

5. Koncept a klasifikace tkání

Petr Vaňhara, PhD

Ústav histologie
a embryologie LF MU

pvanhara@med.muni.cz

3. PŮVOD TKÁNÍ A JEJICH ROZDĚLENÍ

Tkáň lze definovat jako soubor morfolo-
gických složek nebo velmi podobnou funkční
složkami orgánů lidského těla.

Tkáň se vyvíjí ze zárodečných
togeneze v průběhu embryonálního
entoderm a mezoderm a ectoderm.

Mezenchym je embryonální
ektodermu) a vyplňuje
síťovitou texturu

Tkáň se dělí na
tkáň epitelová

Epitelová tkáň
sebou je
Epitelová
střevo, sekrec.
i kontrakci (např. b.
Vzhled a stavba ko-

Tkáň pojivová
Pojivová tkáň je mezenchym
Skládá se z buněk a mezibuněčné hm.

Část II. Čtyři základní typy tkání

Epitelová tkáň

ČLÍVE STUDIA
Tato kapitola by měla studentovi pomoci
- poznat čtyři základní typy tkání
- poznat strukturnální a funkční charakteristiky, které odlišují epitelovou tkáň od dalších tří základních typů tkání
- poznat typy epitelové tkáně a uvést příklady míst, kde se jednotlivé typy mohou nacházet
- popsat speciální funkce jednotlivých typů epitelových buněk a uvést příklady míst, kde se jednotlivé typy mohou nacházet
- na mikrofotografiích poznat epitelu a určit jejich funkci podle struktury a lokalizace
- znát kritéria, která se užívají při klasifikaci žláz
- znát druhy žláz u člověka a uvést příklady míst, kde se mohou nacházet
- na mikrofotografiích a schématech poznat žlázy a určit jejich typ

OTÁZKY KE STUDIU
1. Vyměňte hlavní funkce epitelových tkání (II.A.1).
2. Ze kterého(ych) embryonálního(z) zárodečného(ych) listu(ů) se epitelové tkáně vyvíjejí? Uveďte příklady epitelů odvozených od jednotlivých zárodečných listů (II.H.; tabulka 4-1).
3. Vyměňte strukturnální a funkční charakteristiky epitelových tkání, které odlišují od ostatních typů tkání. Vezměte v úvahu polární buněk (IV.), specializace apikálních (IV.A.), laterálních (IV.B.) a bazálních (IV.C.) povrchů, způsob výživy (II.F.) a intenzitu mitotického dělení (II.E.).
4. Popište bazální lamínu s ohledem na její lokalizaci, složení a barvicí vlastnosti (IV.C.1.).
5. Které struktury a molekuly pomáhají připevnit epitelové buňky k základní membráně (IV.B.2.)?
6. Porovnejte bazální lamínu s membránou (IV.B.2.).

Tissues: Concept and Classification



Původ

V těle je trvale usedlá (fixní) a uspořádaná do souborů. Soubor stejně uspořádaných buněk spojených mezibuněčnými kontakty a mezibuněčnou hmotou se nazývá tkáň. Rozlišujeme čtyři základní typy tkání: epitelu, pojiva, svalovinu a tkáň nervovou.

- **Epitelu**. Jsou to soubory buněk s četnými vzájemnými kontakty a minimem mezibuněčného prostoru. Základní dělení: krycí epitelu, žlázové epitelu.
- **Pojivové tkáně**. Stavební princip: krycí epitelu, žlázové epitelu. Jsou tvořeny mezibuněčnou hmotou (např. kolageni a elastická vlákna, proteoglykany, jednodrtvé typy pojivové tkáně. Základní dělení: řídké a tuhé kolageni vazivo, slachy, ligamenta, tukové vazivo, chrupavka, kost.
- **Nervová tkáň**. Soubor nervových buněk včetně jejich výběžků a gliových buněk; je specializována na přenos a zpracování informací, které jsou založeny na elektrochemických mechanismech.
- **Tkáň svalová**. Je to soubor buněk schopných koordinovaných, makroskopicky patrných kontrakcí. Rozčlenění: příčně pruhované svalstvo (kosterní a srdeční), hladká svalovina.

Orgán je vždy tvořen z většího počtu tkání. Tkáň specifická pro orgán - většinou epitelu - se označuje jako **parenchym**, na rozdíl od **vazivového stromatu**, které poskytuje orgánu mechanickou soudržnost a ve kterém jsou uloženy cévy (krevní a lymfatické) a nervy. Původ různých typů tkání a orgánů je tří zárodečných listů (ektoderm, mesoderm, entoderm) mladého embrya je rekapitulován na str. 447.

OVERVIEW OF TISSUES

Tissues are aggregates or groups of cells organized to perform one or more specific functions.

At the light microscope level, the cells and extracellular components of the various organs of the body exhibit a recognizable and often distinctive pattern of organization. This organized arrangement reflects the cooperative effort of cells performing a particular function. Therefore, an organized aggregation of cells that function in a collective manner is called a **tissue** [Fr. *tissu, woven*; L. *texo, to weave*].

Although it is frequently said that the cell is the basic functional unit of the body, it is really the tissues, through the collaborative efforts of their individual cells, that are responsible for the functions of the body.

Histologie (z řeckého *histos* = tkáň, *logia* = studium) je nauka o stavbě tkání. Tkáň lze definovat jako komplex morfolo-
gických složek nebo velmi podobnou funkční složkami orgánů lidského těla. Tkáň se vyvíjí ze zárodečných togeneze v průběhu embryonálního entoderm a mezoderm a ectoderm. Mezenchym je embryonální ektodermu) a vyplňuje síťovitou texturu. Tkáň se dělí na tkáň epitelová tkáň se sebou je Epitelová střevo, sekrec. i kontrakci (např. b. Vzhled a stavba ko-

- 1. **Tkáň epitelová** – vzniká z všech tří zárodečných listů. Tvoří ji buňky těsně k sobě přiložené s malým množstvím mezibuněčné hmoty. Uspořádána je buď v listy, kryjící povrchy, nebo v epitelové tkáni.
- 2. **Tkáň pojivová, podpůrná** – pochází z mesenchymu (derivát mesodermu). Vyznačuje se hojnou účastí mezibuněčné základní hmoty, ve které jsou uloženy rozličné typy buněk, plnicí řadu funkcí.
- 3. **Tkáň svalová** – je původu převážně mesodermového. Tvoří ji buňky nebo syncytium. Její elementy jsou protáhlého tvaru. Jejich cytoplazma je opatřena prvky, které umožňují její kontrakci, a tím i pohyb orientovaný v příslušném směru.
- 4. **Tkáň nervová** – pochází z ektodermu. Její nejvýznamnější komponentou jsou nervové buňky – neurony, schopné vytvářet nervový vzruch a předávat jej z buňky na buňku.

Epitelová (epitelu) tkáň je trvale usedlá (fixní) a uspořádaná do souborů. Soubor stejně uspořádaných buněk spojených mezibuněčnými kontakty a mezibuněčnou hmotou se nazývá tkáň. Rozlišujeme čtyři základní typy tkání: epitelu, pojiva, svalovinu a tkáň nervovou.

Mezibuněčné spoje, kontakty epitelových buněk
Epitelové buňky jsou podmíněně specializovány sousedních buněk ve strukturu, funkci a zabezpečení jejich koheze. Koheze volného povrchu buněk je intercelulární a utváří tzv. **tmelovací listy**. Lze je zbarvit impregnací roztokem soli stříbra, pomocí barvení železným hematoxylinem podle Van Gieona, či jinými metodami. Na řezu vedlejší povrch buněk vytvářejí tmelivé listy obraz šestiúhelníku. Na řezech kolmých k tmelivým listům jsou tmelivé listy tmavé body apikálního povrchu buněk (obr. 67). V elektronovém mikroskopu byla tato specializovaná struktura popsána jako tzv. **spojovací komplex**, který tvoří tmelivé listy z tmelivých molekul, složený třemi složkami (obr. 64). Těsně pod povrchem buněk se nachází vnitřní listy tmelivých molekul.

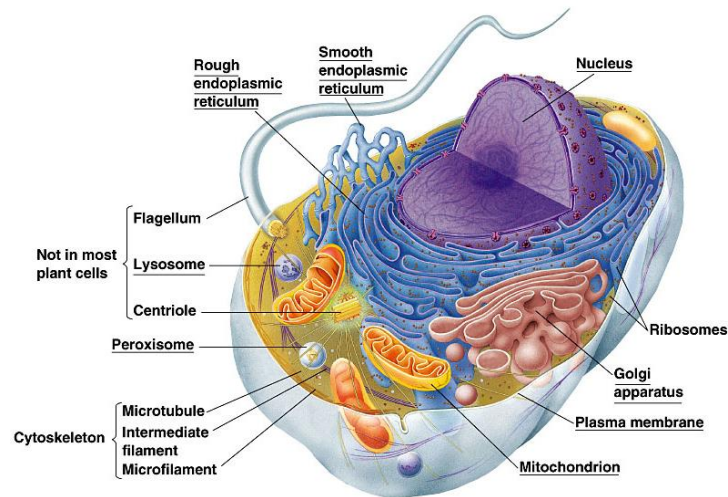
Epitelová tkáň je trvale usedlá (fixní) a uspořádaná do souborů. Soubor stejně uspořádaných buněk spojených mezibuněčnými kontakty a mezibuněčnou hmotou se nazývá tkáň. Rozlišujeme čtyři základní typy tkání: epitelu, pojiva, svalovinu a tkáň nervovou.

Despite the variations in general appearance and structural organization, and physiologic properties of the various body organs, the tissues that compose them are classified into four basic types.

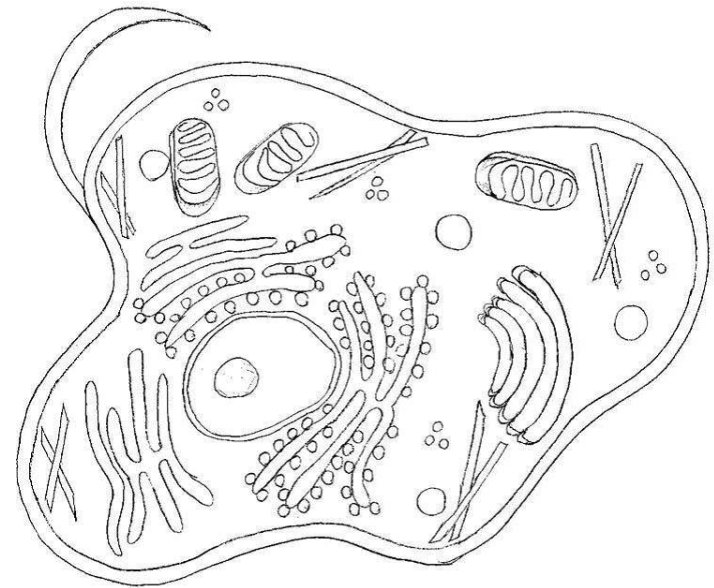
- **Epithelium (epithelial tissue)** covers body surfaces, lines body cavities, and forms glands.
- **Connective tissue** underlies or supports the other three basic tissues, both structurally and functionally.
- **Muscle tissue** is made up of contractile cells and is responsible for movement.
- **Nerve tissue** receives, transmits, and integrates information from outside and inside the body to control the activities of the body.

