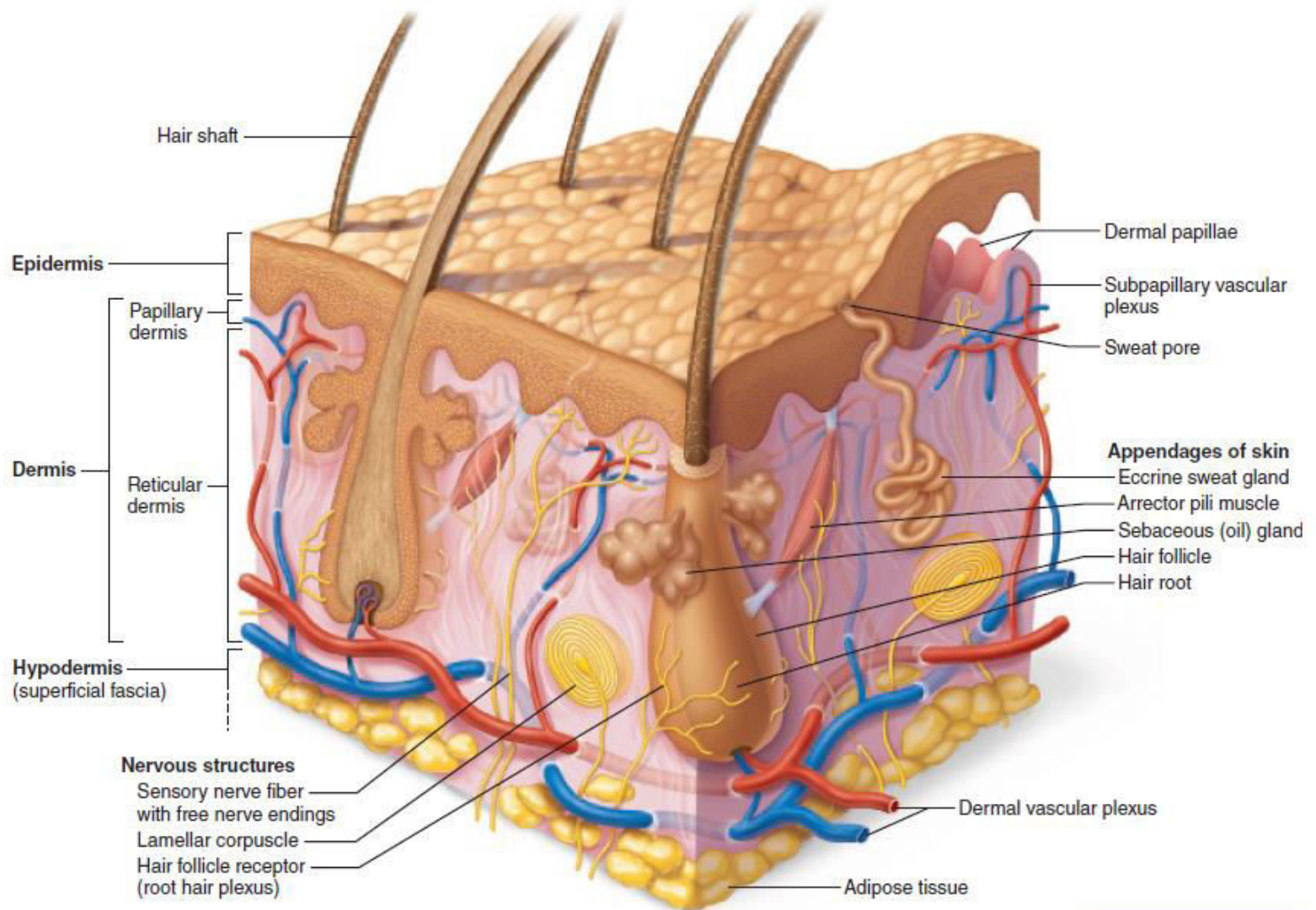
- **Ochrana** – pokožka, vrstva keratinizovaných buněk
- **Termoregulace** – cévy, podkožní tuk
- **Exkreční systém** – pot, maz
- **Produkce vitamínu D** – UV záření
- **Hmat** - Zakončení senzoričkých nervů, receptory - škára

