




5. Koncept a klasifikace tkání

Petr Vaňhara, PhD.
 Ústav histologie a embryologie LF MU
 pvanhara@med.muni.cz


Organizace lidského těla


Konfucius



1. The Crown Chakra
2. The Third Eye Chakra
3. The Throat Chakra
4. The Heart Chakra
5. The Solar Plexus Chakra
6. The Sacral Chakra
7. The Base/Root Chakra

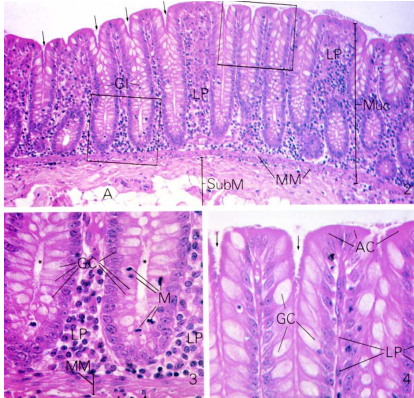
Avicenna





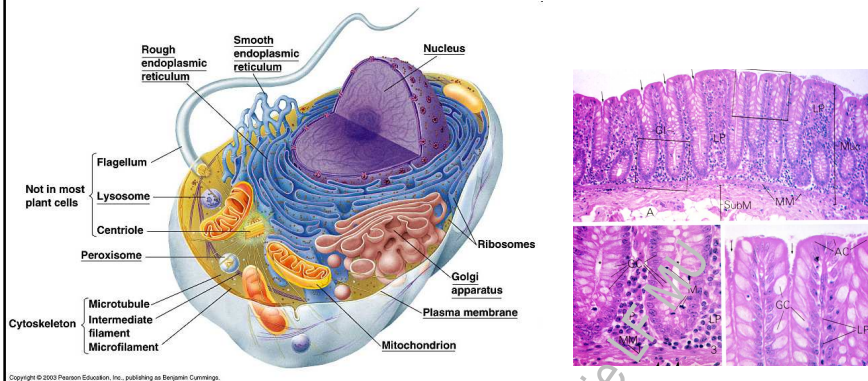
Aristoteles a navazující středověká medicína

Jan E. Purkyně
 Matthias J. Schleiden
 Theodor Schwann
 Robert Remak
 Rudolf Virchow
 a další



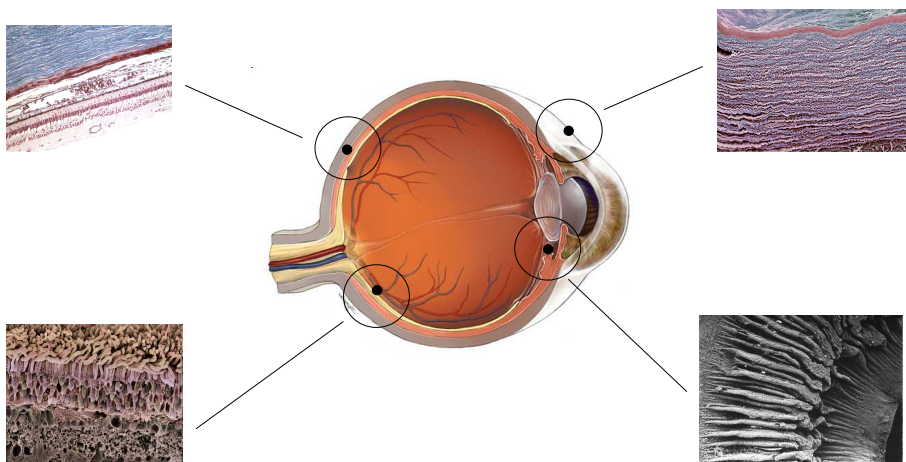
Moderní buněčná teorie

- Organismy jsou složeny ze základních jednotek - buněk
 - Nové buňky vznikají pouze dělením stávajících buněk
 - Buňky představují termodynamicky otevřený systém
 - Dědičná informace se přenáší na dceřině generace
 - Buňky se neliší v základním chemickém složení



Tkáň

Funkční, trojrozměrné, organizované seskupení morfologicky **podobných** buněk a jejich **produktů a derivátů**

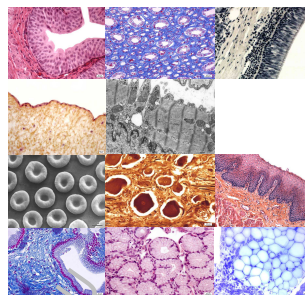


Buňky a tkáně v číslech



→ <http://www.copewithcytokines.de/cope.cgi>

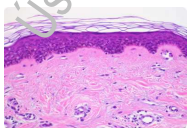
- cca 6×10^{13} buněk
- více než 200 různých typů
- čtyři základní typy tkání
- tkáně jsou v různém zastoupení a kombinacích základem orgánů a orgánových soustav



Současná klasifikace tkání

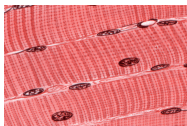
Na základě **morfologických** a **funkčních** znaků

Epitelová



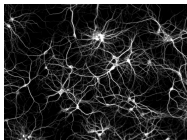
Kontinuální, avaskulární vrstvy buněk s různou funkcí, orientovaných do volného prostoru, se specifickými mezibuněčnými spoji a minimem mezibuněčného prostoru a ECM
Deriváty všech tří zárodečných listů

Svalová



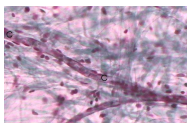
Obsahují myofibrily → schopnost kontrakce
Derivát mezodermy - KS, myokard, mezenchymu - HS
Výjimečně ektoderm (např. m. sphincter a m. dilatator pupillae)

Nervová



Neurony a neuroglie
Příjem a přenos elektrického vzruchu
Derivát ektodermy, výjimečně mezenchymu (mikroglie)

Pojivová

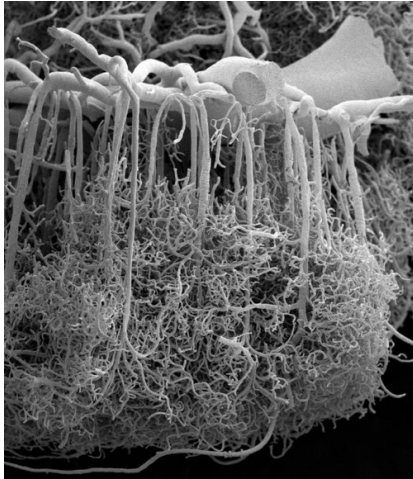


Dominantní přítomnost extracelulární matrix
Vazivo, chrupavka, kost, tuková tkáň
Derivát zejména mezenchymu

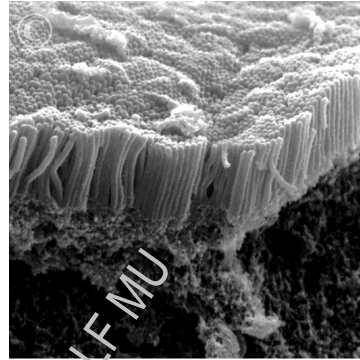
Mikroskopická stavba tkání

Morfologie tkání je dána biologickými vlastnostmi buněk, zejména:

- adaptací pro určitou funkci
- evoluční historií a embryonálním původem
- genovým/proteinovým profilem



<http://www.livescience.com/14413-brain-images-portalts-mind.html>
Vaskularizace isokortexu

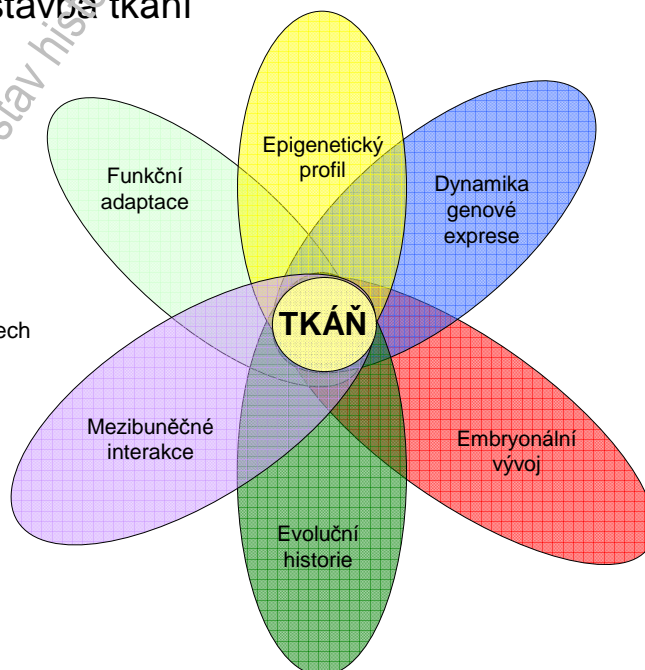


Kartáčový lem na povrchu tenkého střeva

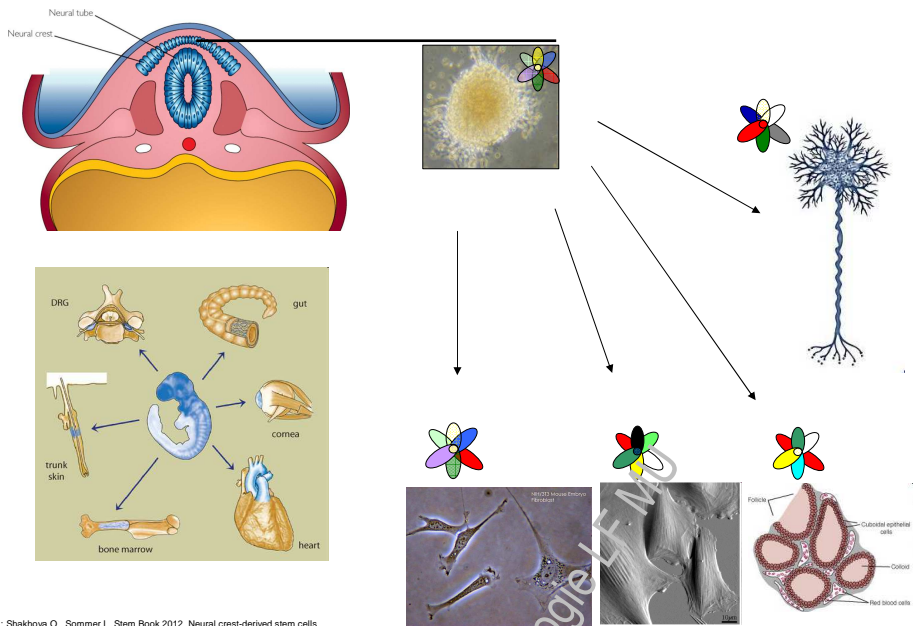
Mikroskopická stavba tkání

Je dána průnikem velkého množství parametrů

Rozdíly v těchto parametrech se odrážejí ve vlastní histologické stavbě tkání



Příklad plasticity tkání – buňky neurální lišty



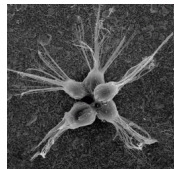
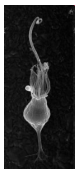
Evoluční historie

Redukce vlastní buněčné identity během vývoje mnohobuněčných organismů

- Striktní kontrola buněčného dělení
- Schopnost diferenciaci a funkční specializace
- Programovaná buněčná smrt

Selekční tlak vedoucí k vytvoření efektivní mezibuněčné kooperace

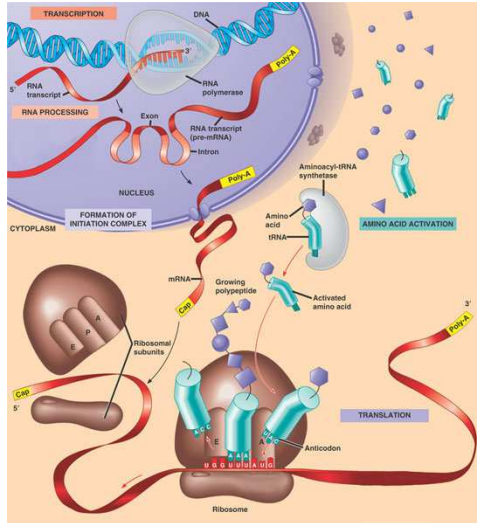
- Transport živin, pohyb, reprodukce...