■ Moderní buněčná teorie

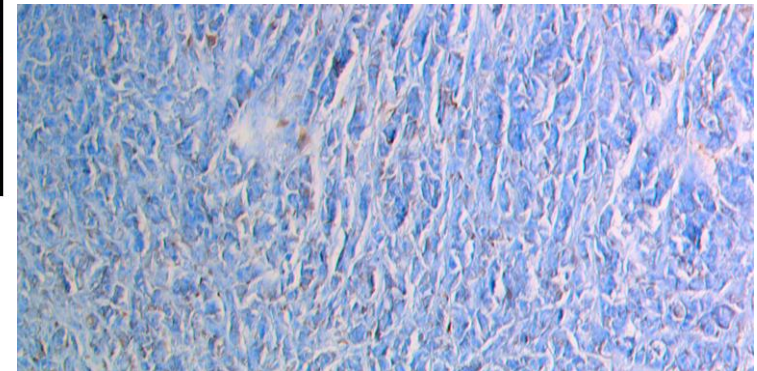
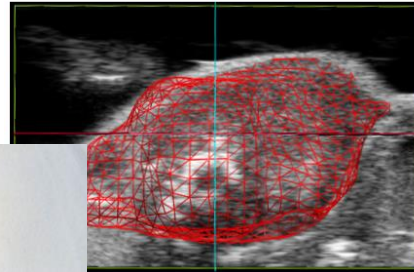
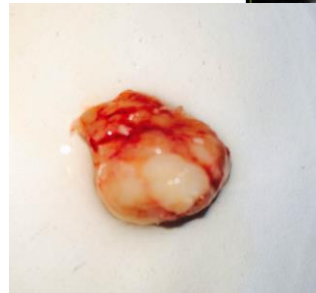
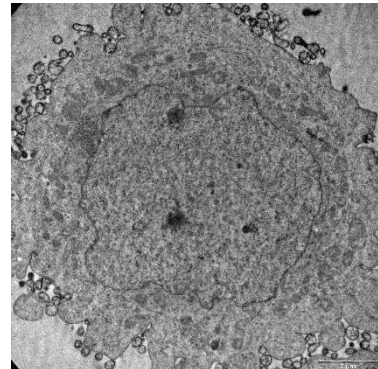
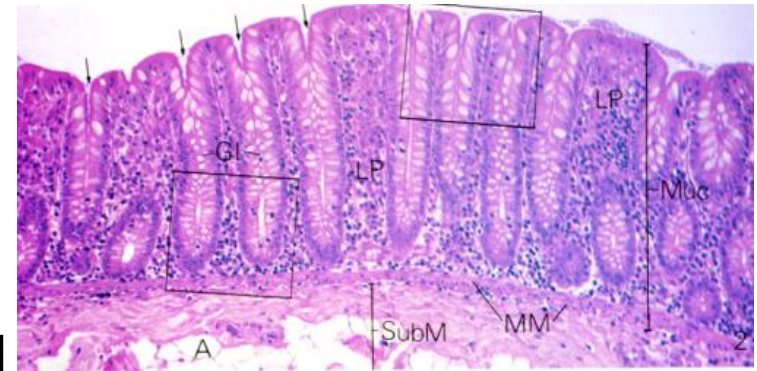
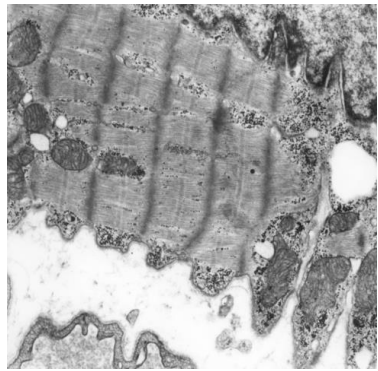
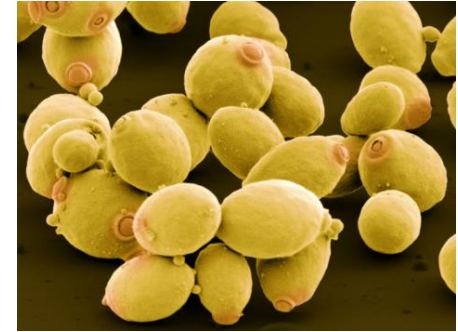
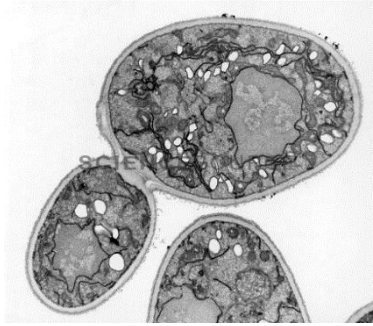
- Organismy jsou složeny ze základních jednotek - buněk
- Nové buňky vznikají pouze dělením stávajících buněk
- Buňky představují termodynamicky otevřený systém
- Dědičná informace se přenáší na dceřiné generace
- **Buňky se neliší v základním strukturním a chemickém složení**



Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

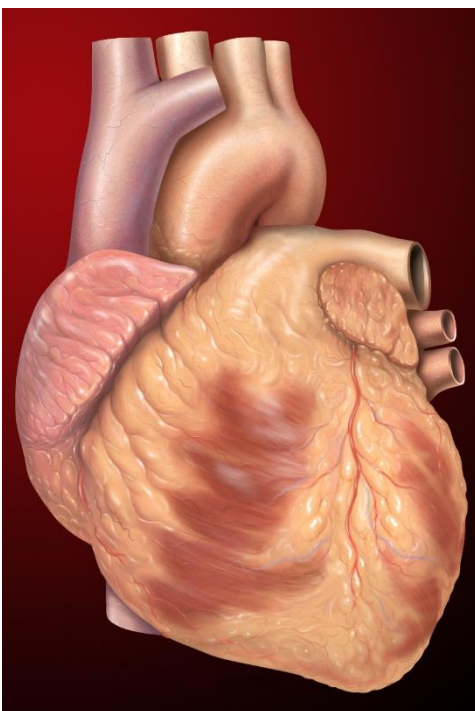
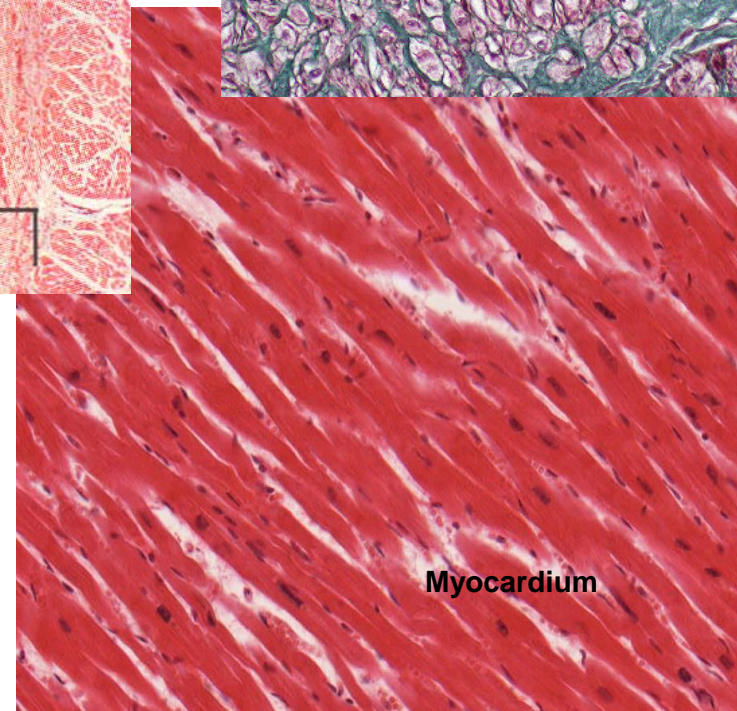
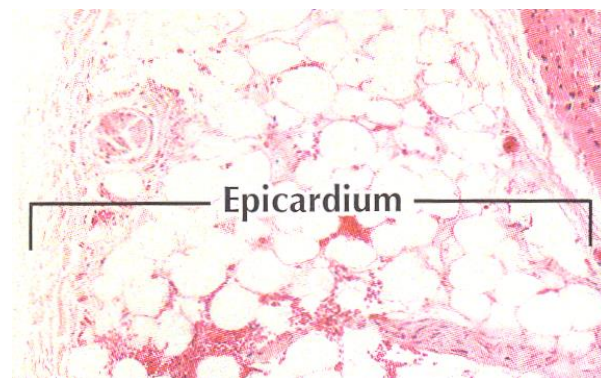
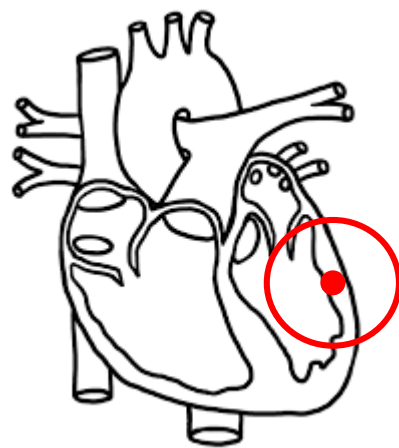
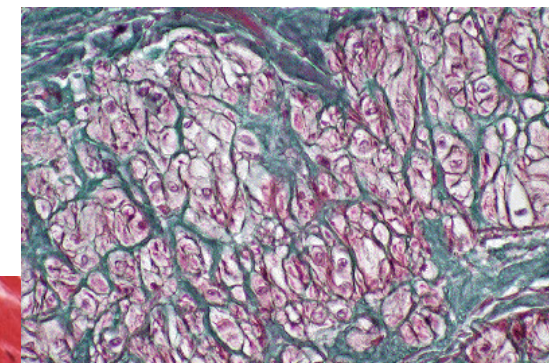
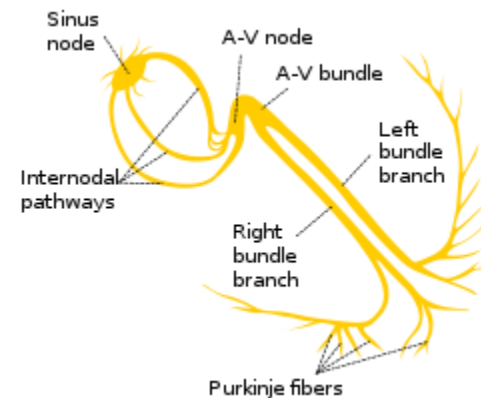


Co je podstatou buněčné a tkáňové variability mnohobuněčného organismu ?



■ Tkáně a orgány

- 6×10^{13} buněk více než 200 různých typů
- **Tkáně:** funkční, trojrozměrné, organizované seskupení morfologicky podobných buněk a jejich produktů a derivátů
- **Orgány:** strukturní a funkční uspořádání tkání



■ Tkáně a orgány

Parenchym: vlastní funkční tkáň konkrétního orgánu (jaterní, plicní, pankreatický, ledvinový parenchym)

Stroma: okolní podpurná, intersticiální tkáň

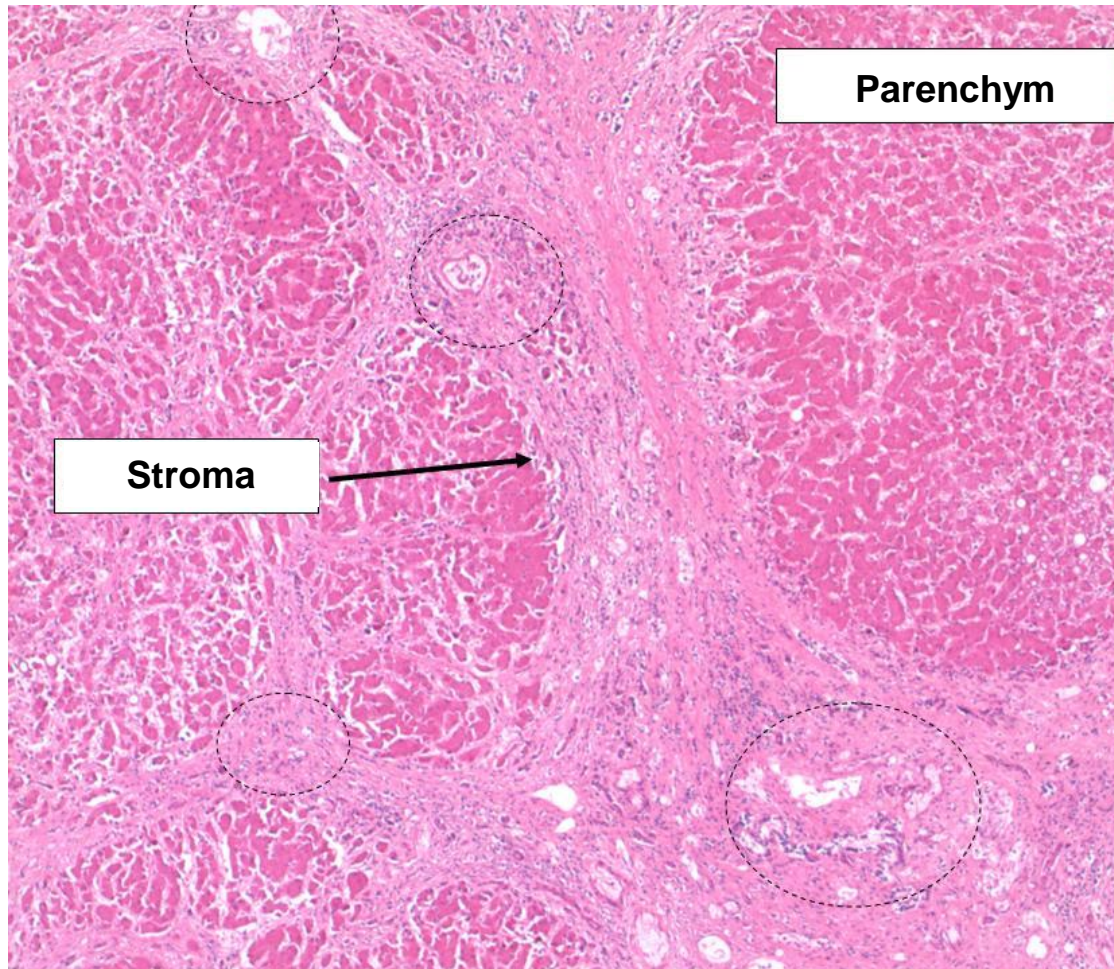
Příklad: jaterní tkáň

Parenchym:
Funkční komponenta

- Hepatocyty
- Sinusoidy a přidružené struktury

Stroma:
Podpurná komponenta

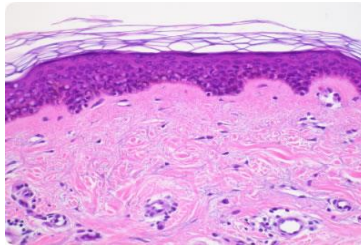
- Vazivo a s ním spojené struktury
- Cévy
- Nervy
- Žlučovody