Řez kůží

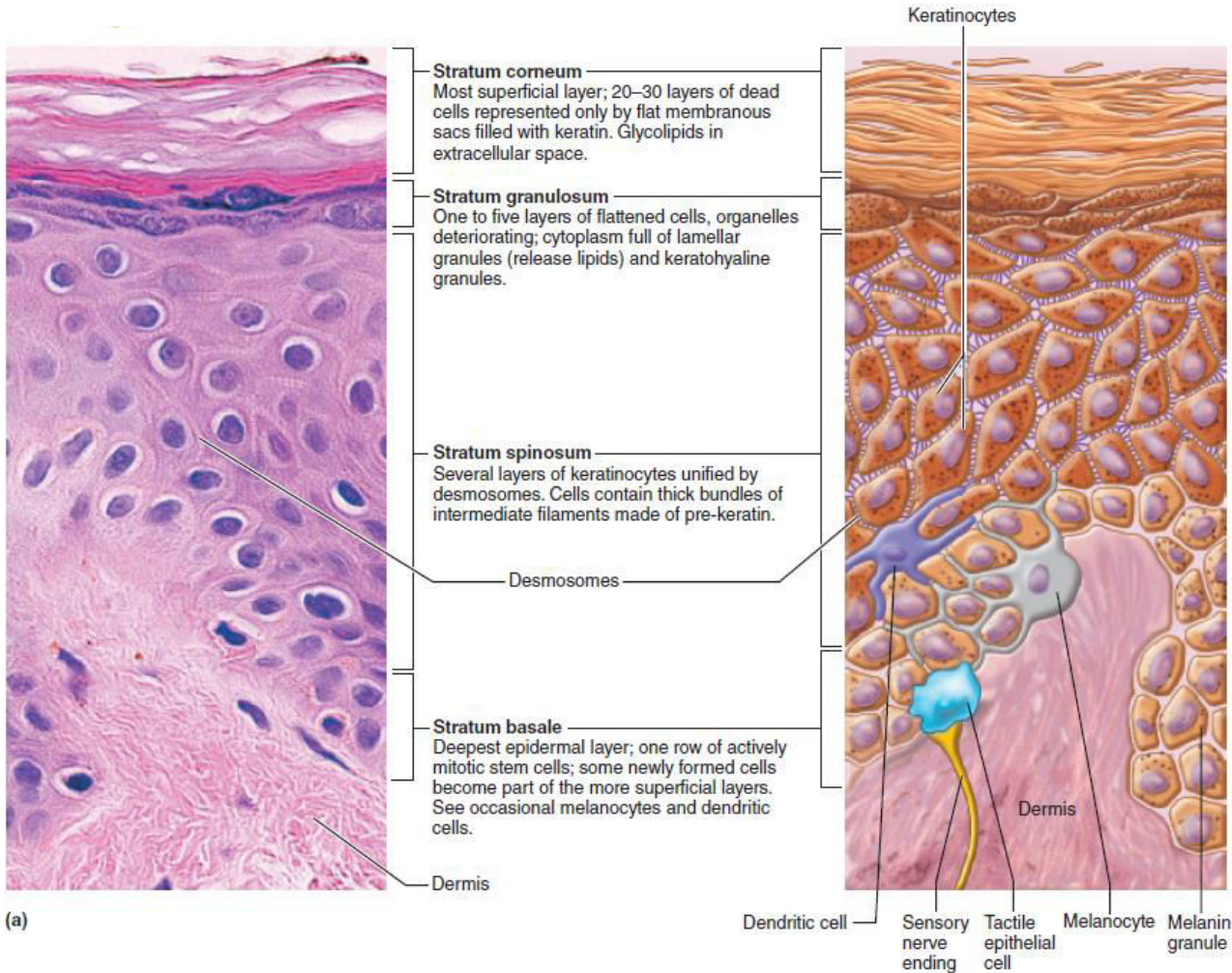
Pokožka

Škára

Podkožní tuk