Evoluční novinky

- Lokomoční polarita, bazální membrána, mezibuněčná spojení
- Extracelulární trávení, chemické (acetylcholin) a elektrické synapse, senzorké buňky
- Primární (apikální-blastoporální) a sekundární (anterio-posteriorní) osa těla
- Příčné pruhované svaly, protonefridie (vylučovací systém)

Genová exprese a její dynamika



Gen (DNA)
Primární transkript (pre-mRNA)
 Sestřih a post-transkripční modifikace
Sekundární transkript (mRNA)
Translace (protein)
 Post-translační modifikace
Export nebo utilizace

↓

Proliferační/Diferenční/Apoptóza
 Produkce ECM, enzymů, strukturálních proteinů
 Mezibuněčná komunikace

↓

Buněčná a tkáňová variabilita

Embryonální původ

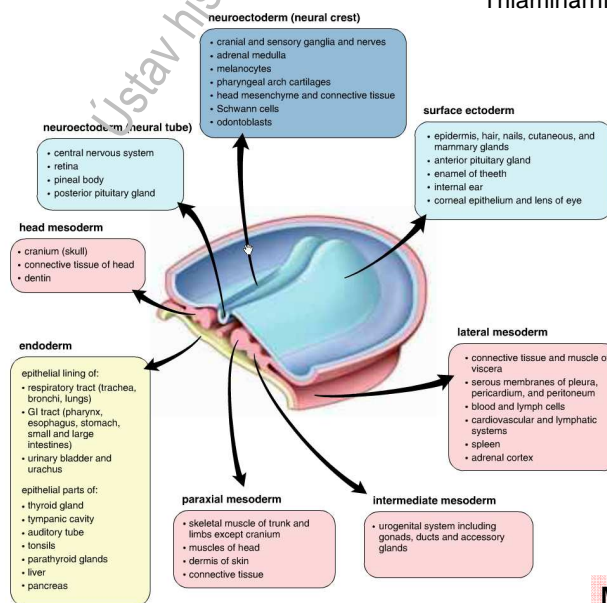
Trilaminární zárodečný disk

(3. týden)

Ektoderm

Entoderm

Mesoderm



Embryonální původ

Ektoderm

- Epidermis a její deriváty
 - Rohovka a epitel čočky
 - Zubní sklovina
 - Vnitřní ucho
 - Adenohypofýza
 - Epitel ústní dutiny a části análního kanálu
- Povrchový ektoderm**
- **Neurální trubice** a její deriváty:
 - CNS
 - Retina
 - Neurohypofýza
 - Epifýza
- Neuroektoderm**
- **Neurální lišta** a její deriváty:
 - Kraniální, spinální, autonomní ganglia, PNS
 - Schwanovy buňky, gliální buňky,
 - Chromafinní buňky nadledviny
 - Enteroendokrinní buňky
 - Melanoblasty
 - Mesenchym hlavy a jeho deriváty – faryngeální oblouky
 - Odontoblasty

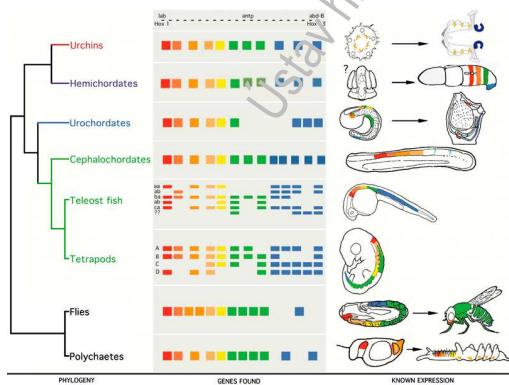
Mesoderm

- Hlavový**
 - Pojivová tkáň hlavy, lebka, dentin
- Paraxiální**
 - Kosterní svalovina hlavy, trupu a končetin
 - Dermis
 - Pojivová tkáň
- Intermediální**
 - Urogenitální systém + vývody a přídatné žlázy
- Laterální**
 - Viscerální pojivová tkáň
 - Serózní membrány pleury, peritonea a perikardia
 - Krevní buňky, leukocyty
 - Kardiovaskulární a lymfatický systém
 - Slezina
 - Adrenální kortex

Entoderm

- Epitel GIT s výjimkou ústní dutiny a části análního kanálu
- Extramurální žlázy GIT
- Epitel močového měchýře a trubice
- Epitel respiračního systému
- Thyroidea, parathyroidní tělíška, thymus
- Parenchym tonsil
- Epitel cavum tympani a Eustachovy trubice

Molekulární principy histogeneze



doi:10.1038/sj.hdy.6800872

Příklad: Hox komplex
 Vysoce konzervovaná skupina transkripčních faktorů určujících základní stavbu a orientaci těla

Tkáňová diferenciace podél antero-posteriorní osy

Člověk (39 genů)		
Cluster	Chromozom	Počet Hox genů
HoxA	7	11
HoxB	17	10
HoxC	12	9
HoxD	2	9



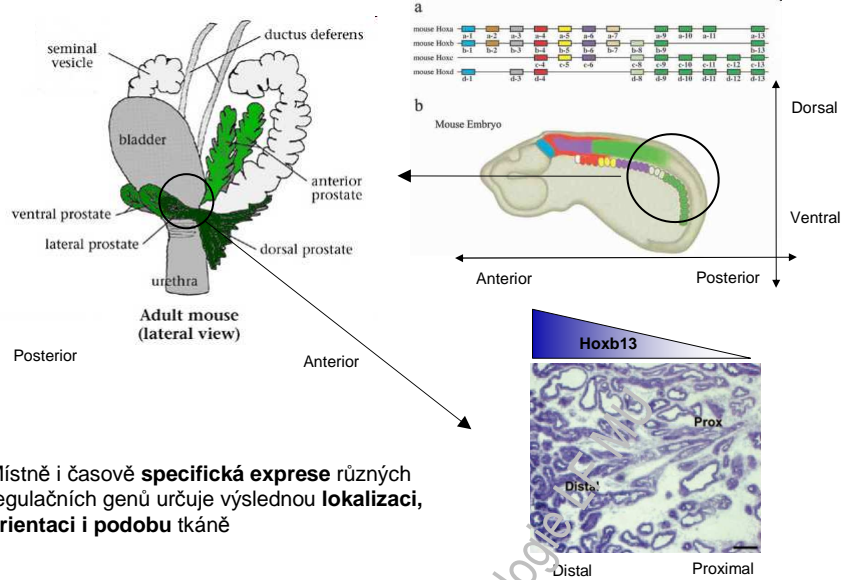
Vrozené vývojové vady a HOX geny

hand-foot-genital syndrom – mutace HOXA13
 synpolydaktylie – mutace HOXD13

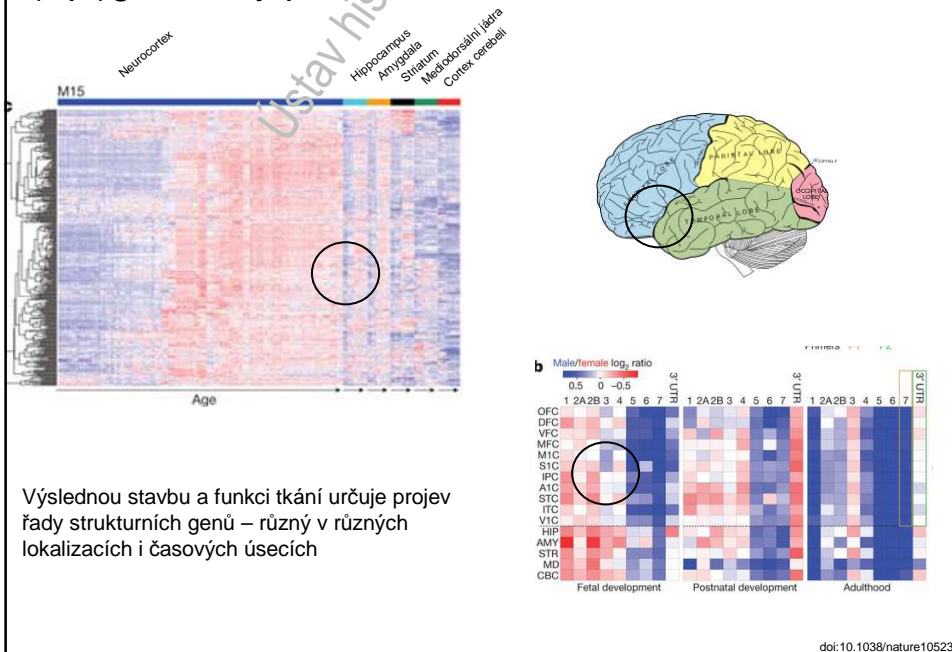
Hox komplex a morfogenetické pole

Příklad: Diferenciace myšičího urogenitálního traktu (prostata)