■ Současná klasifikace základních typů tkání

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

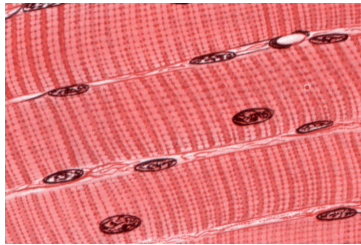
Epitelová



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

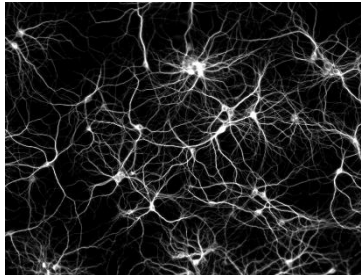


Obsahují myofibrily → **schopnost kontrakce**

Derivát mezodermu - KS, myokard, mezenchymu - HS

Výjimečně ektoderm (např. m. sphincter a m. dilatator pupillae)

Nervová

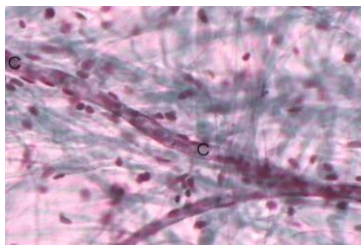


Neurony a neuroglie

Příjem a přenos **elektrického vzruchu**

Derivát ektodermu, výjimečně mezenchymu (mikroglie)

Pojivová



Dominantní přítomnost **extracelulární matrix**

Vazivo, chrupavka, kost, tuková tkáň

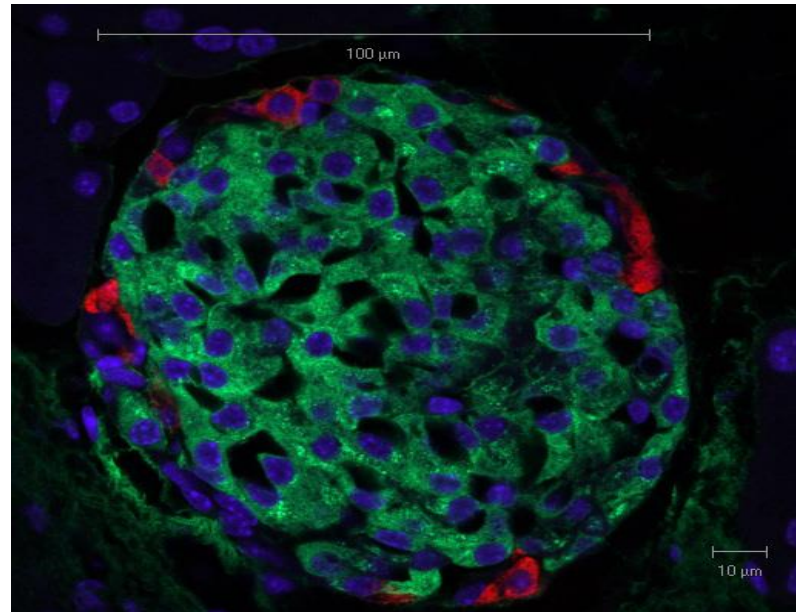
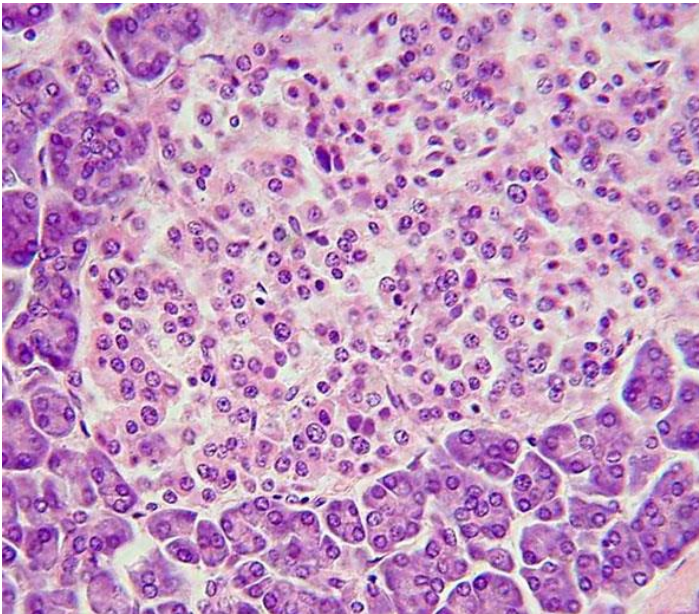
Derivát zejména mezenchymu

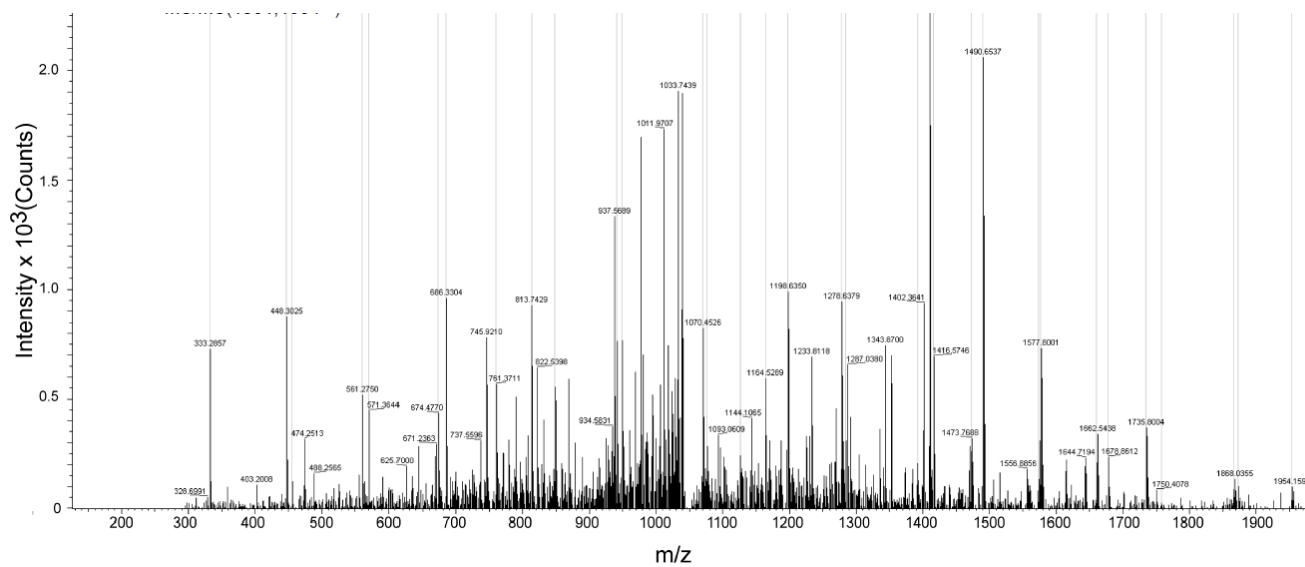
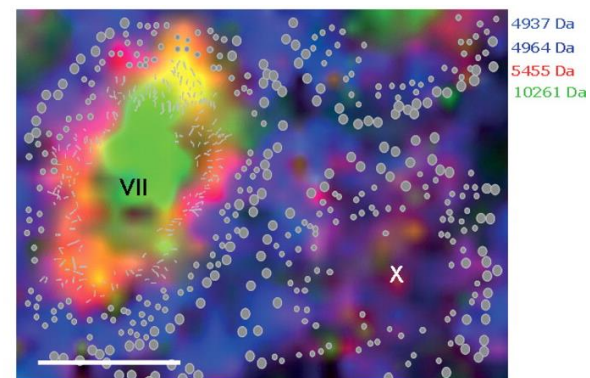
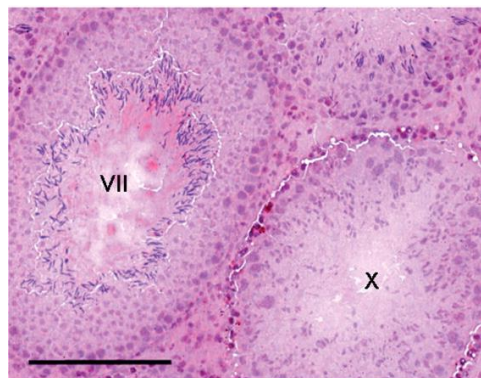
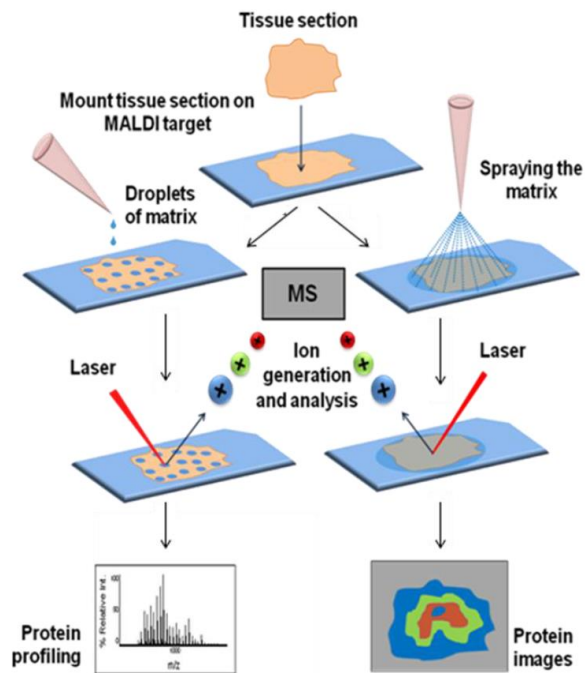
■ Tkáň a její definice