Tvorba kůže

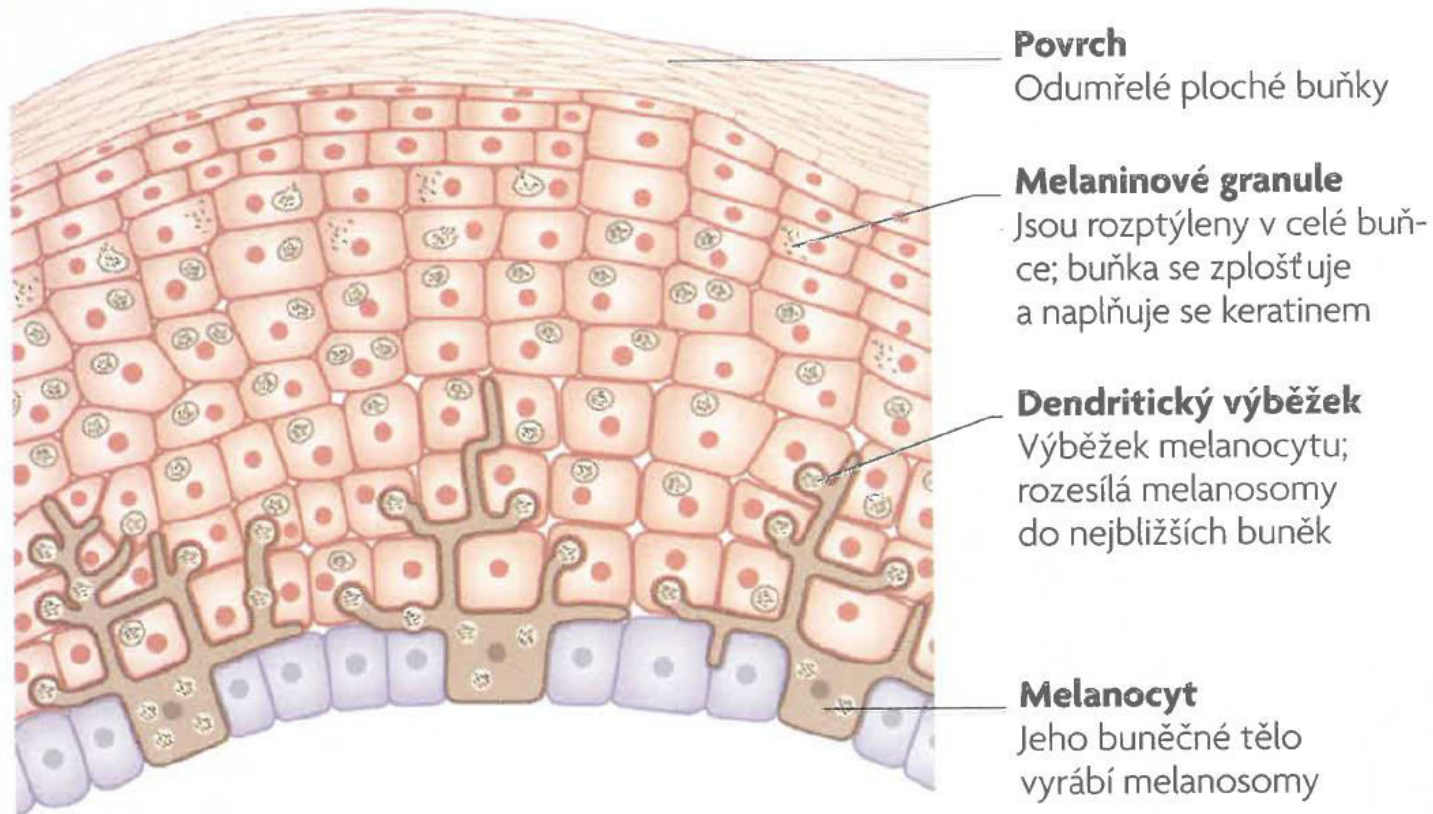


obsah keratinu

(a)