doi: 10.1210/en.2006-1250



(Epi)genetický profil tkání

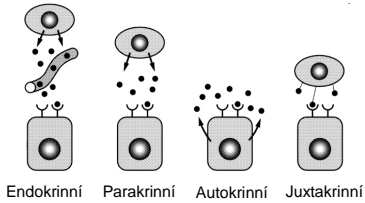


doi:10.1038/nature10523

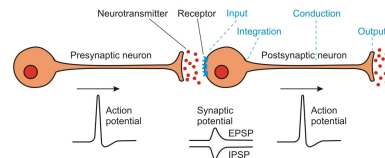
Mezibuněčné interakce a komunikace

Řízení a koordinace základních buněčných dějů na úrovni tkání

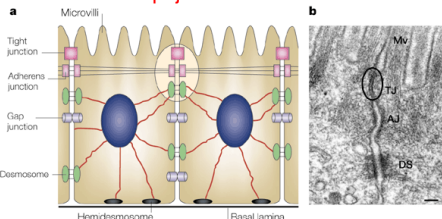
Signální molekuly



Elektrický signál / chemická synapse



Mezibuněčné spoje

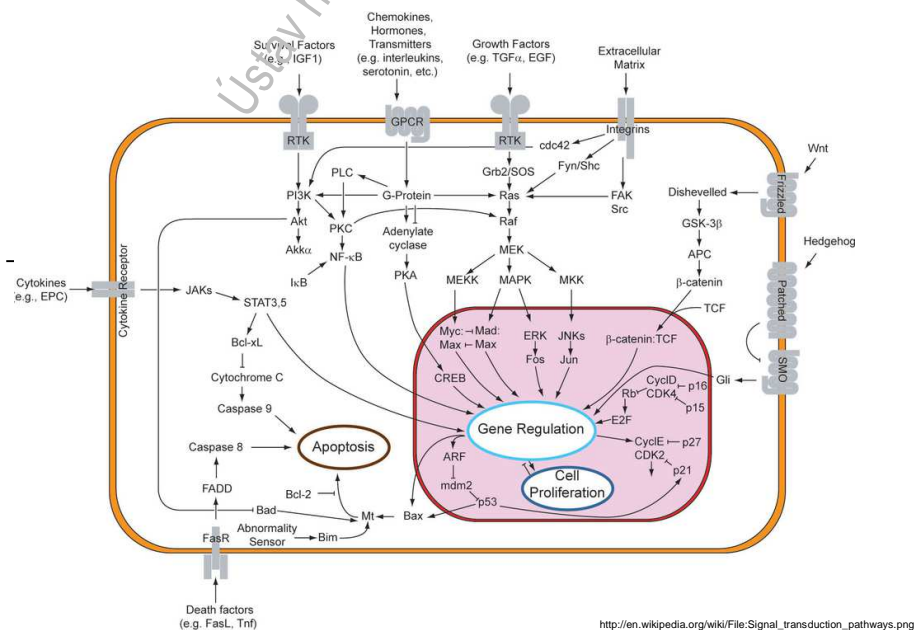


Buněčná reakce

- proliferace
- diferenciace
- zánik
- funkční odpověď

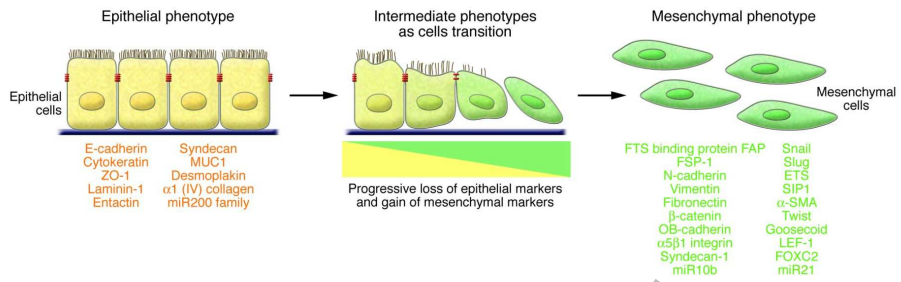
doi:10.1097/00004647-200010000-00001

Intracelulární signalizace a výsledný buněčný fenotyp



Tkáň je dynamická struktura se značnou plasticitou

Epiteliální – mesenchymální tranzice (EMT)



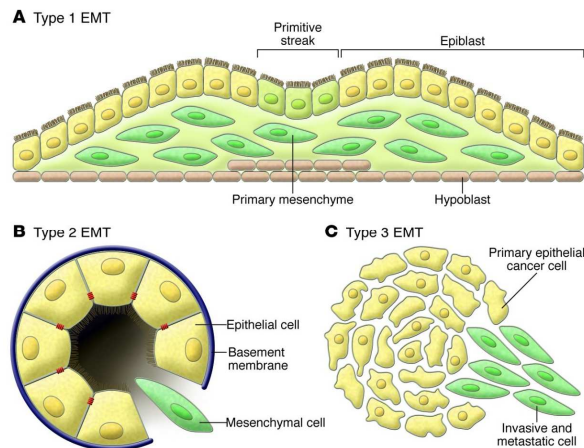
J Clin Invest. 2009;119(6):1420–1428. doi:10.1172/JCI39104.

Tkáň je dynamická struktura se značnou plasticitou

EMT - Klinické souvislosti?



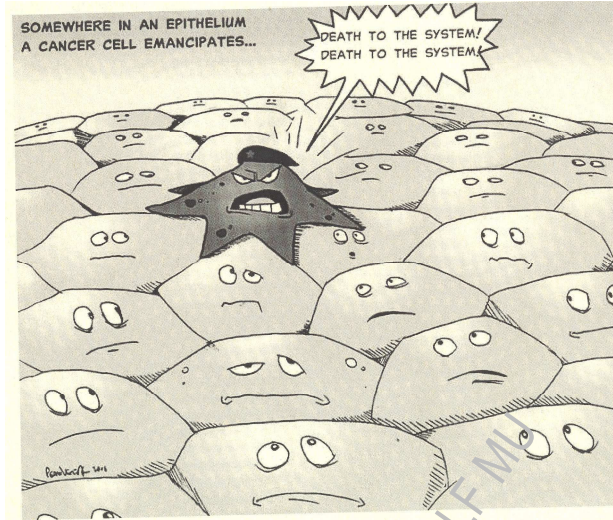
Embryonální vývoj



Zánětlivé procesy, destrukce tkání vazivem

Nádorové buňky – tvorba metastáz

Což má i odvrácenou tvář



Proč se zajímat o embryonální vývoj tkání a molekulární mechanismy histogeneze?

- Regenerativní a transplantční medicína
- Individualizace léčby na míru konkrétnímu pacientovi
- Vývoj a testování specifických léčiv
- Modelování různých onemocnění

In vivo generation of β -cell-like cells from CD34⁺ cells differentiated from human embryonic stem cells

A. Daisy Goodrich, Adel Ersek, Nicole M. Varain, Daria Groza, Mihai Cenariu, David S. Thain, Graca Almeida-Porada, Christopher D. Porada, and Esmail D. Zanjani

Department of Animal Biotechnology, University of Nevada, Reno, Reno, Nev., USA
(Received 8 February 2010; revised 24 February 2010; accepted 3 March 2010)

Journal of Molecular Neuroscience
Copyright © 2014 Humana Press Inc.
All rights of any nature whatsoever reserved.
ISSN 0895-8606/14/24353-386/\$25.00

ORIGINAL ARTICLE

Embryonic and Adult Stem Cells As a Source for Cell Therapy in Parkinson's Disease

Yossef S. Levy, Merav Stroomza, Eldad Melamed, and Daniel Offen*

Laboratory of Neurosciences, Felsenstein Medical Research Center, and Department of Neurology, Rabin Medical Center-Beilinson Campus, Petah Tikva; Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

Received April 19, 2004; Accepted July 5, 2004



Can human embryonic stem cells contribute to the discovery of safer and more effective drugs?
Gabriela Gebwin Cezzar

Full text provided by www.scienceirect.com
ScienceDirect

Journal of Molecular Neuroscience
Volume 28(1), Article ID 150135, 14 pages
doi:10.1155/2011/150135

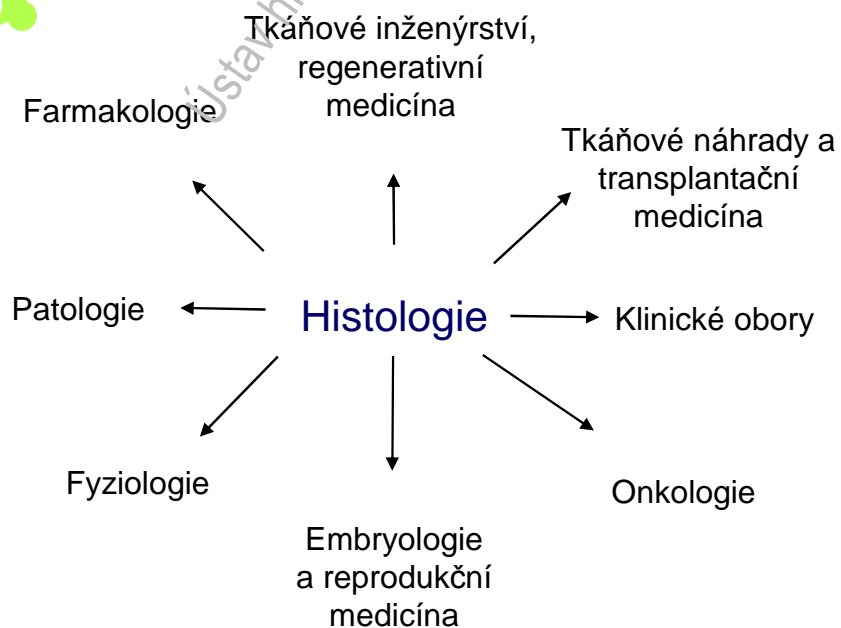
Review Article

Modeling Neurological Disorders by Human Induced Pluripotent Stem Cells

Tanut Kukkanjanawan, Parinya Noisa, and Rangsun Parmpai

Embryo Technology and Stem Cell Research Center, School of Biotechnology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

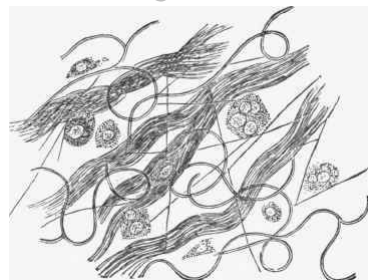
Je znalost mikroskopické stavby tkání důležitá pro klinickou medicínu?