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



**klasická histologická definice tkáně je založena
na mikroskopické vizualizaci**





■ Základní principy histogeneze

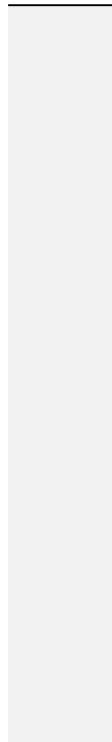
Proliferace

Diferenciace

Migrace

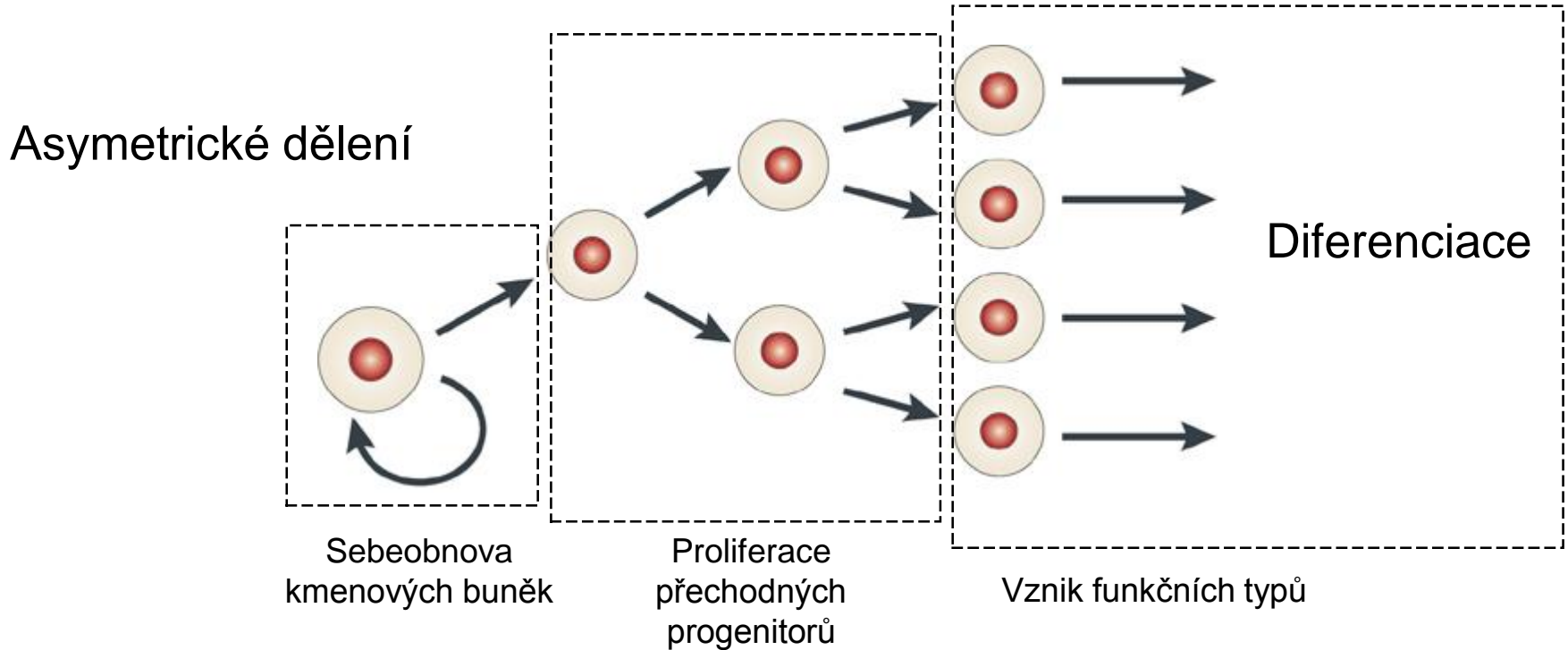
Apoptóza

Definice
tkáňových vzorů



■ Základní principy histogeneze

Funkční buňky tkání diferencují z kmenových buněk



■ Kmenové buňky se liší v diferenciační kapacitě

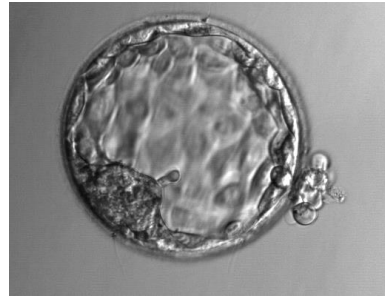
Totipotence

- Všechny buňky těla včetně extraembryonálních tkání
- Zygota, blastomery a raná stádia embryogeneze



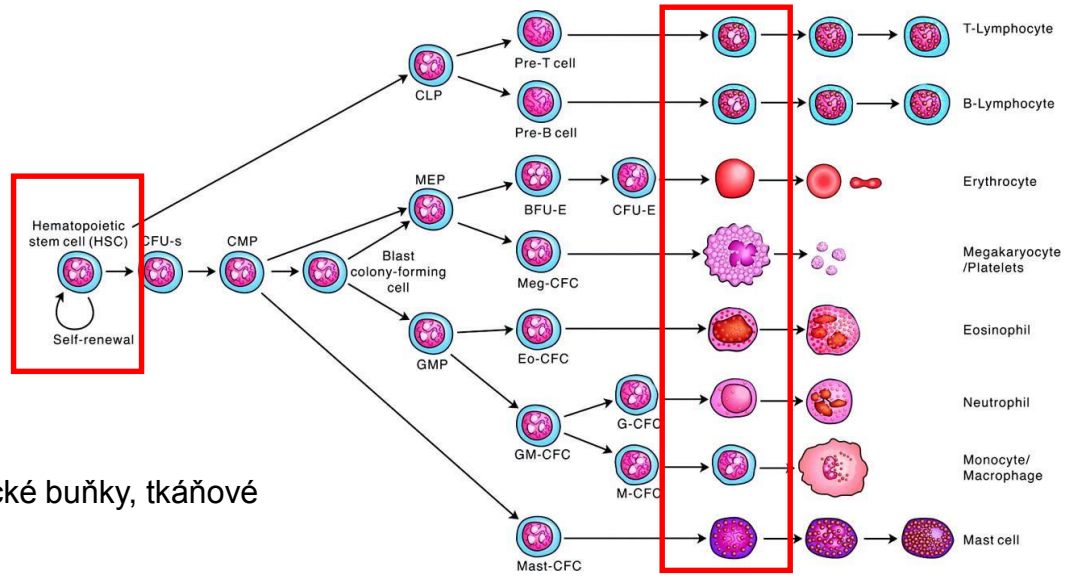
Pluripotence

- Všechny buňky těla s výjimkou trofoblastu
- Blastocysta – *Inner cell mass* - ICM (embryoblast)



Multipotence

- Různé buněčné typy v rámci tkáně
- Mesenchymální SC, hematopoietické SC



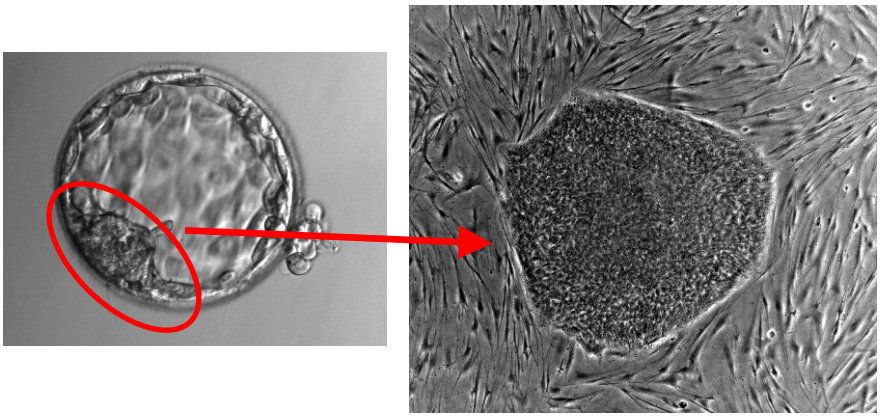
Oligo- a unipotence

- Jeden nebo několik buněčných typů – hematopoietické buňky, tkáňové prekurzory (obnova epitelů apod.)

■ Kmenové buňky v organismu

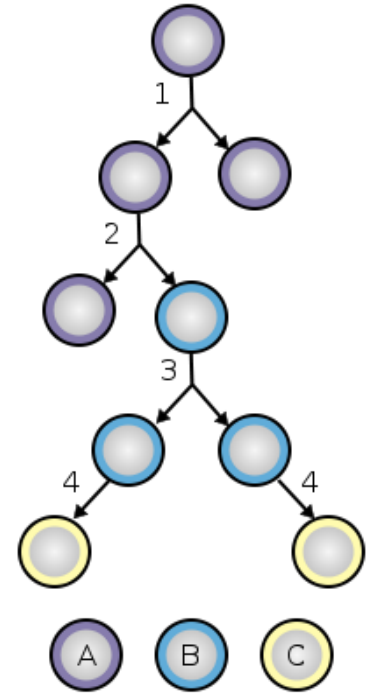
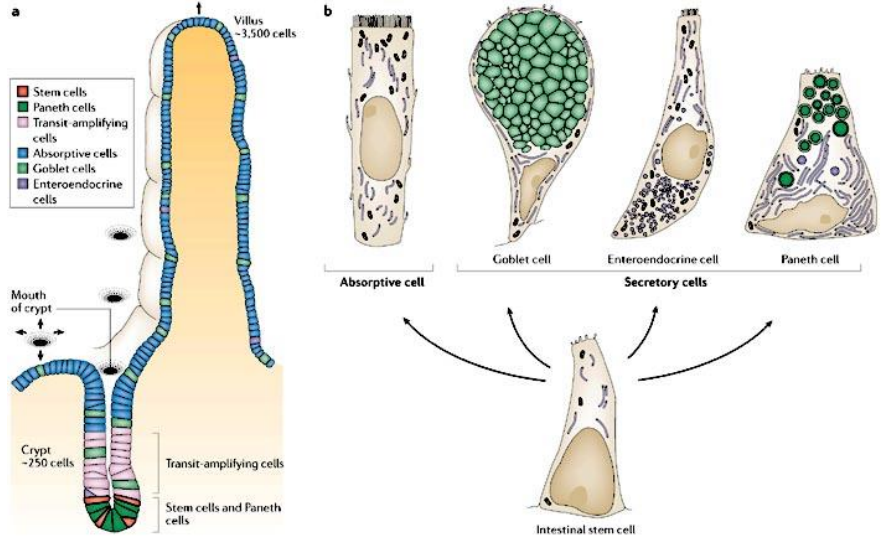
Embryonální kmenové buňky (ESCs)

- odvozeny z embryoblastu (ICM) blastocysty
- pluripotentní
- model rané embryogeneze a histogeneze, význam pro regenerativní medicínu



Tkáňové (adultní) kmenové buňky

- regenerace a obnova tkání
- GIT, CNS, mesenchym
- regenerativní medicína, nádorová biologie



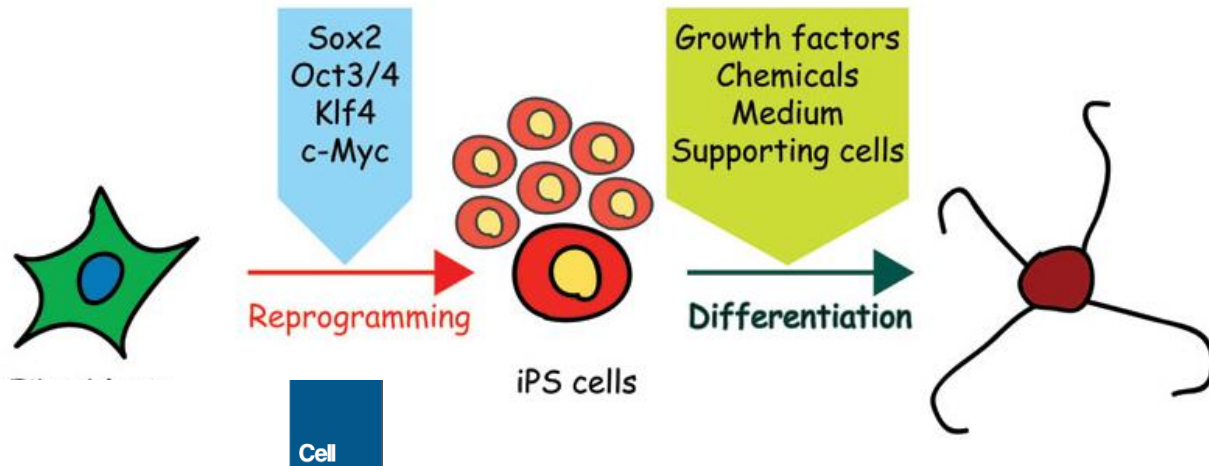
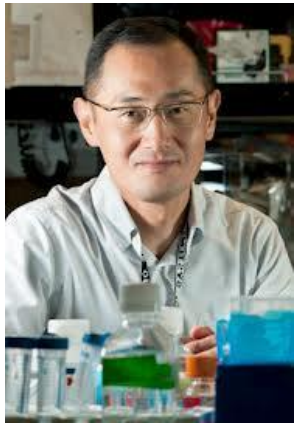


Nobel prize 2012

■ Kmenové buňky jako biomedicínský nástroj

Indukované pluripotentní kmenové buňky (iPSc)