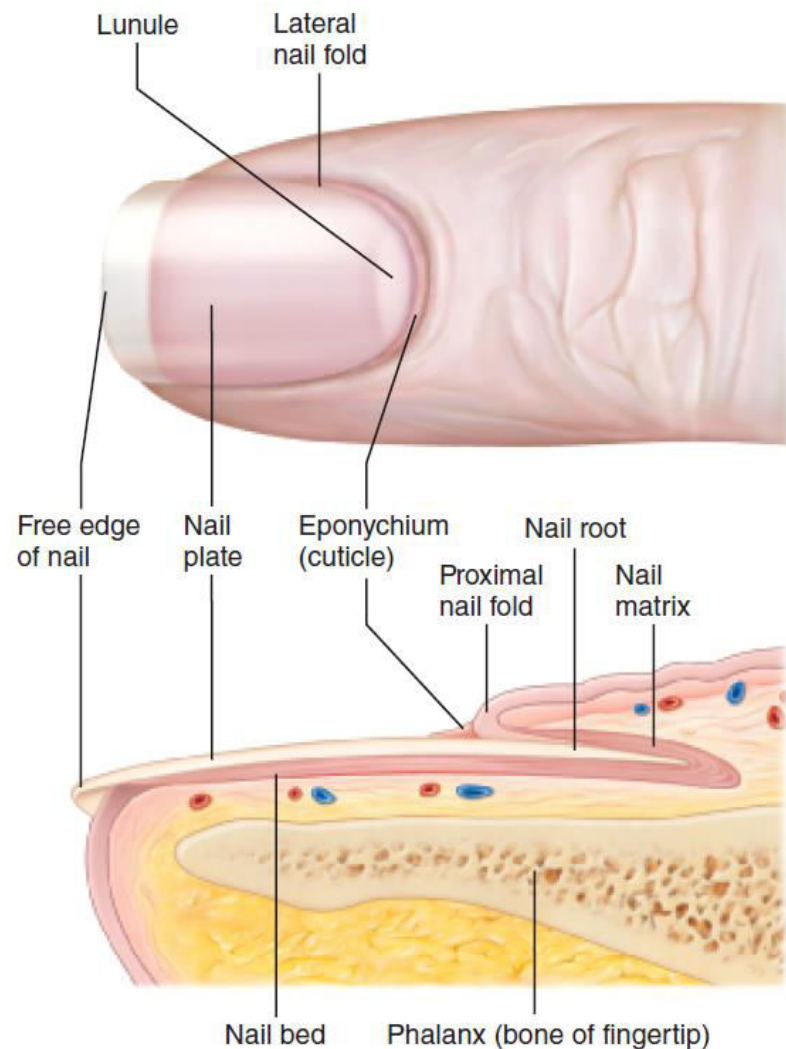
Tvorba pigmentu - melanocyty

- výběžky do horních částí epidermis
- produkují granula – čím více degranulují, tím tmavší pigment