Po této přednášce máte představu o:

- ✓ definici základních pojmů, klasifikaci a složení tkání
- ✓ parametrech určujících organizaci a stavbu tkání
- ✓ významu mezibuněčné komunikace v udržení integrity tkání
- ✓ embryonálním původu a klasifikaci základních tkání lidského těla

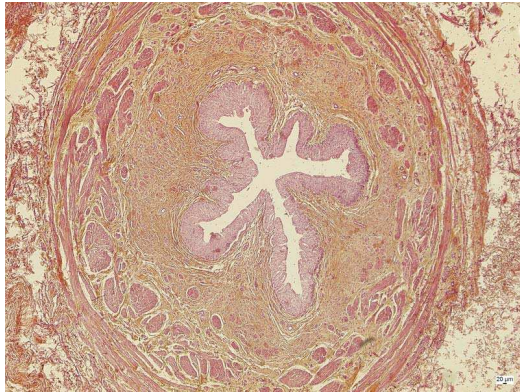
Přestávka



6. Pojivové tkáně

Pojivová tkáň a její funkce

Podmíněna mechanickými vlastnostmi → spojování ostatních tkání, kompartmentalizace, opora, fyzikální a chemické prostředí, vaskularizace a inervace, imunologická podpora, uchování zásobních látek



Obecné složení pojivové tkáně

Všechny pojivové tkáně jsou složeny z **buněk** a **mezibuněčné hmoty**

Buňky pojivové tkáně

Vazivo – trvalé a přechodné buněčné populace (fibroblasty, buňky imunitního systému, adipocyty, kmenové buňky)

Chrupavka – chondroblasty/chondrocyty

Kost – osteoblasty/osteocyty/osteoklasty

Mezibuněčná hmota

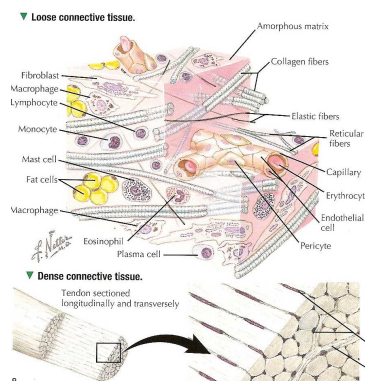
– **fibrilární** a **interfibrilární** (amorfní)

Fibrilární komponenta (vláknitá složka)

- kolagenní
- retikulární
- elastická

Interfibrilární komponenta (základní hmota amorfní)

- Komplexní matrix složená z glykoproteinů a proteoglykoanů
- Konkrétní složení závisí na konkrétním typu tkáně (vazivo × chrupavka × kost)



Obecná klasifikace pojivové tkáně

Embryonální pojivová tkáň

- Mezenchym
- Rosolovitá pojivová tkáň (Whartonův rosol, v dospělosti zubní pulpa, stroma duhovky)

Pojivová tkáň v dospělém organismu

- Areolární (řídké, intersticiální) vazivo
- Husté kolagenní neuspořádané vazivo

} Vlastní pojivová tkáň

- Husté kolagenní uspořádané vazivo
- Elastické vazivo
- Retikulární vazivo
- Tuková tkáň
- Chrupavka
- Kost

} Specializovaná pojivová tkáň

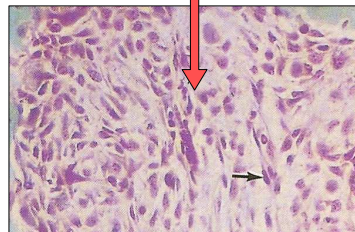
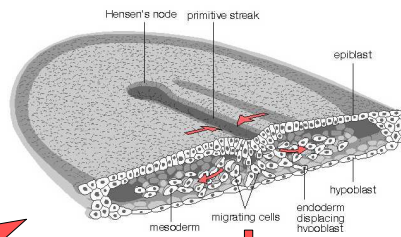
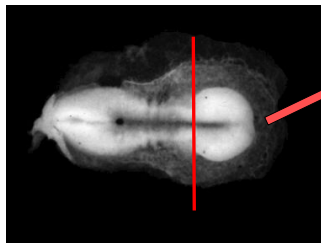
- Krev a hematopoetická tkáň
- Lymfatická tkáň

} Trofická pojivová tkáň (tělní tekutiny)

Embryonální původ pojivové tkáně

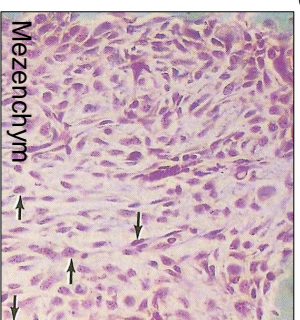
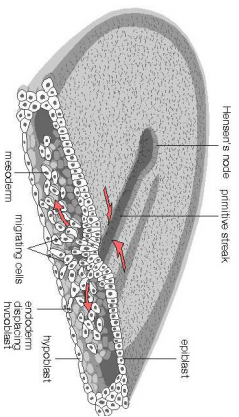
- Embryonální mezenchym = řídká houbovitá tkáň mezi zárodečnými listy
- odvozený z mezodermy; kraniofaciální mezenchym z buněk neurální lišty
- Prostorová síť hvězdicovitých nebo větvenovitých buněk
- Rosolovitá základní amorfni hmota

DEN 12 embryonálního vývoje

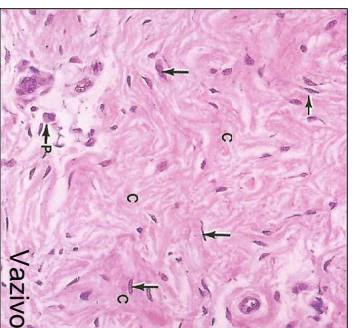


http://www.mun.ca/biology/desmid/brian/BIOL_3530/DB_Ch02/DBNModel.html

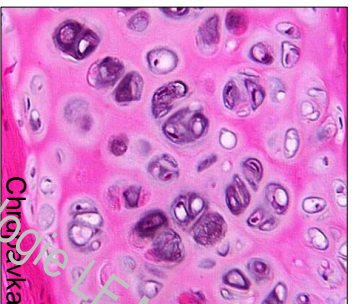
Embryonální původ pojivové tkáně



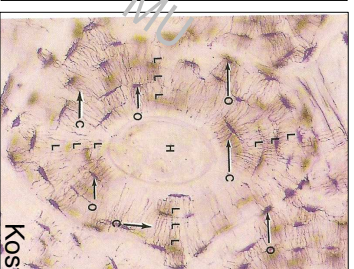
Mezenchym



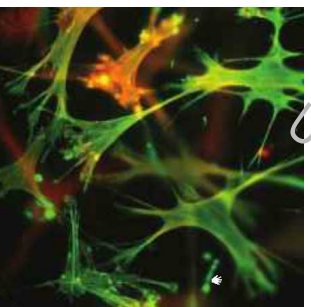
Vazivo



Chřtávek



Kost



Vazivo

Obecné složení

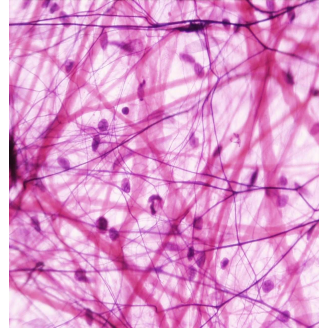
Buňky

Fixní buňky

- Fibroblasty/fibrocyty/myofibroblasty
- Retikulární buňky
- Tukové buňky
- Pigmentové buňky
- Nediferencované multipotentní buňky

Migrující (bloudivé)

- Makrofágy pojivové tkáně = histiocyty
- Plazmatické buňky
- Lymfocyty, granulocyty
- Heparinocyty
- ...



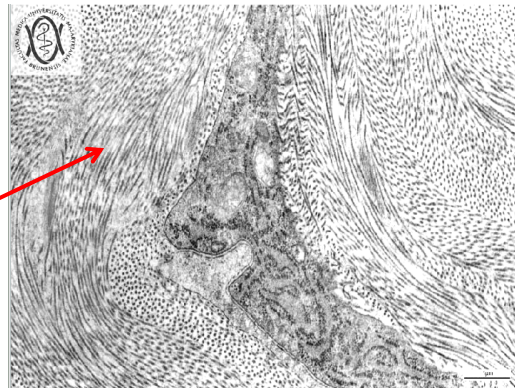
Extracelulární matrix (mimobuněčná hmota)

- Vlákenná (fibrilární) složka
- Základní amorfní hmota

Mezibuněčná hmota - fibrilární komponenty pojiv

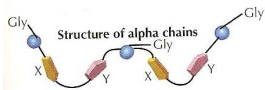
Kolagenní vlákna

- skupina fibrilárních proteinů kódovaných 28 geny (stav 2011)
- polymer – podjednotka = tropokolagen; trojitá šroubovice
- různé strukturální a mechanické vlastnosti (tuhost, pružnost, tloušťka...)
- nejhojnější protein lidského těla (až 30% suché hmotnosti)



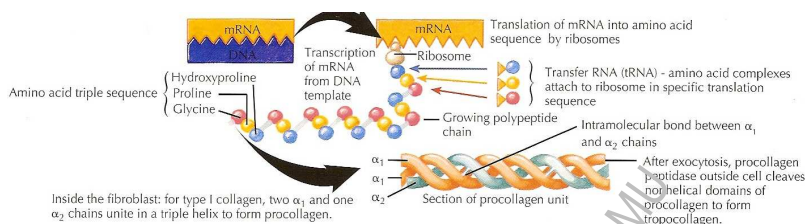
Syntéza kolagenu

Polyribozomy se váží na GER a syntetizují peptidové řetězce (cca 250 AA, 28kDa)



V GER dochází k posttranslační modifikaci (hydroxylace prolinu a lysinu – kofaktor vitamin C)

Řetězce tvoří trojitou šroubovici



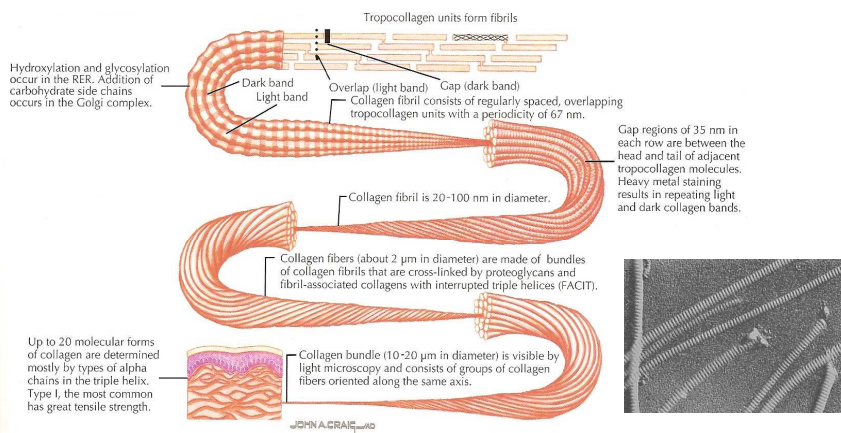
V GA je prokolagen dále modifikován a sekretován z buňky

Syntéza kolagenu

Prokolagen je modifikován na tropokolagen (prokolagenpeptidázou)