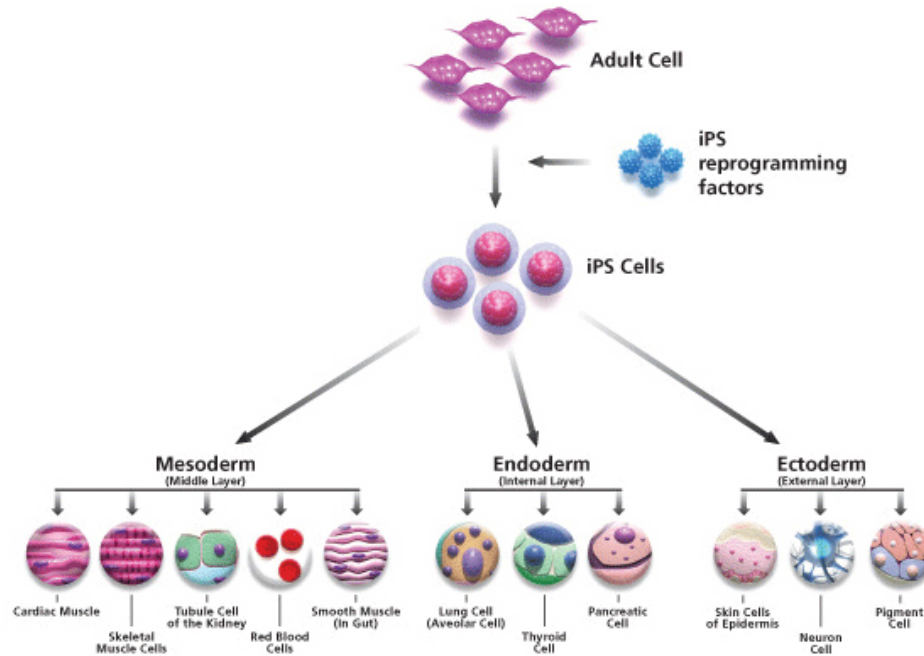
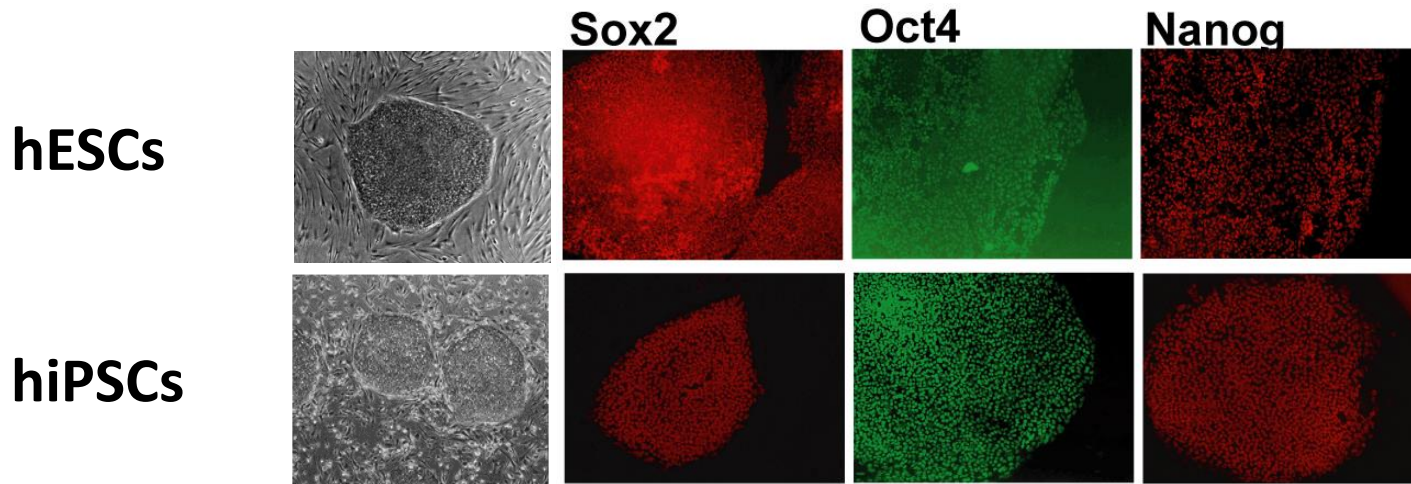
- dospělá diferencovaná buňka (fibroblast) je dediferencovaná do pluripotentního stavu (reprogramována)
- diferenciace do žádaného buněčného typu
- regenerativní medicína, buněčná a genová terapie



Induction of Pluripotent Stem Cells from Mouse Embryonic and Adult Fibroblast Cultures by Defined Factors

Kazutoshi Takahashi¹ and Shinya Yamanaka^{1,2,*}
¹Department of Stem Cell Biology, Institute for Frontier Medical Sciences, Kyoto University, Kyoto 606-8507, Japan
²CREST, Japan Science and Technology Agency, Kawaguchi 332-0012, Japan
 *Contact: yamanaka@frontier.kyoto-u.ac.jp
 DOI 10.1016/j.cell.2006.07.024

- Indukované pluripotentní kmenové buňky mají vlastnosti embryonálních kmenových buněk



- Kmenové buňky v klinických aplikacích
Age-related macular degeneration

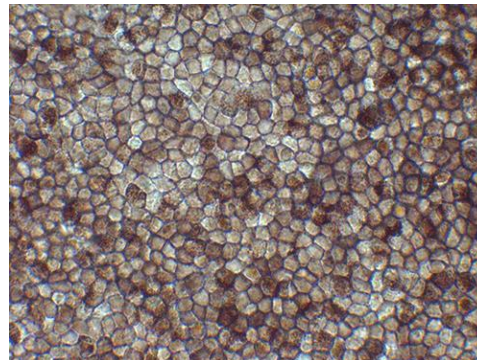
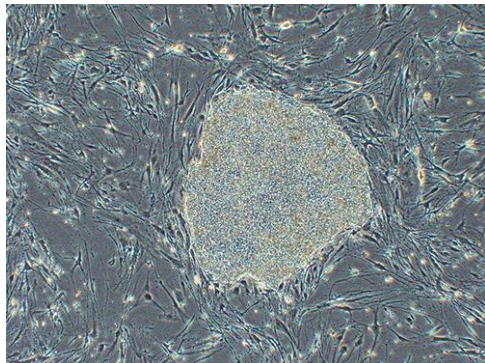


neovascularisation



hiPSCs

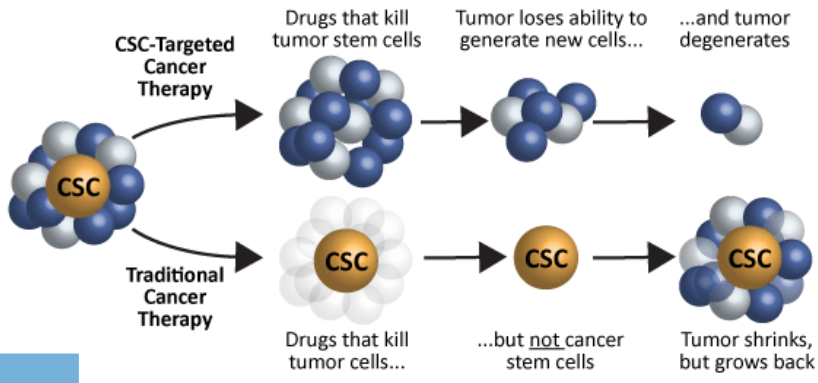
Retinální pigmentový epitel



■ Kmenové buňky nemusí být jen přátelské

Nádorové kmenové buňky

- solidní tumor je vždy heterogenní
- malá populace buněk s charakterem CSC může znovu iniciovat růst tumoru a být příčinou selhání terapie



Tkáňová kmenová buňka



- Sebeobnova
- Quiescence
- Multipotence
- Nízká četnost (<1%)
- Dlouhá životnost
- Rezistence k terapii
- Tumorigenicita
- Vysoká proliferativní kapacita



Nádorová kmenová buňka

- Buněčná diferenciace
 - určuje *rozdíly* mezi tkáněmi

Indukce diferenciace

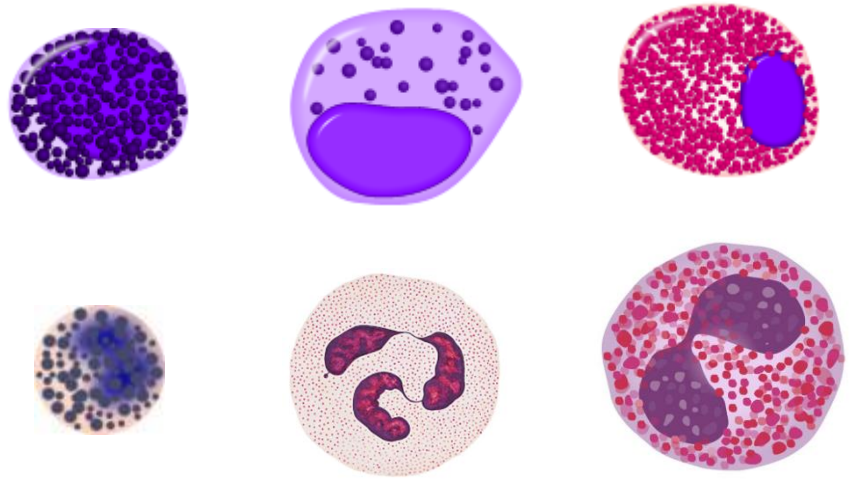
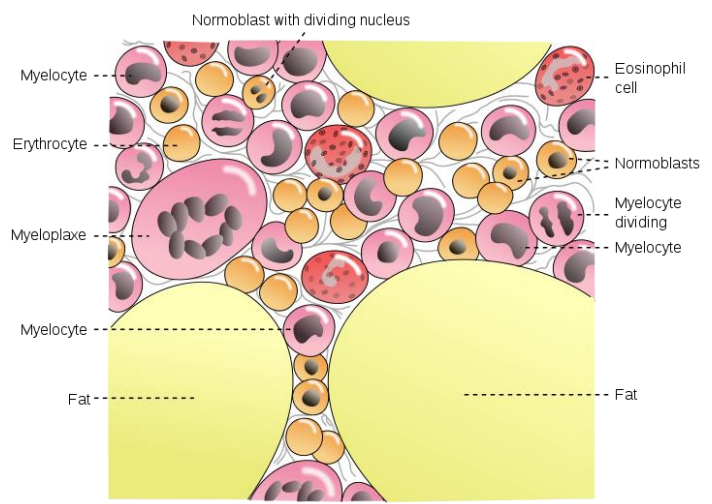
Determinace

-blast

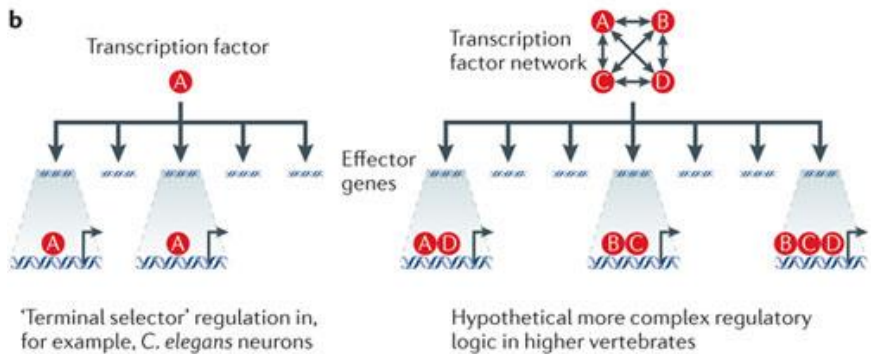
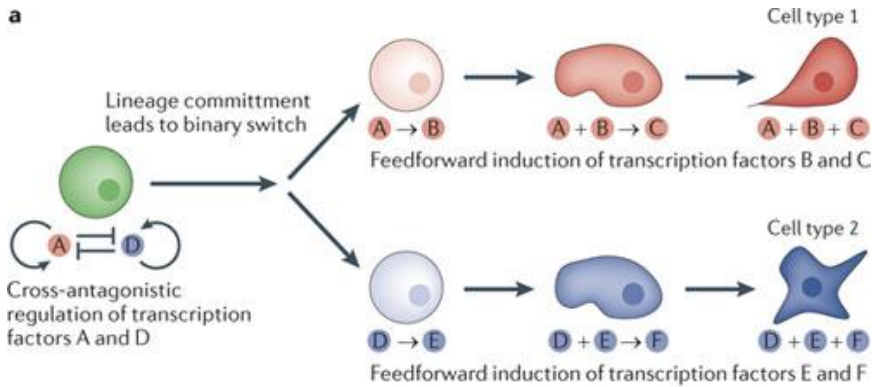