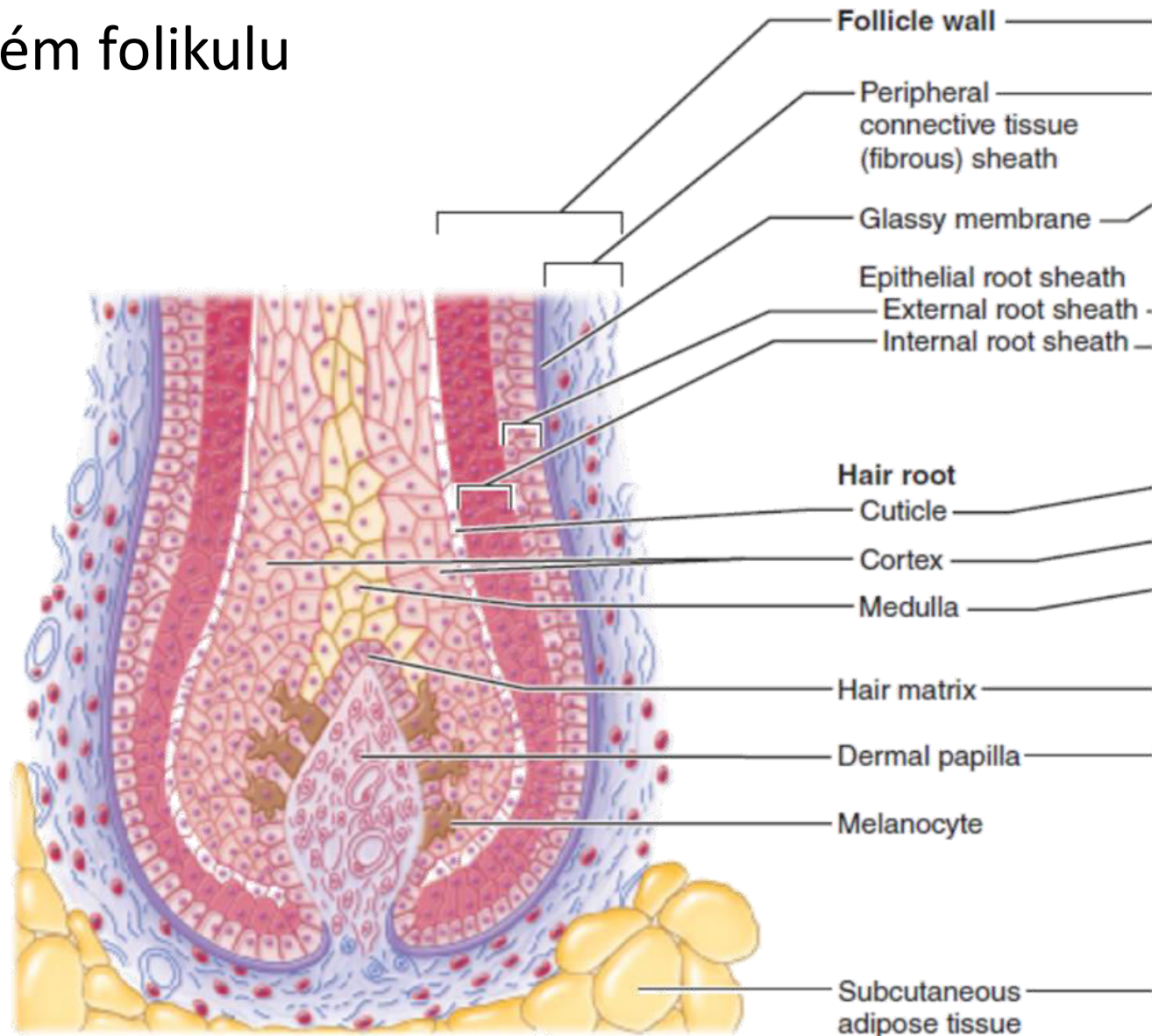
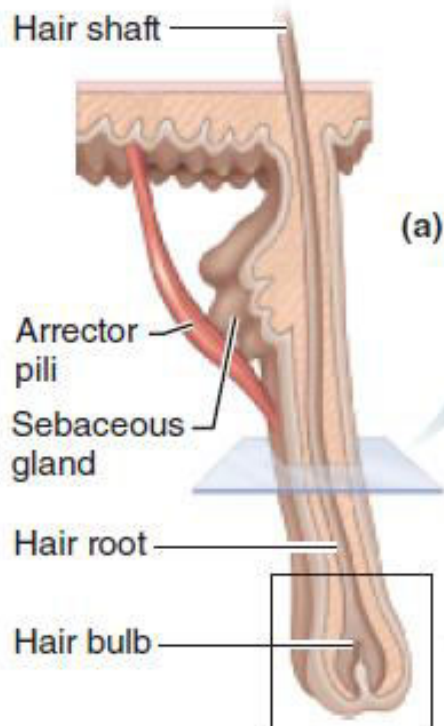
Nehty

- nehtové lůžko - epidermis
- kutikula (eponychium) – záhyby nehtu
- matrix – aktivní růst, silná vrstva → bílá lunula
- růst cca 0,5mm za týden