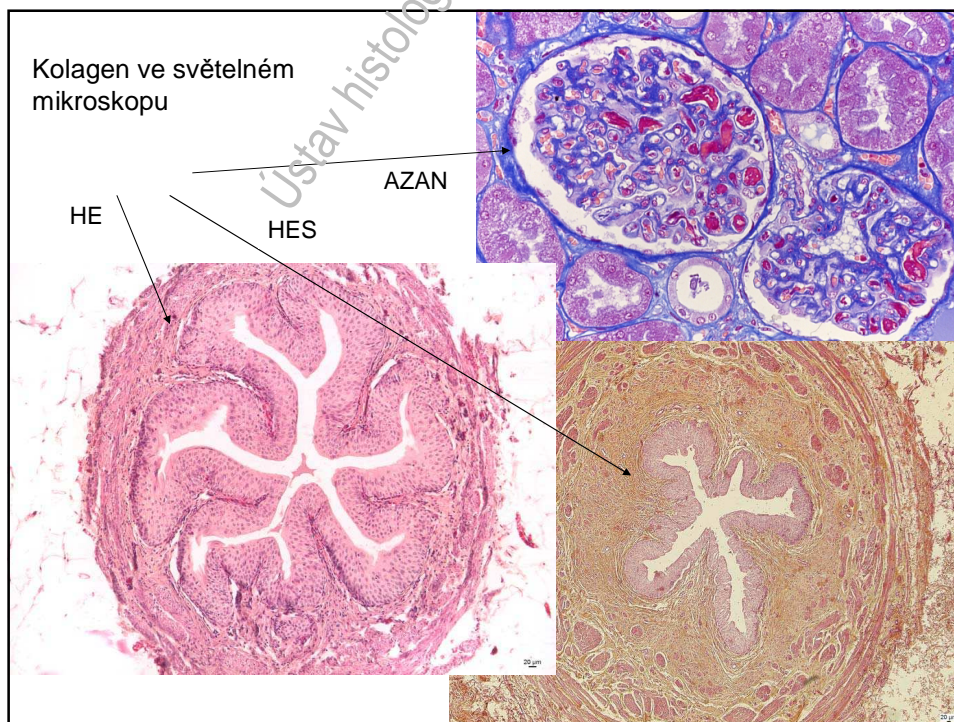
Tropokolagen se organizuje do vyšších struktur

Vlákna jsou vzájemně propojena (lysiloxidázy)



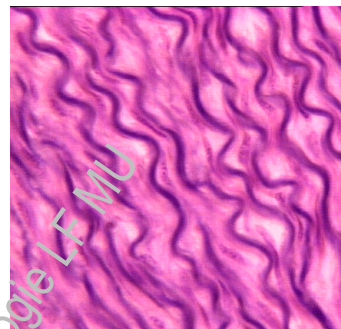
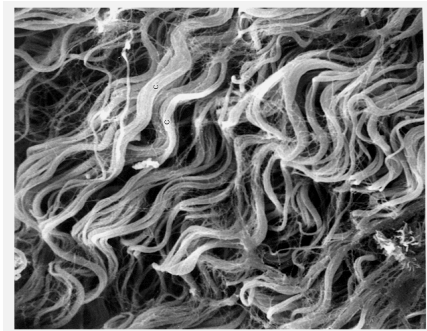
Kolagen

Typ	Výskyt ve tkáních	Struktura	Hlavní funkce
I	Kost, šlachy, meniskus, dentin, škára, pouzdra orgánů, řídké vazivo, 90% typ I	Fibrily (75nm) - vlákna (1-20 μ m)	Odolnost v tahu
II	Hyalinní a elastická chrupavka	Fibrily (20nm)	Odolnost v tlaku
III	Kůže, cévy, hladké svalstvo, děloha, játra, slezina, ledvina, plíce	Jako I, s vysokým podílem proteoglykanů a glykoproteinů - retikulární síť	Tvar
IV	Bazální laminy epitelu a endotelu, bazální membrány	Netvoří fibrily ani vlákna	Mechanická podpora
V	Laminy svalových buněk a adipocytů, placenta, plodové obaly	Podobný IV	
VI	Intersticiální tkáň, chondrocyty - adheze		spojení mezi škárrou (dermis) a pokožkou (epidermis)
VII	Bazální membrána epitelů		
VIII	Některé endotelu (rohovka)		
X	Růstová ploténka, mineralizující chrupavka		růst kostí, mineralizace



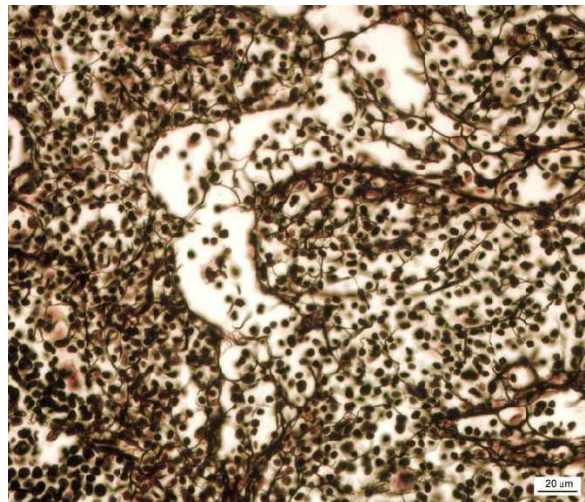
Elastická vlákna

- méně početná než vlákna kolagenní
- polymer – tropoelastin
- Desmosin, isodesmosin
- minimální tahová pevnost, při přetažení ztráta pružnosti
- redukují hysterezi vaziva = díky své pružnosti usnadňují návrat vaziva do původního stavu po mechanické změně



Retikulární vlákna

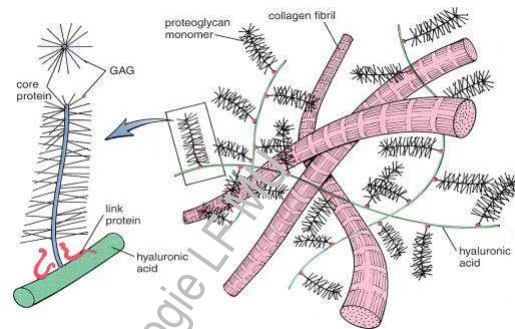
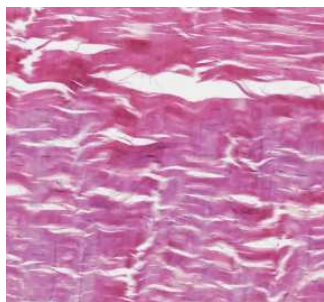
- tvoří kolagenní (kolagen III), prostorové sítě
- kostní dřev, slezina, lymfatické uzliny
- podpůrná struktura pro buňky např. imunitního systému ve slezině nebo kostní dřev



Základní hmota

Amorní, mezibuněčná hmota (extracelulární matrix)

Bezbarvá, průsvitná homogenní směs glykosaminglykanů, proteoglykanů a strukturálních glykoproteinů

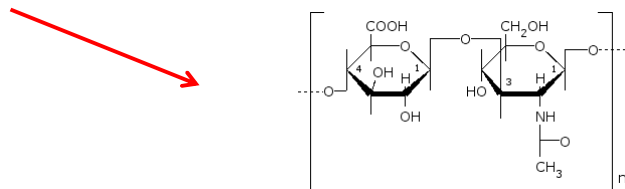


Glykosaminoglykany

lineární polysacharidy tvořené disacharidovými podjednotkami – **kyselinou uronovou a hexosaminem**

polysacharidy bohaté na hexosaminy - kyselé mukopolysacharidy

kys. glukuronová nebo iduronová



glukosamin nebo galaktosamin

Glykosaminoglykany

s vý
stru

GLY

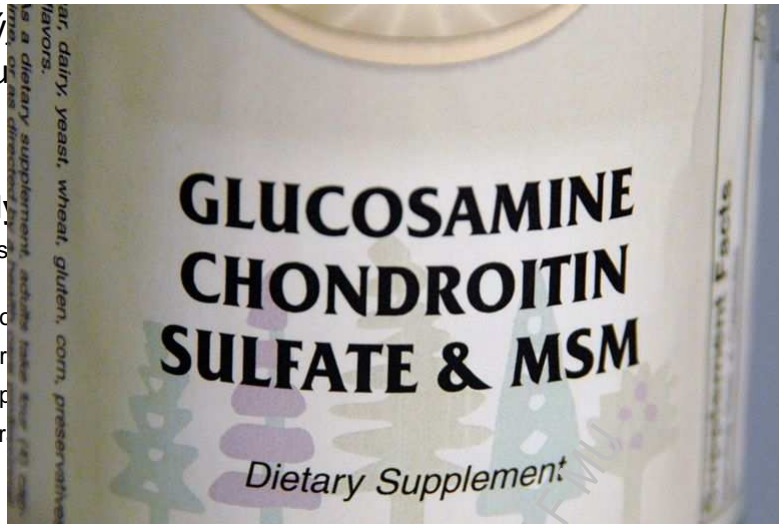
Kys

Cho

Der

Hep

Ker



ina,

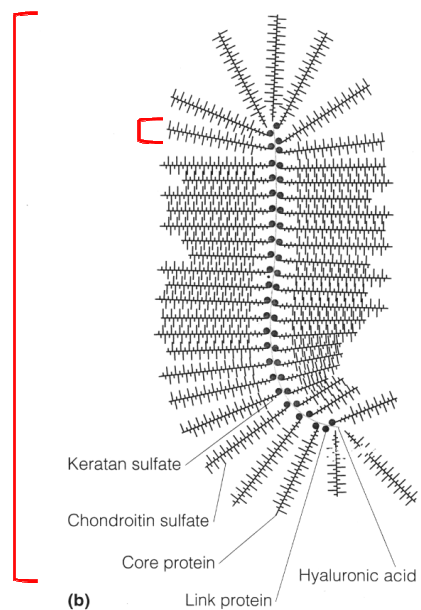
orta

a

Proteoglykany

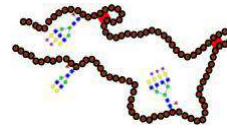
- protein + převažující lineární sacharidová složka
- proteoglykanové agregáty
- vysoká schopnost vázat vodu
- objem závislý na stupni hydratace
- **aggrecan** (chrupavka)
- **syndekan**
- **fibroglykan**

Figure 9.25b Proteoglycan structure in bovine cartilage



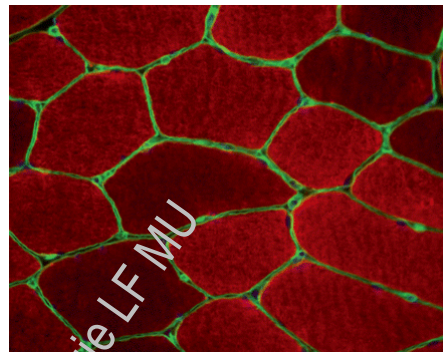
From Mathews and van Holde: Biochemistry 2/e. © The Benjamin/Cummings Publishing Co., Inc.