Terminální diferenciace

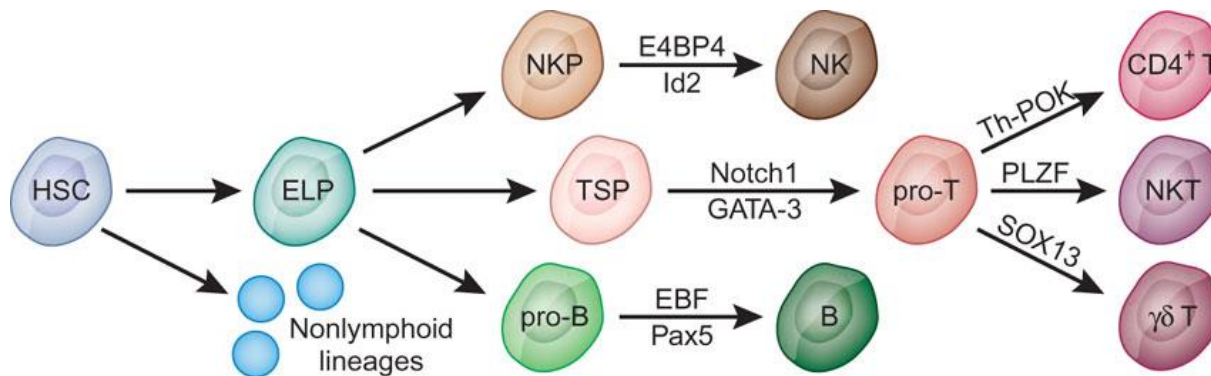
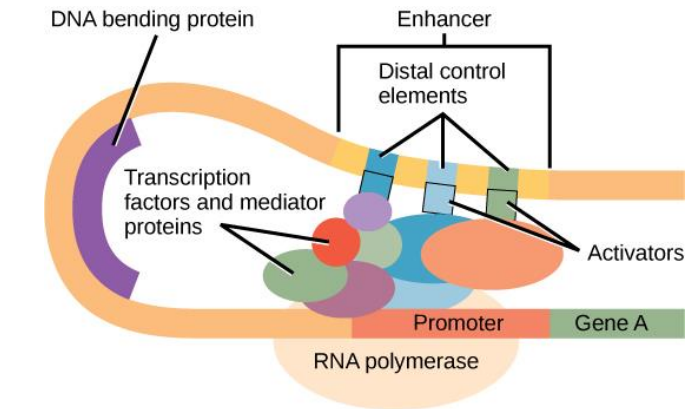
-cyt



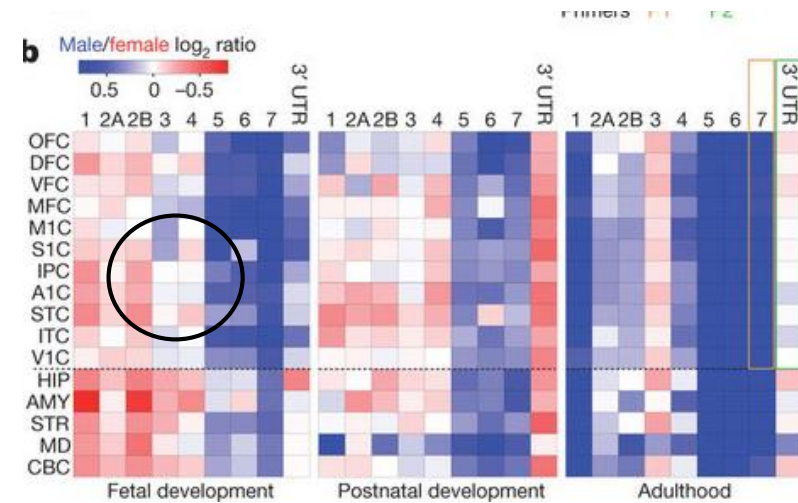
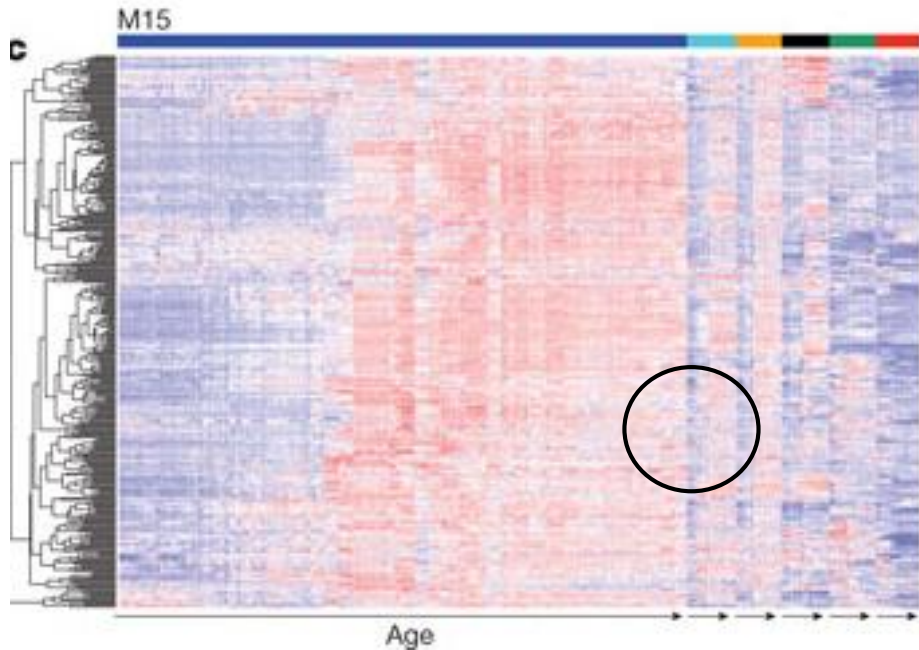
Diferenciace je určena hierarchickou transkripcí genů



Nature Reviews | Genetics



- Tkáně se liší svým genetickým a epigenetickým profilem



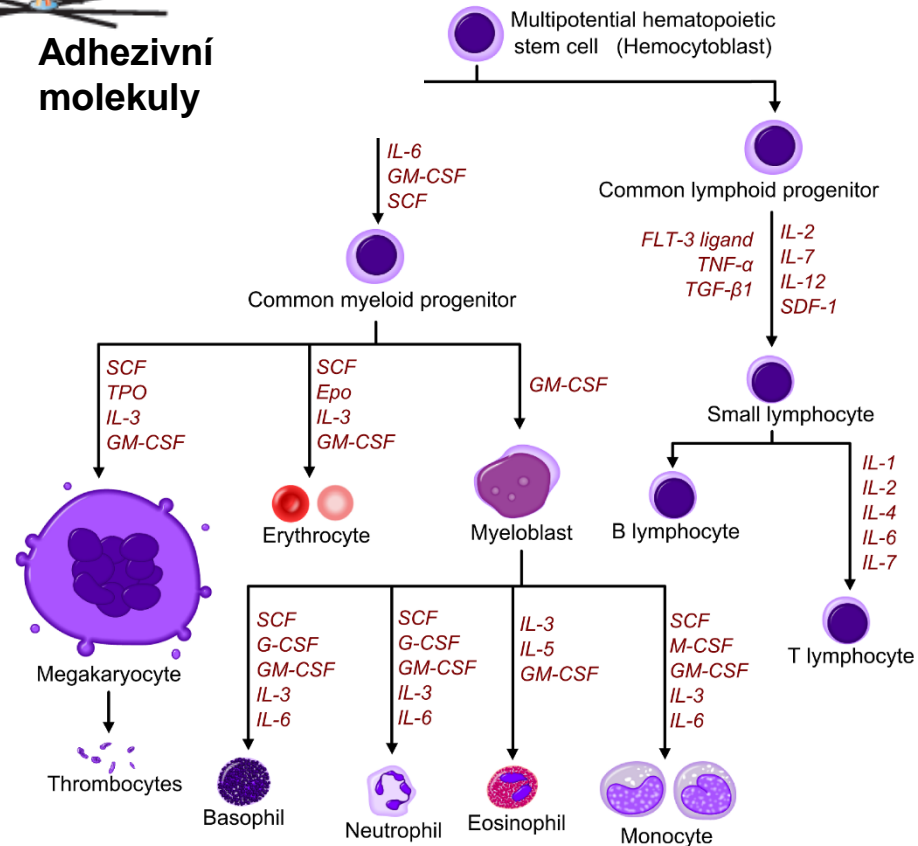
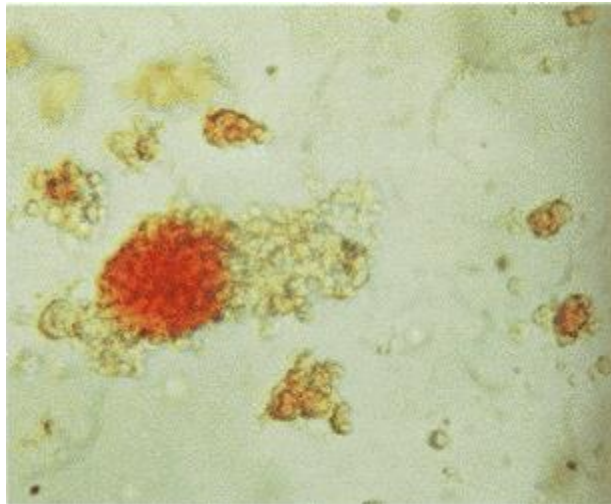
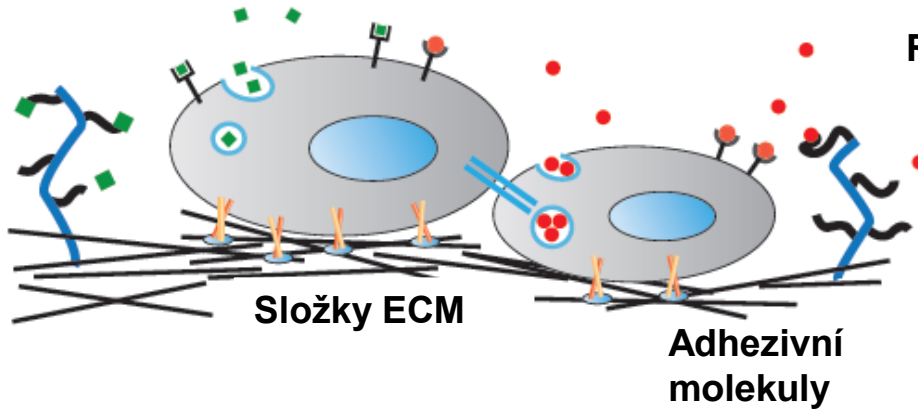
Výslednou stavbu a funkci tkání určuje projev řady strukturních genů – různý v různých lokalizacích i časových úsecích

■ Tkáňovou identitu určují i extracelulární molekuly

Metaboly

Mezibuněčné interakce

Růstové faktory



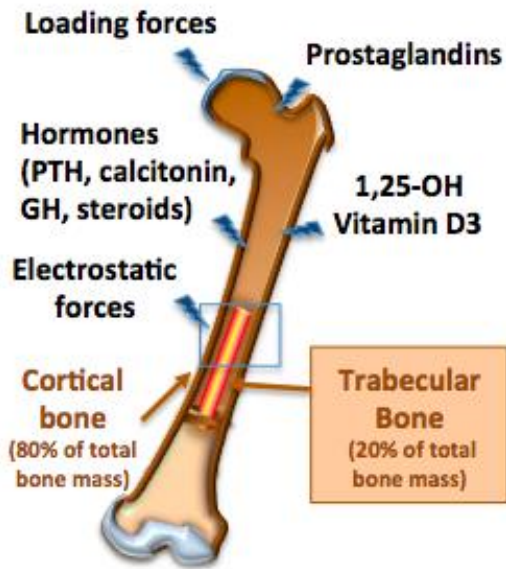
■ Mikroprostředí určuje vlastnosti tkání a odráží jejich mikroskopickou stavbu

Do vlastní histologické stavby tkání se promítá velké množství **biologických** a **fyzikálně-chemických** parametrů

- Procesy embryonálního vývoje
- Mezibuněčné interakce
- Prostorové uspořádání (dimenzionalita)
- Gradienty morfogenů
- Epigenetický profil
- Dynamika genové exprese
- Parciální tlaky plynů
- Složení ECM
- Mechanická stimulace
- Perfuze a intersticiální toky
- Lokální imunitní odpověď
- Metabolity
- ...