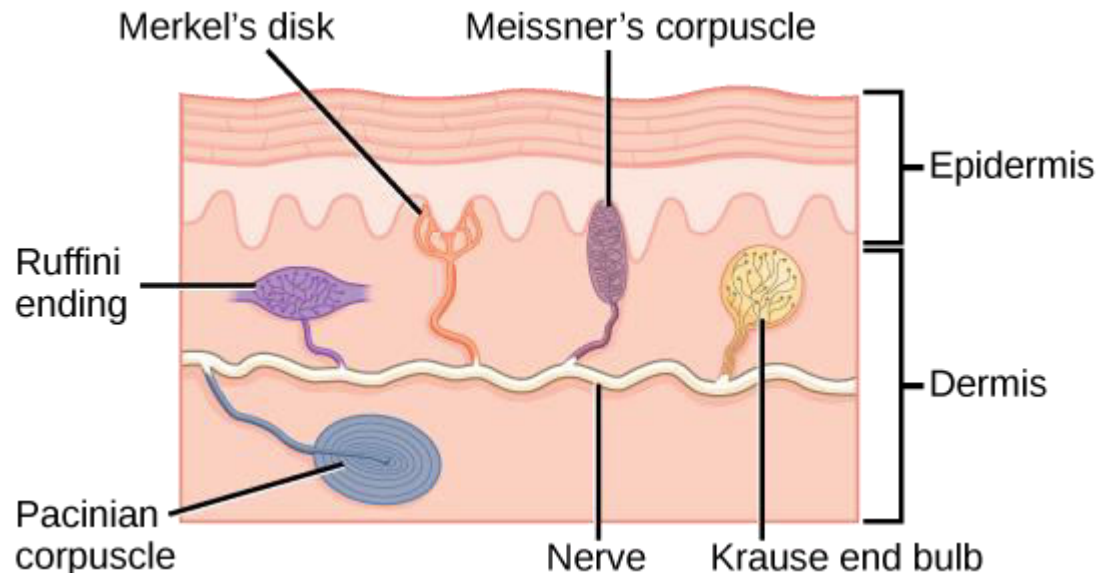
Vlasy a chlupy

- kořen ve vlasovém folikulu




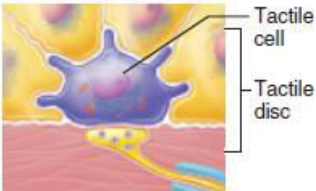
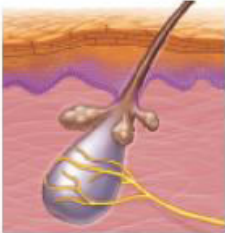
Senzory v kůži

- Volná nervová zakončení – svědění, teplota, lehký dotek
- Merkelovo tělísko – slabý dotek, lehký tlak
- Meissnerovo tělísko – citlivé, lehký tlak a dotek
- Ruffiniho tělísko – dlouhodobý tlak (není termoreceptor)
- Vater-Paciniho tělísko – silný a trvalejší tlak
- Krauseho tělísko - chlad


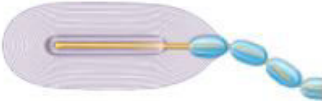
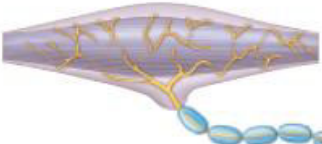


Kožní typy sensorů

volné senzory (obnažené)

Structural Class	Illustration	Functional Class According to Location (L) and Stimulus Type (S)	Body Location
FREE NERVE ENDINGS Free nerve endings of sensory neurons		L: Exteroceptors, interoceptors, and proprioceptors S: Nociceptors (pain), thermoreceptors (heat and cold), mechanoreceptors (pressure), chemoreceptors	Most body tissues; most dense in connective tissues (ligaments, tendons, dermis, joint capsules, periosteum) and epithelia (epidermis, cornea, mucosae, and glands)
<i>Modified free nerve endings:</i> Epithelial tactile complexes (Merkel discs)		L: Exteroceptors S: Mechanoreceptors (light pressure), slowly adapting	Basal layer of epidermis
Hair follicle receptors		L: Exteroceptors S: Mechanoreceptors (hair deflection), rapidly adapting	In and surrounding hair follicles

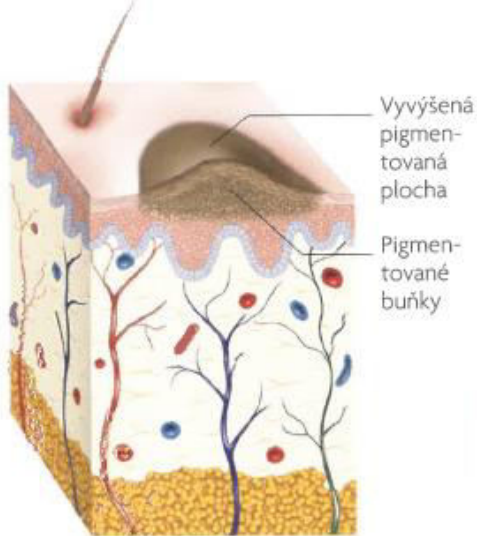
Opouzdřené

ENCAPSULATED Tactile (Meissner's) corpuscles		L: Exteroceptors S: Mechanoreceptors (light pressure, discriminative touch, vibration of low frequency), rapidly adapting	Dermal papillae of hairless skin, particularly nipples, external genitalia, fingertips, eyelids
Lamellar (Pacinian) corpuscles		L: Exteroceptors, interoceptors, and some proprioceptors S: Mechanoreceptors (deep pressure, stretch, vibration of high frequency); rapidly adapting	Dermis and hypodermis; periosteum, mesentery, tendons, ligaments, joint capsules, most abundant on fingers, soles of feet, external genitalia, nipples
Bulbous corpuscle (Ruffini endings)		L: Exteroceptors and proprioceptors S: Mechanoreceptors (deep pressure and stretch); slowly adapting or nonadapting	Deep in dermis, hypodermis, and joint capsules