Strukturální glykoproteiny



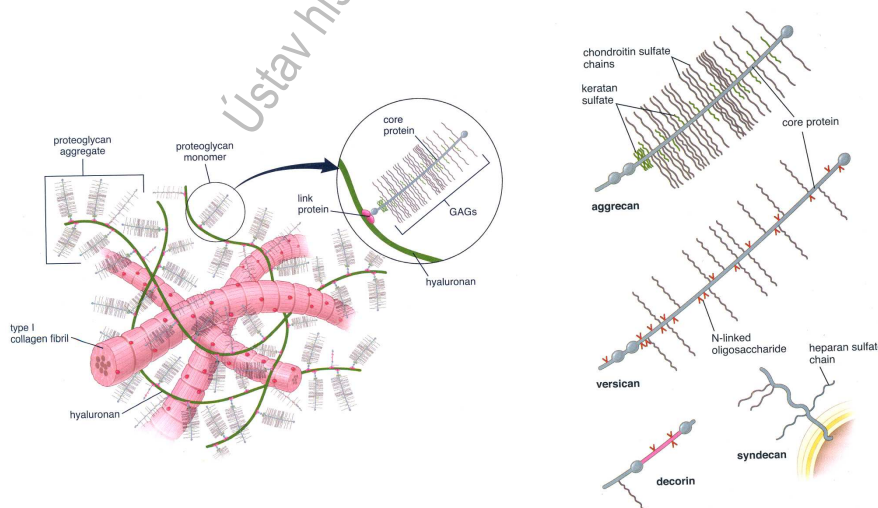
- dominantní protein + rozvětvená sacharidová složka
- interakce mezi buňkami a extracelulární matrix
(proliferace, diferenciace, migrace, zánik...)

- **fibronectin** – spojení mezi kolagenními vlákny a glykosaminoglykany, umožňuje normální adhezi a migraci buněk
- **laminin** – bazální lamina – soudržnost epitelů
- **chondronektin** – chrupavka - adheze chondrocytů ke kolagenu



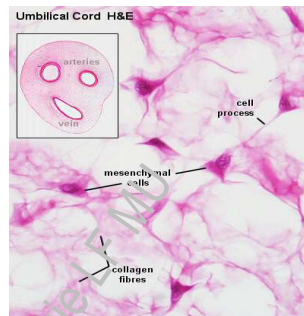
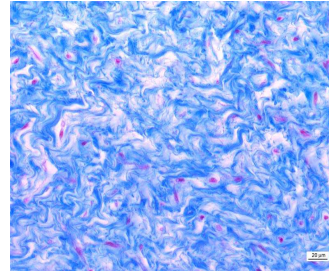
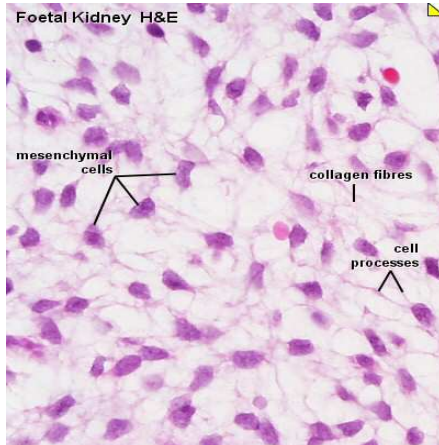
(J. Nutr. 136:2123-2126, 2006)

Složení základní hmoty - shrnutí



Typy vaziva

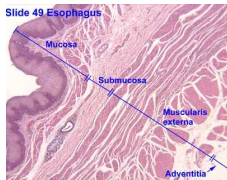
Mezenchym



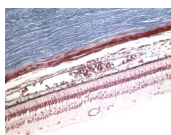
Vazivo

- Kolagenní
 - husté uspořádané
 - husté neuspořádané
 - řídké
- Elastické
- Retikulární
- Tukové

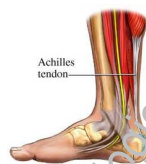
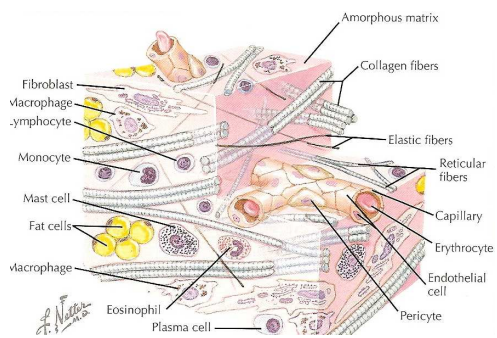
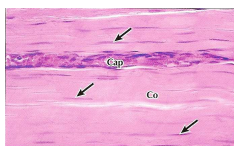
Řídké (areolární)



Husté nepravidelné

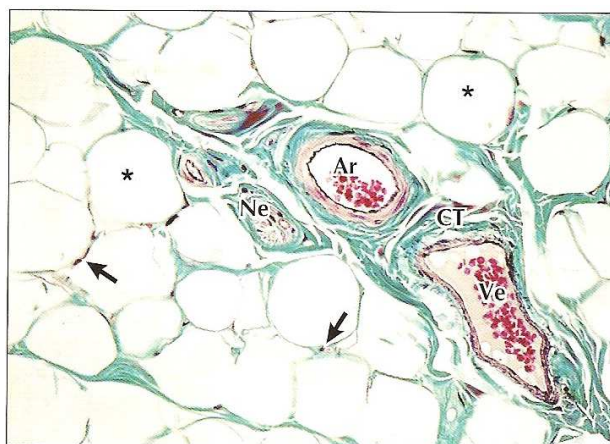


Husté pravidelné



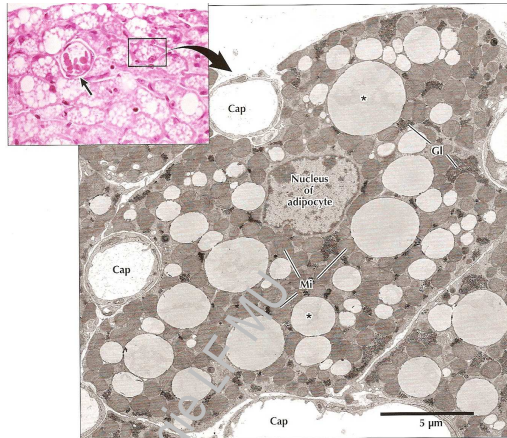
Tukové vazivo

- bílá a hnědá tuková tkáň
- adipocyty, fibroblasty, retikulární, kolagenní a elastická vlákna
- vaskularizace



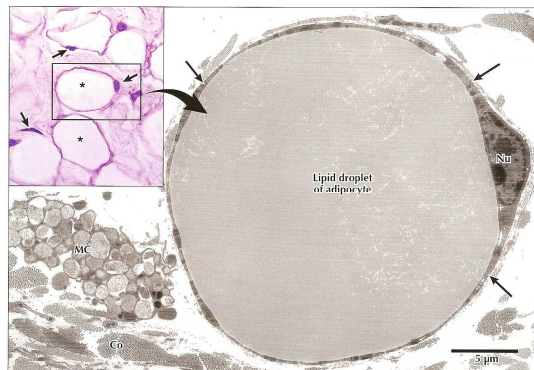
Hnědá tuková tkáň

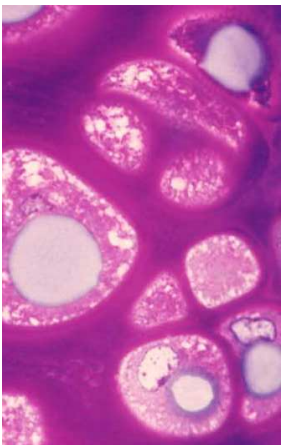
- vyvíjející se fetus a děti do cca 1 roku
- rychlý zdroj energie a tepla
- mezilopatkový prostor
- malé buňky s početnými lipidovými kapénkami



Bílá tuková tkáň

- aktivní novotvorba adipocytů do věku cca dvou let
- schopnost hypertrofie
- bohatá vaskularizace
- jediná tuková kapénka
- produkce hormonů - leptin (adipokininy)





Chrupavka

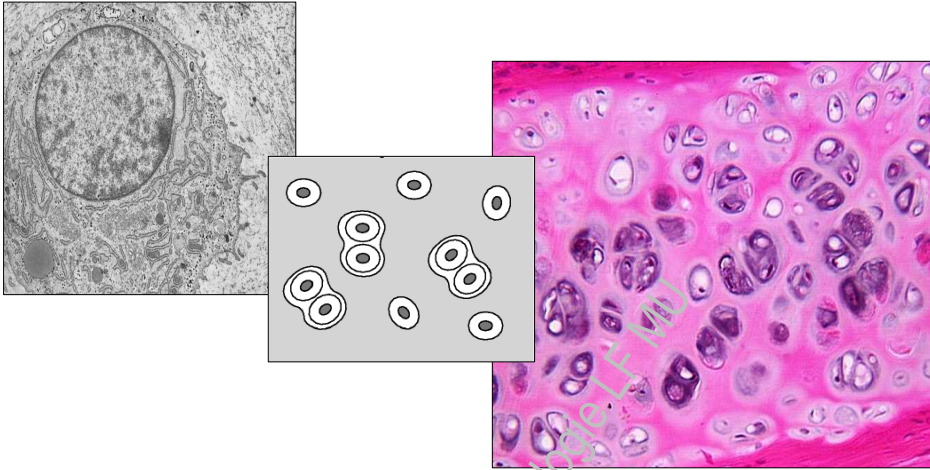
Chrupavka

- Hyalinní
- Elastická
- Vazivová

Ústav histologie a embryologie LF MU

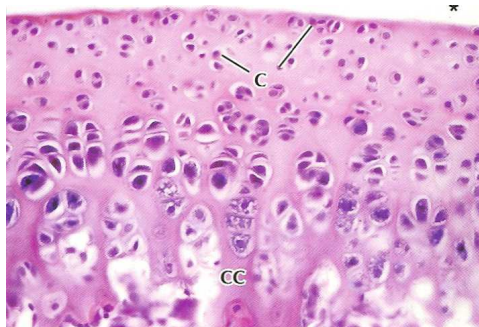
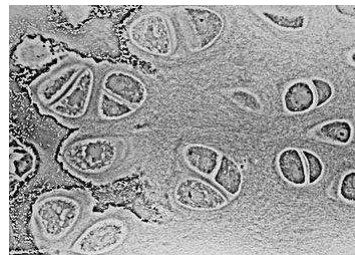
Chrupavka

- perichondrium
- chondroblasty, chondrocyty
- ECM (kolagen, elastická vlákna, základní amorfni hmota)

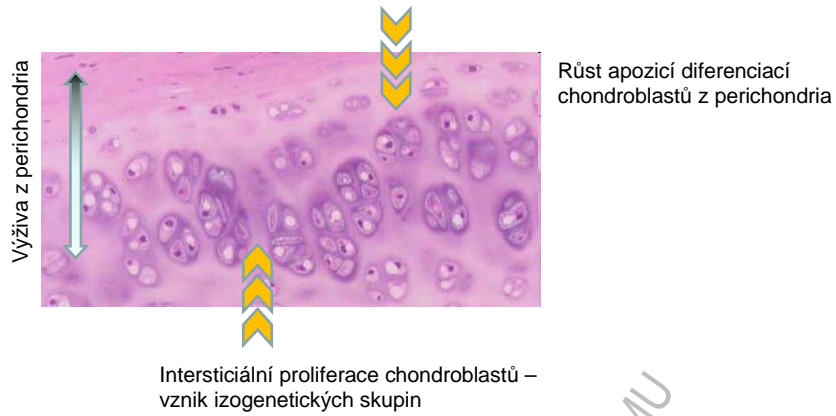


Hyalinní chrupavka

- kolagen II + amorfni hmota
- dočasný skelet zárodka
- epifyzální růstové ploténky, kloubní spojení, dýchací cesty ...