Stem cell niche

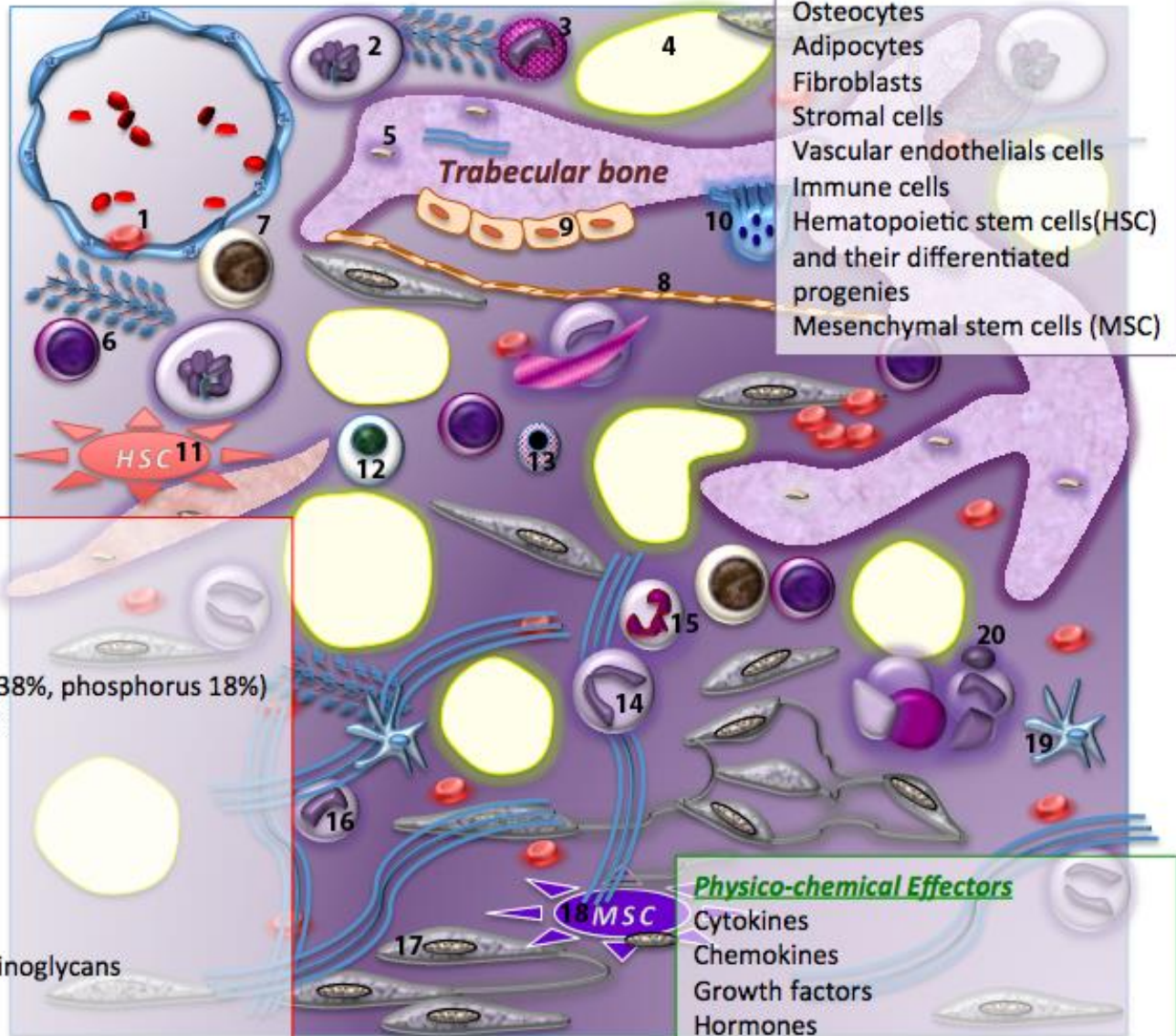
Bone



Stem cell niche?

Bone & Bone Marrow cells

- Osteoblasts
- Osteoclasts
- Osteocytes
- Adipocytes
- Fibroblasts
- Stromal cells
- Vascular endothelial cells
- Immune cells
- Hematopoietic stem cells(HSC) and their differentiated progenies
- Mesenchymal stem cells (MSC)

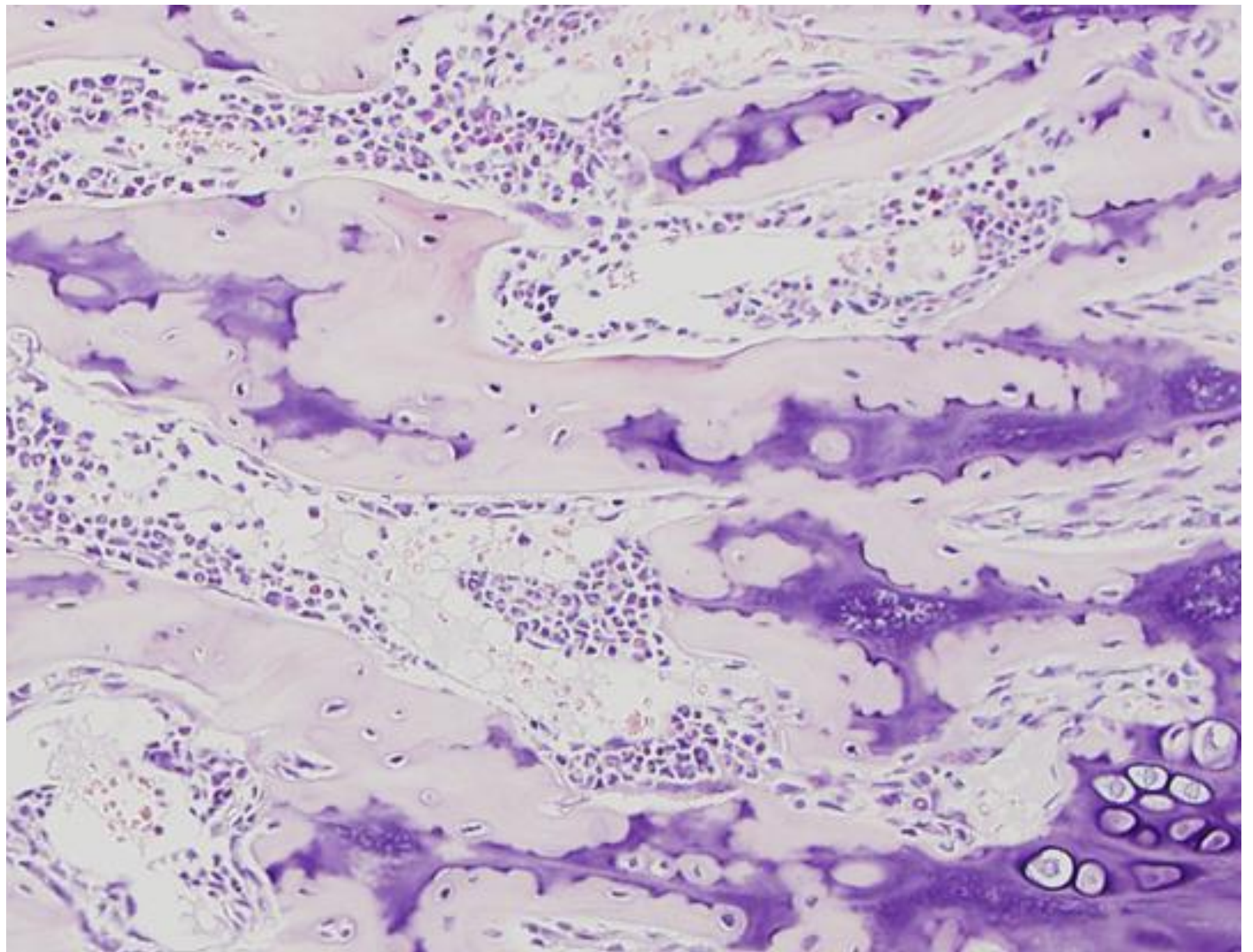


ECM components

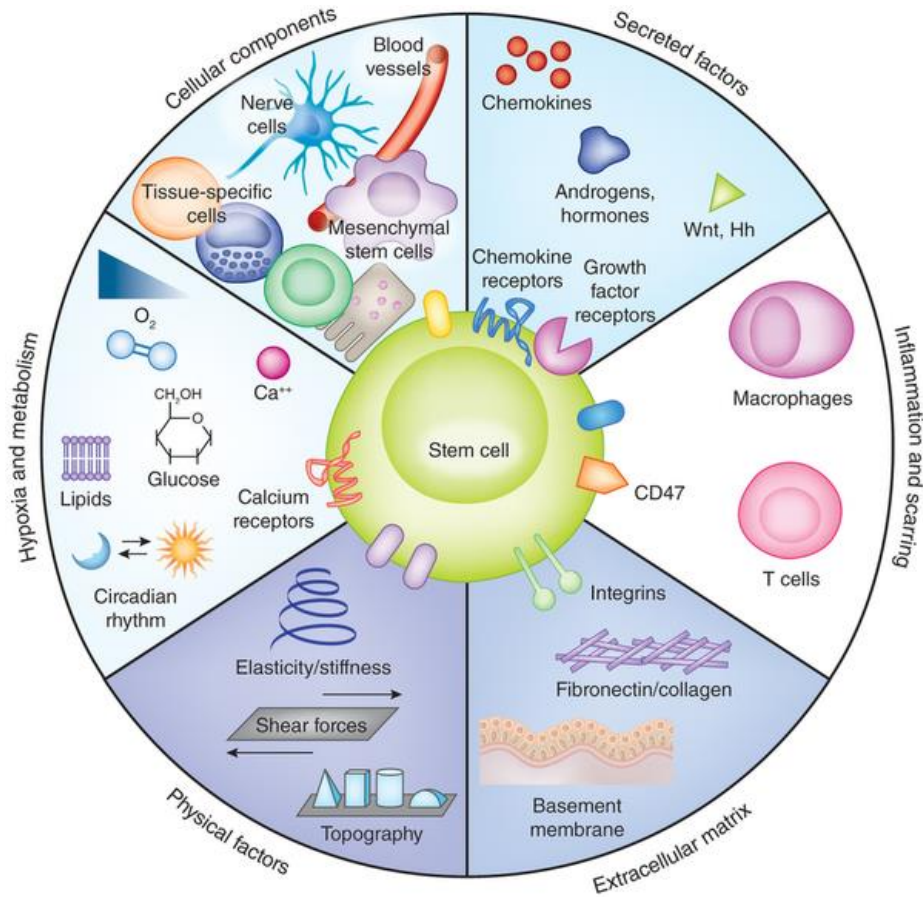
- Fibronectin
- Laminin
- Collagens
- Apatite crystals (calcium 38%, phosphorus 18%)
- Bone promoting proteins
- Bone sialoproteins
- Osteonectin
- Osteoprotegerin
- Osteocalcin
- Integrins
- Alcaline Phosphatase
- Proteoglycans, Glycosaminoglycans
- Osteopontin
- MMPs & TIMPs
- Receptors
- Adhesion molecules

Physico-chemical Effectors

- Cytokines
- Chemokines
- Growth factors
- Hormones
- Physico-mechanical forces
- Biochemical regulators (pH, oxygen concentration, nutrients...)



■ Mikroprostředí je klíčové pro tkáňovou homeostázu



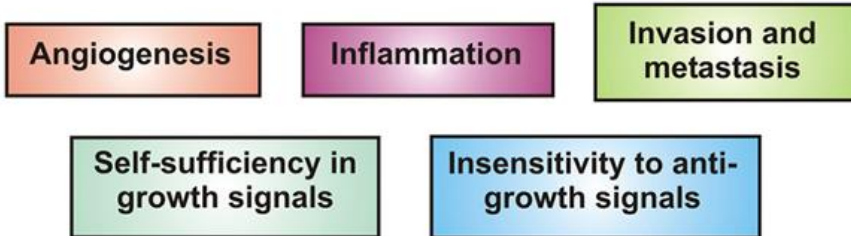
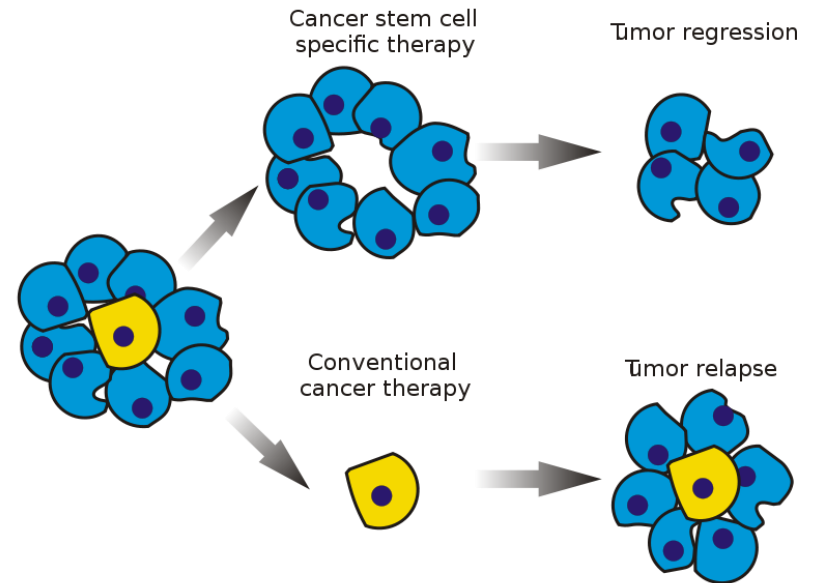
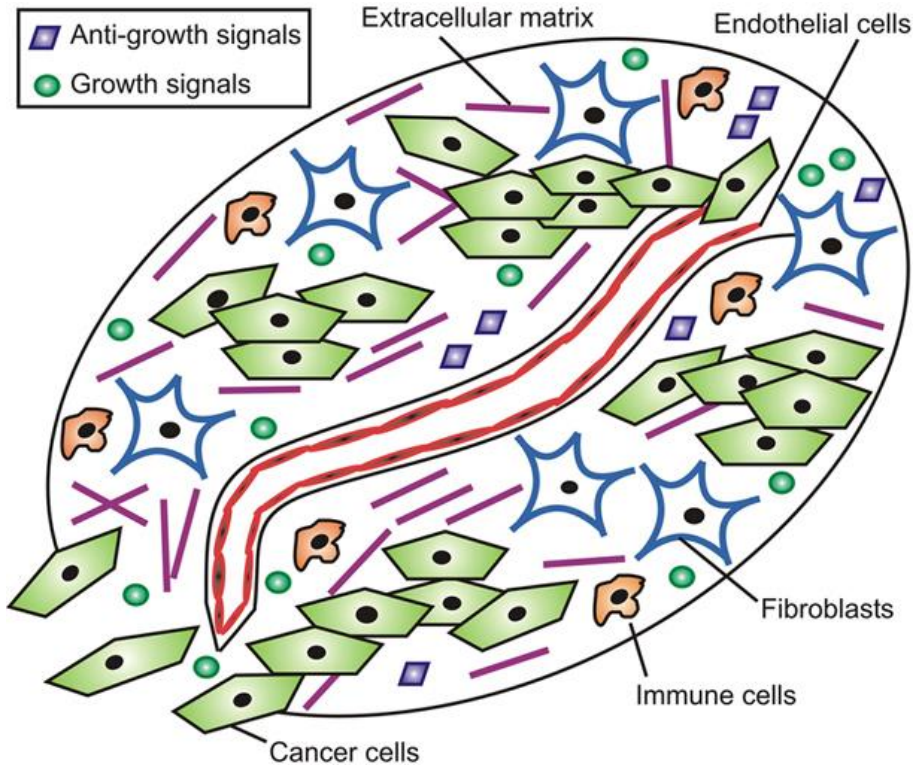
Apoptóza