Poranění a choroby kůže

- Akné, nežity, bradavice, cysty
- Ekzémy, vyrážky
- Rány, popáleniny, pohmožděniny, puchýře
- Plešatost
- Psoriáza
- Rakovina

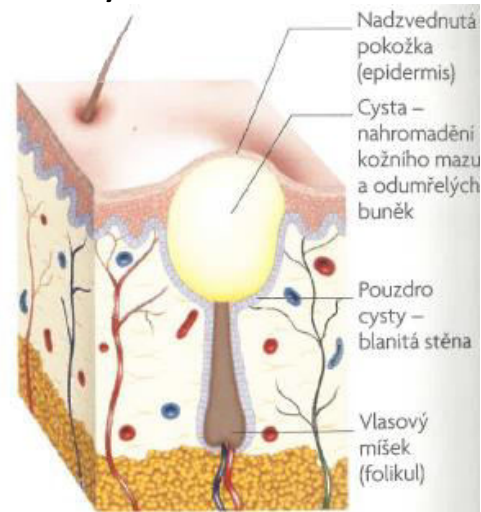
Znaménko



ZNAMÉNKO V PRŮŘEZU

Pigmentovaná plocha znaménka sice může být vyvýšená, ovšem dolů do buněk pod pokožkou se pigmentace nešíří.

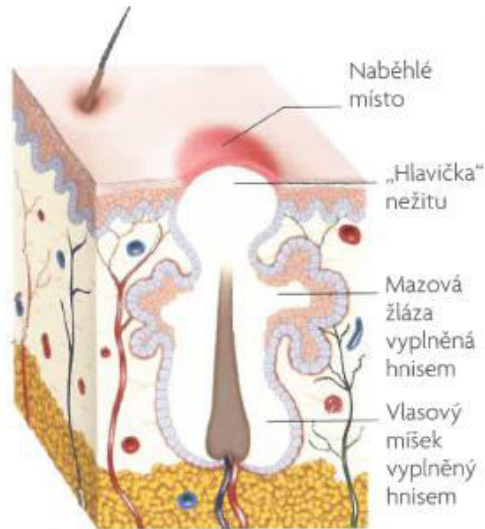
Cysta



CYSTA V PRŮŘEZU

Nad vyklenutou bulkou v místech, kde tato mazová cysta vystupuje ze škáry, je pokožka nadvzdutá a napjatá.

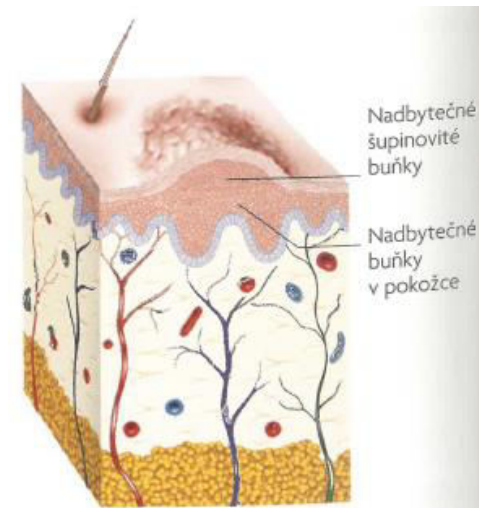
Nežít



NEŽIT V PRŮŘEZU

Hnisem zde je vyplněn vlasový míšek i mazová žláza. Na pokožce se to projevuje jako naběhlé místo, zarudlé a na dotek bolestivé.