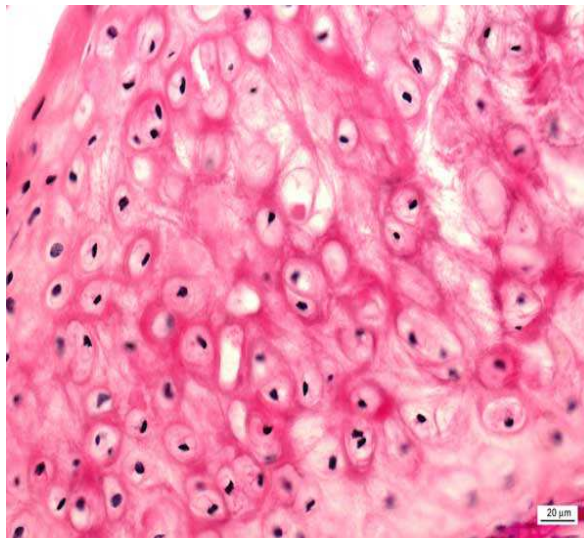


Hyalinní chrupavka



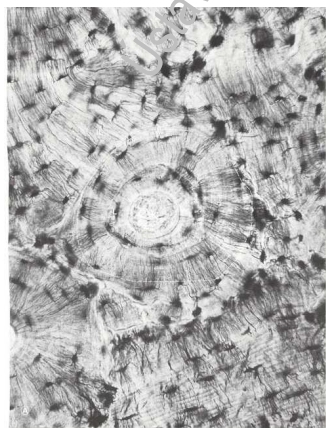
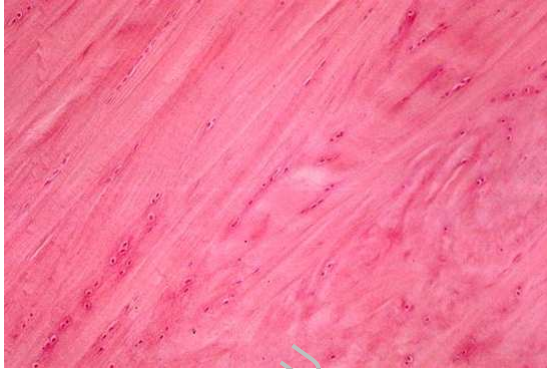
Elastická chrupavka

- Elastická vlákna v základní hmotě
- Izogenetické skupiny nejsou vytvořeny
- Auricula, zvukovod, larynx, epiglottis



Vazivová chrupavka

- Dominantní vláknitá složka – kolagen I a II
- Minimální množství amorfní hmoty
- Vysoká mechanická odolnost
- Meziobratlové ploténky, symfýzy, kloubní jamky, meniskus



Kost

Kost

Klasifikace dle způsobu osifikace:

- Primární × sekundární

Histologická klasifikace:

- **Vláknitá** × **Lamelózní** (spongiózní × kompaktní)
 - Plst'ovitě propletené kolagenní fibrily
 - Interfibrilární hmota
 - Velké množství osteocytů
 - Zubní cement, kostní drsnatiny (úpony)
- Paralelní uspořádání kolagenních vláken
- Kostní lamely 3-8μm
- Zevní a vnitřní plášťové lamely
- **Kompakta:**
 - Haversovy systémy (osteony)
 - Haversovy a Volkmannovy kanálky
 - Intersticiální lamely
- **Spongióza:** trabekuly, dle tloušťky buď charakter plášťových lamel nebo osteonů

Obecná stavba kosti

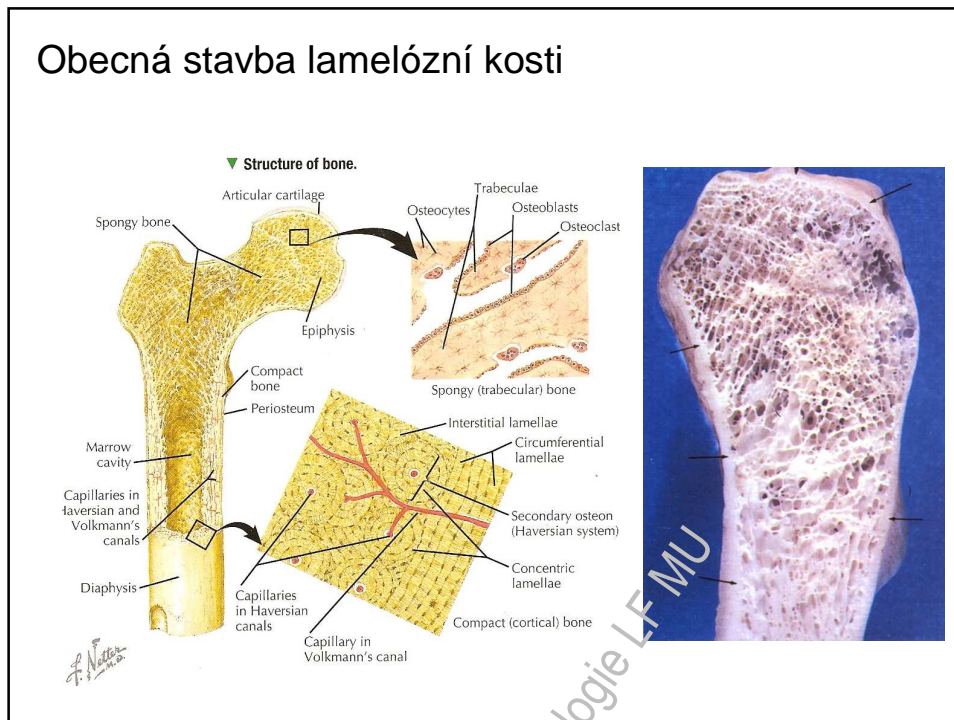
Kostní buňky

- Osteoprogenitorové (kmenové) buňky
- Osteoblasty, osteocyty
- Osteoklasty

Mezibuněčná hmota

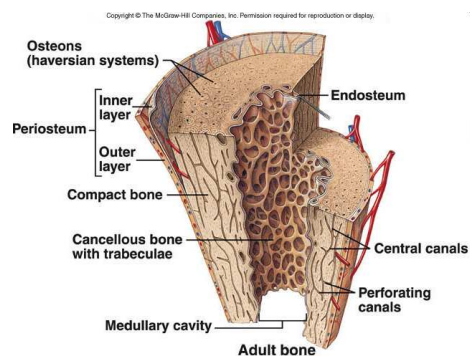
- Osteoid
- Anorganické složky

Obecná stavba lamelózní kosti



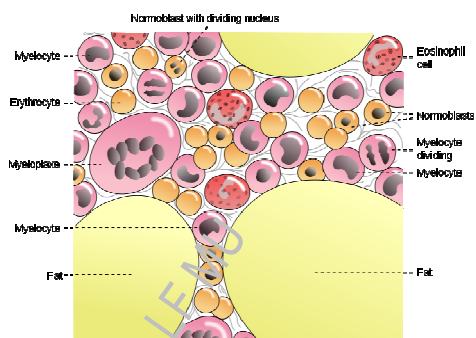
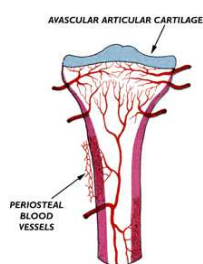
Kostní povrch

- **Vnější**
 - Synoviální kloub – hyalinní chrupavka
 - Periost – obal z husté pojivové tkáně
 - Vnitřní vrstva buněk (osteoblasty), vnější – husté kolagenní vazivo
 - Fibrilární složka je dominantní u metabolicky neaktivní kosti
 - Kolagenní vlákna periostu paralelně s povrchem kosti
 - Sharpeyova vlákna fixují periost k vlastní kosti



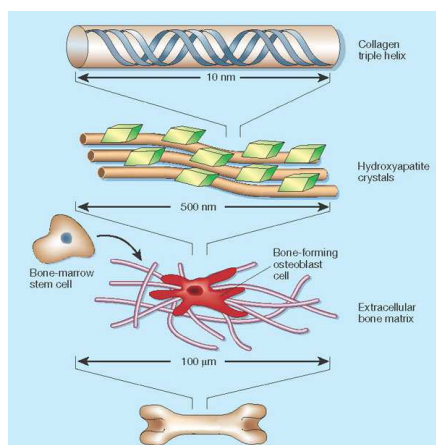
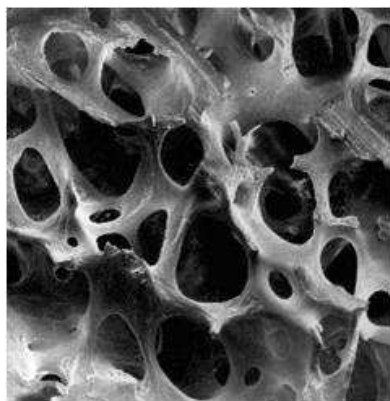
Kostní povrch

- **Vnitřní**
 - Dřeňová dutina
 - Endost – často jediná vrstva tzv. lining cells – prekurzory osteoblastů
 - Červená, žlutá nebo šedá kostní dřeň
 - Bohatá vaskularizace



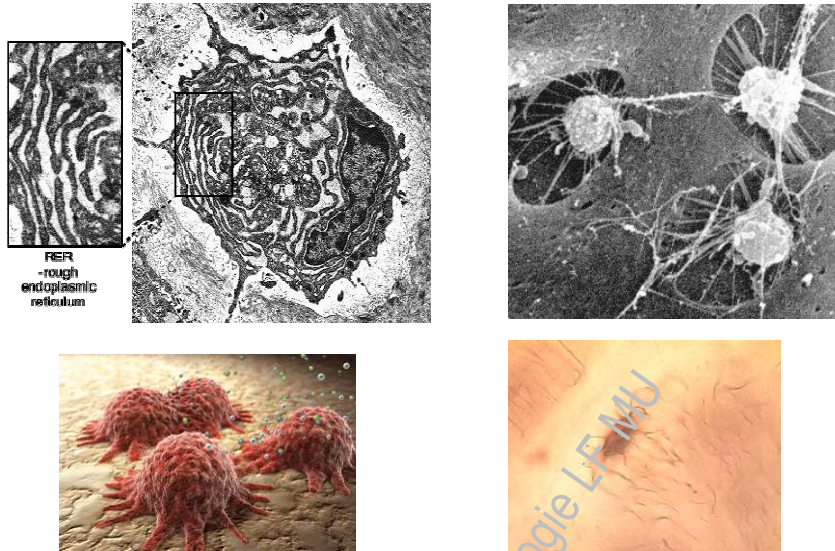
Složení kostní matrice

- 60% minerální složka, 24% organická složka 12% H₂O, 4% tuk
- Ca₃(PO₄)₂, Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ (hydroxyapatit)



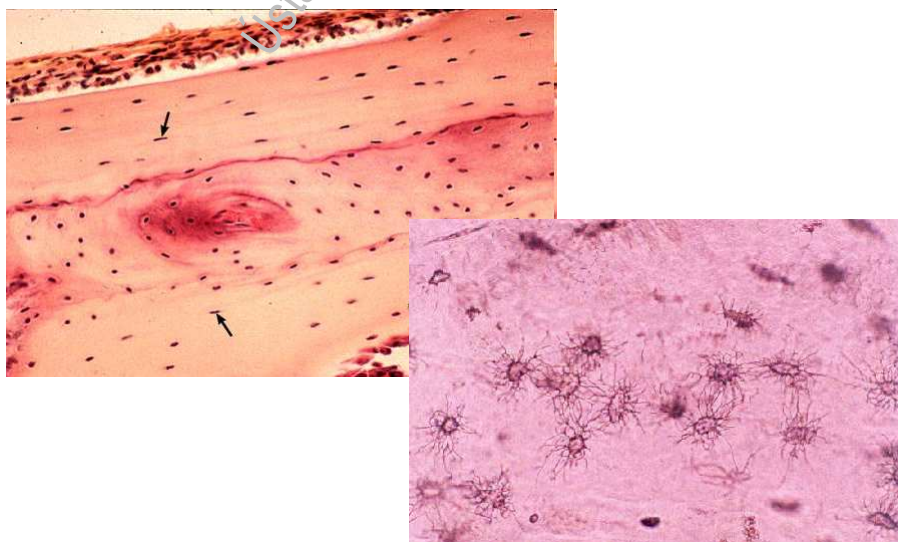
Kostní buňky – osteoblasty, osteocyty

- Produkce ECM – kolagen (I) a nekolagenní proteiny a proteoglycany/glykoproteiny



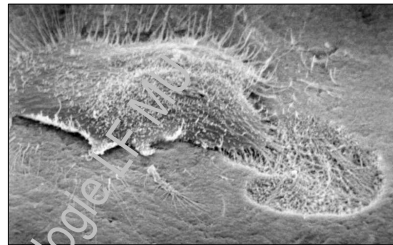
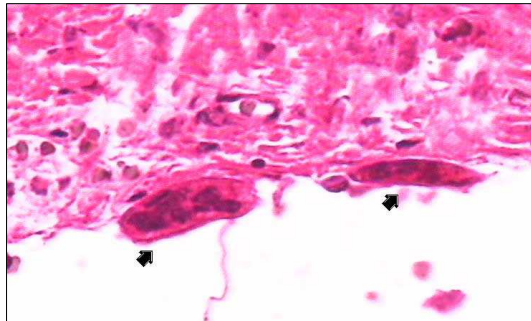
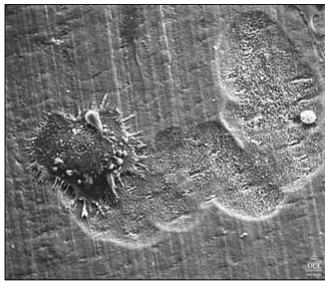
Kostní buňky – osteocyty

- Propojeny cytoplazmatickými výběžky - tvoří komunikující síť



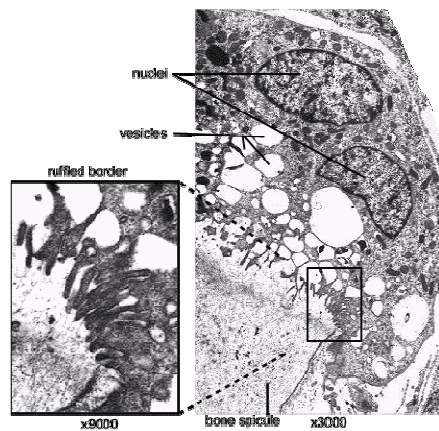
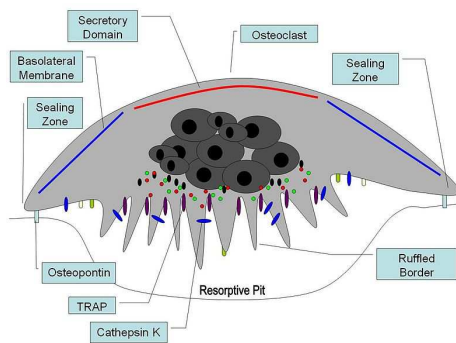
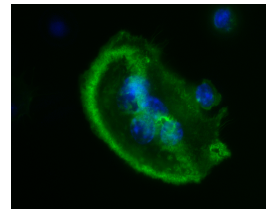
Osteoklasty

- Vysoce specializované buňky odvozené od makrofágů
- Resorpce kostní matrix



Osteoklasty

- Složitá cytoarchitektura
- Enzymy rozkládající organickou matrix (osteoid)
- HCl



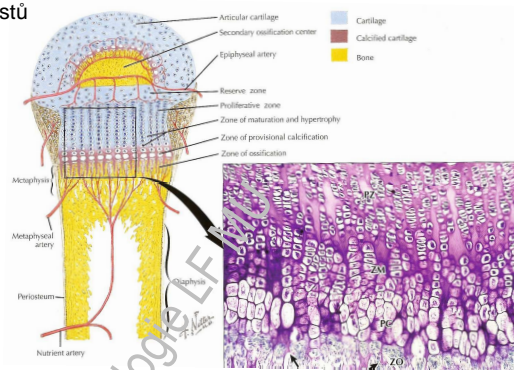
Osifikace primární kosti

Desmogenní

- Uvnitř membránovitých kondenzací mesenchymu
- Zejména ploché kosti

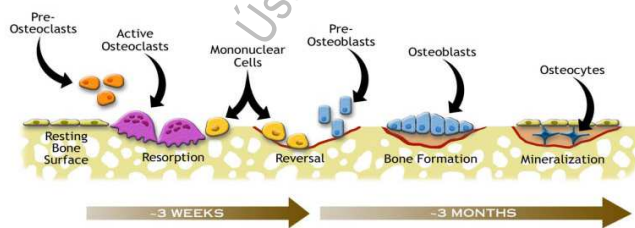
Chondrogenní

- Náhrada hyalinní chrupavky kostí
 1. Chrupavčitý model
 2. Periostální kostní límec
 3. Proliferační a hypertrofie chondroblastů
 4. Kalcifikace
 5. Vznik primární dřeňové dutiny
 6. Tvorba periostálního pupenu
 7. Osifikace



Osifikace sekundární kosti

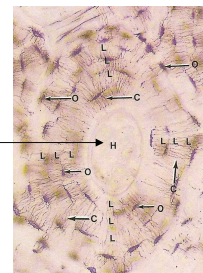
Remodelace primární nebo stávající sekundární kosti



<http://ns.umich.edu/Releases/2005/Feb05/img/bone.jpg>

Ukládání kostní hmoty v podobě koncentrických lamel kolem cév – **osteon** = Haversův systém

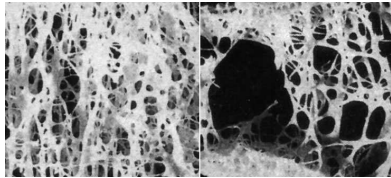
Uvnitř kanálu - vaskularizace, inervace



Klinické souvislosti – nerovnováha mezi osteosyntézou a osteoresorpcí



• OSTEOPORÓZA



• REVMATOIDNÍ ARTHRITIDA



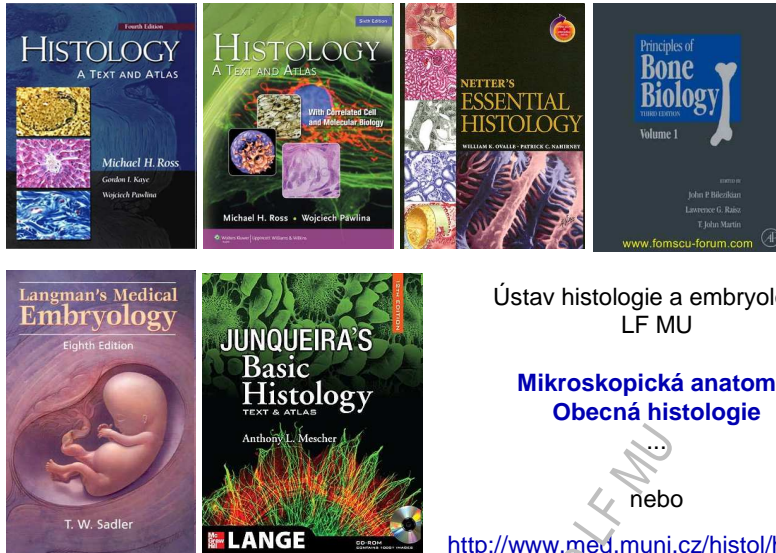
• OSTEOPETRÓZA



Po této přednášce umíte:

- ✓ základní terminologii týkající se klasifikace pojivové tkáně
- ✓ detailně popsat složení, strukturu a funkci různých typů pojivové tkáně
- ✓ popsat význam jednotlivých buněčných populací v různých typech pojiv
- ✓ charakterizovat embryonální vývoj jednotlivých typů pojivových tkání

Doporučená literatura



Ústav histologie a embryologie
LF MU

**Mikroskopická anatomie
Obecná histologie**

nebo

<http://www.med.muni.cz/histol/histolc.html>

Děkuji za pozornost

RNDr. Petr Vaňhara, PhD.

pvanhara@med.muni.cz

<http://www.med.muni.cz/histol/histolc.html>