Bradavice

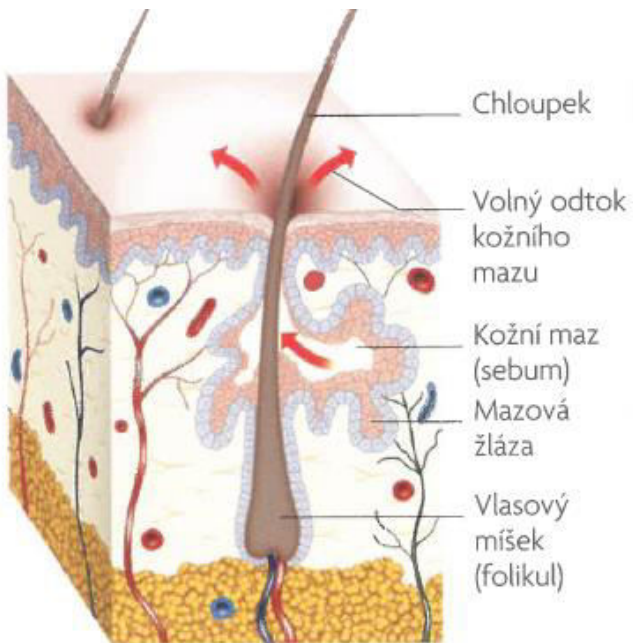


BRADAVICE V PRŮŘEZU

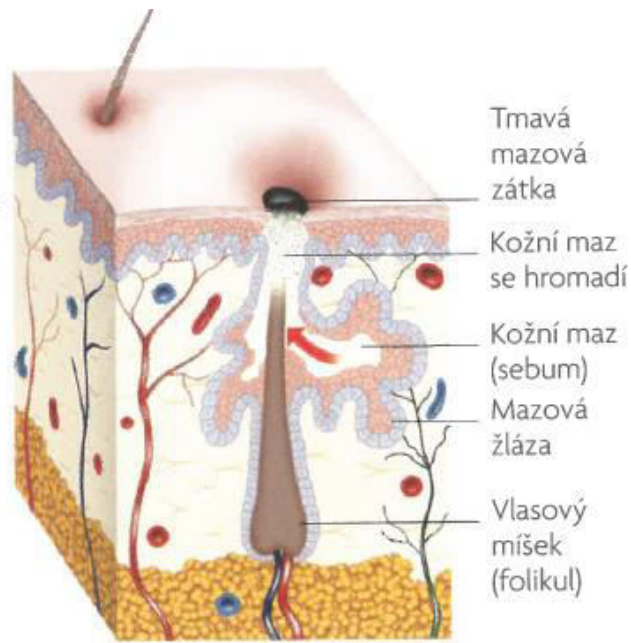
Tato typická obyčejná kožní bradavice je projevem nadměrného bujení epidermálních buněk (buněk pokožky).

Akné - trudovitost

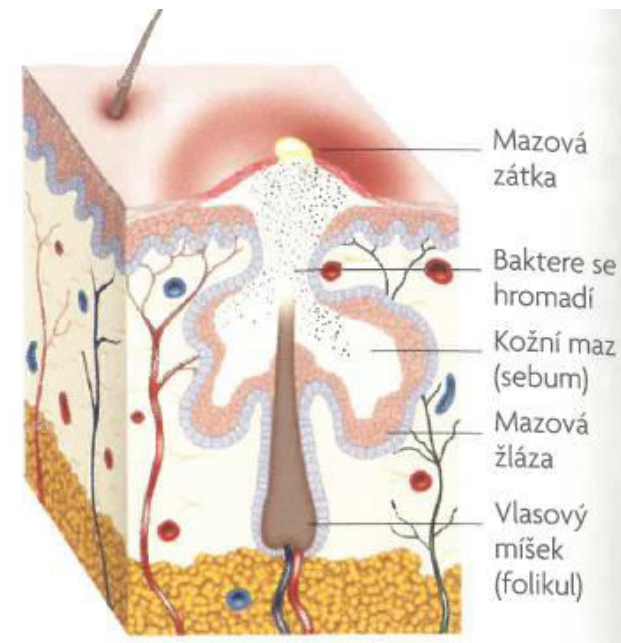
- ucpání mazové žlázy



NORMÁLNÍ VLASOVÝ MÍŠEK



KOMEDO (UHER)



INFIKOVANÝ VLASOVÝ MÍŠEK

Rakovina kůže

- Bazalocelulární karcinom obvykle benigní
- Skvamózní karcinom
- Melanom – nejnebezpečnější, maligní, metastáze do orgánů



(a) Basal cell carcinoma



(b) Squamous cell carcinoma



(c) Melanoma