Regenerace

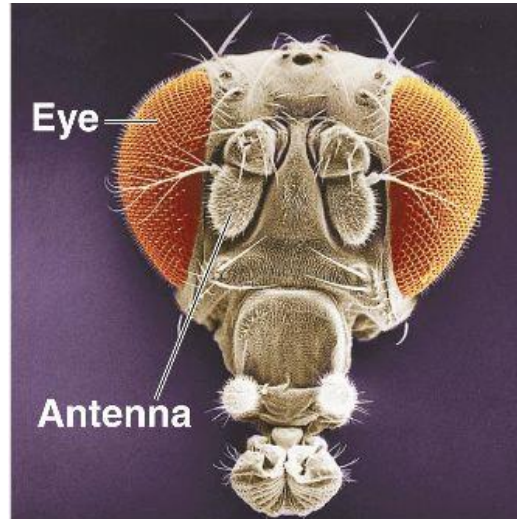
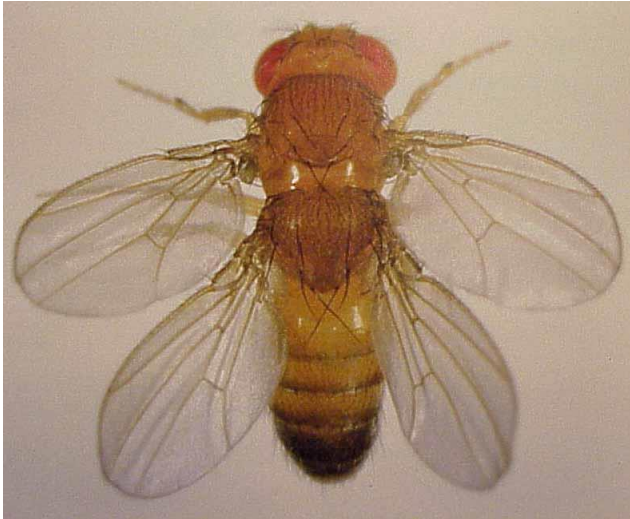
Senescence

Transformace

■ Mikroprostředí je důležité v patogenezi



Molekulární principy histogeneze



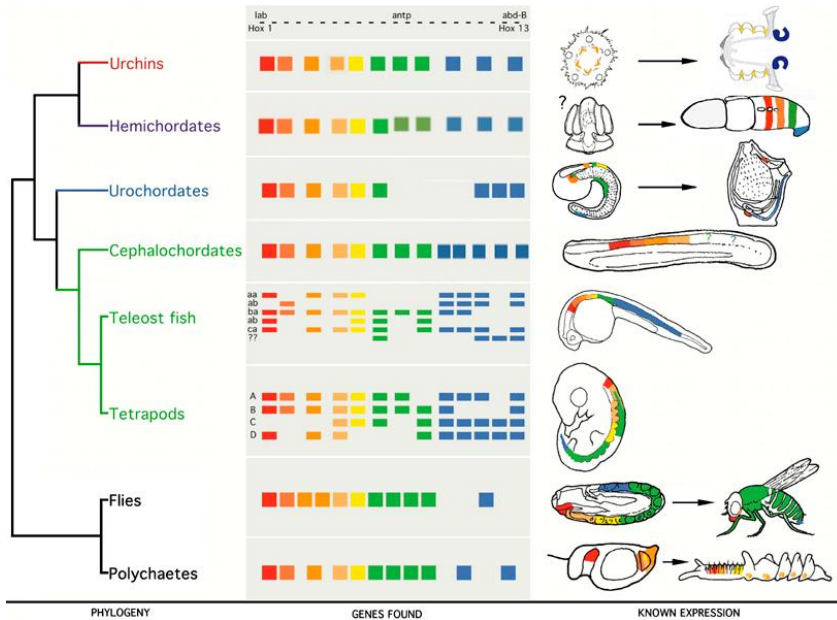
Wild type



Mutant



■ Hox komplex a morfogenetické pole

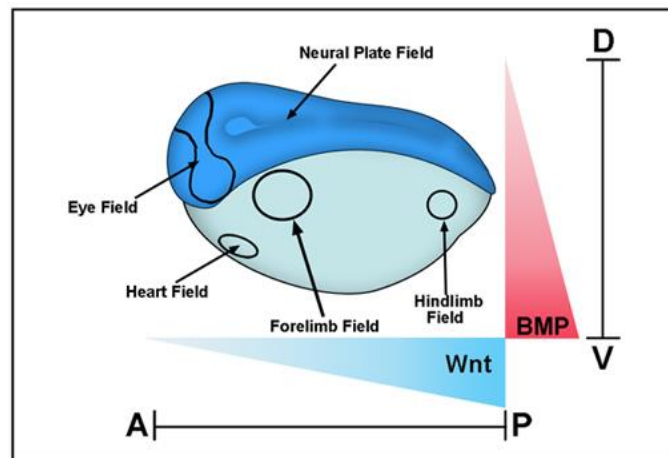


Příklad: Hox komplex
 Vysoce konzervovaná skupina transkripčních faktorů určujících základní stavbu a orientaci těla

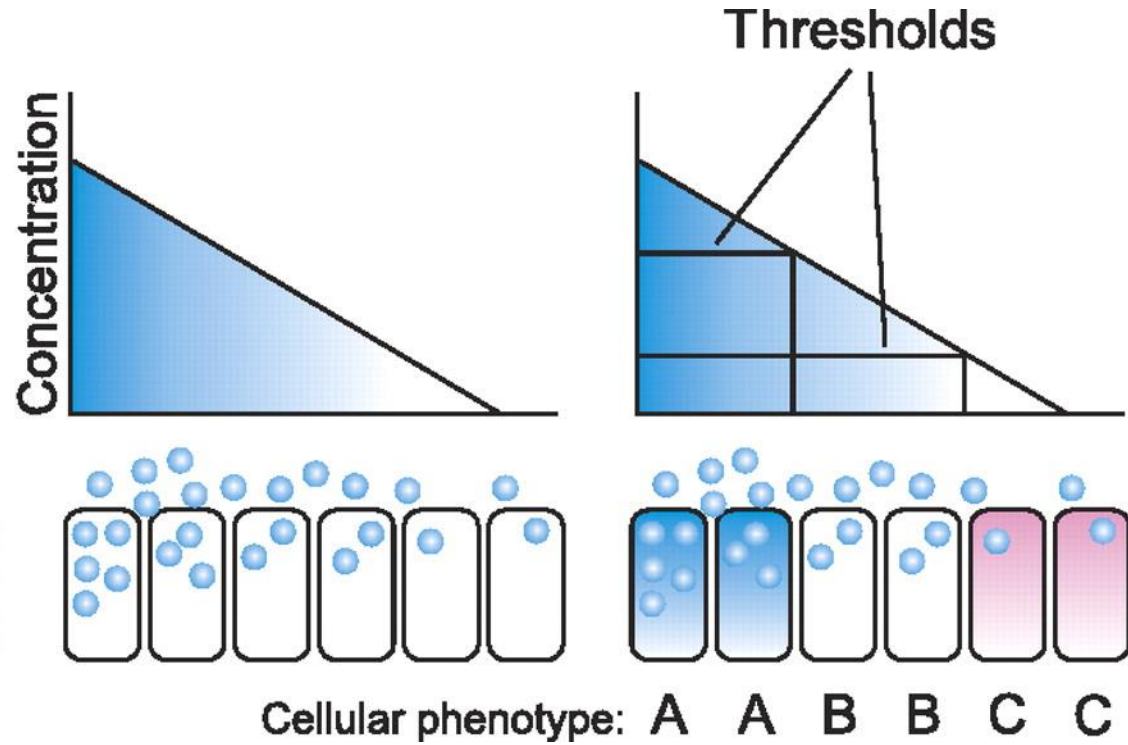
Tkáňová diferenciace podél antero-posteriorní osy

Člověk (39 genů)

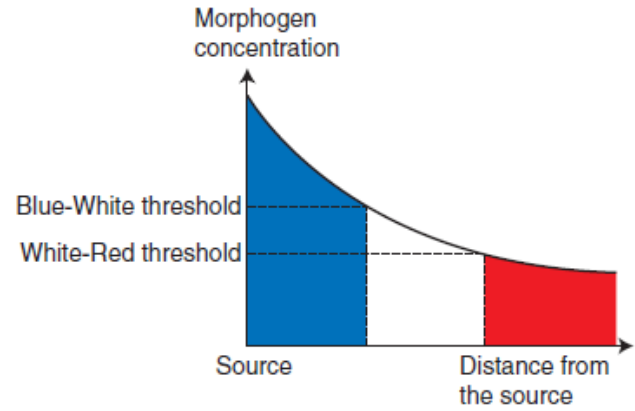
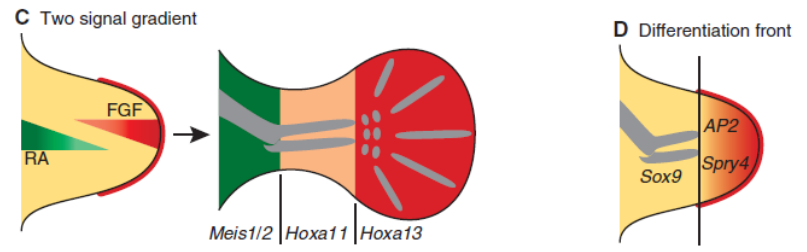
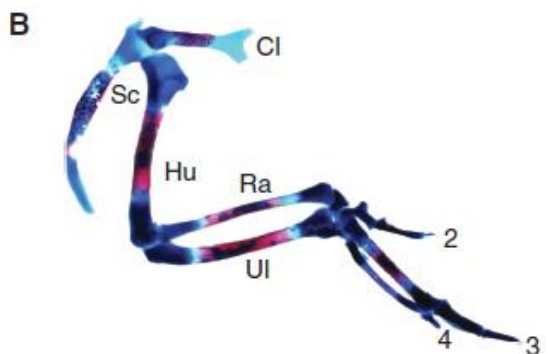
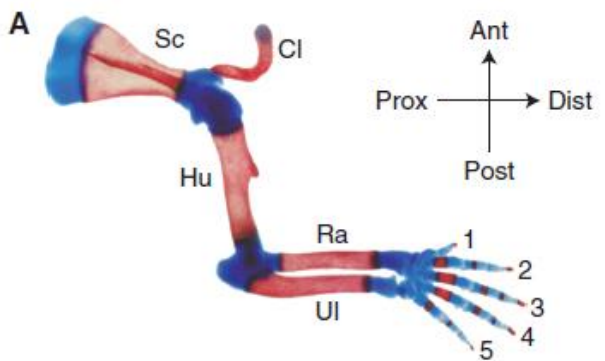
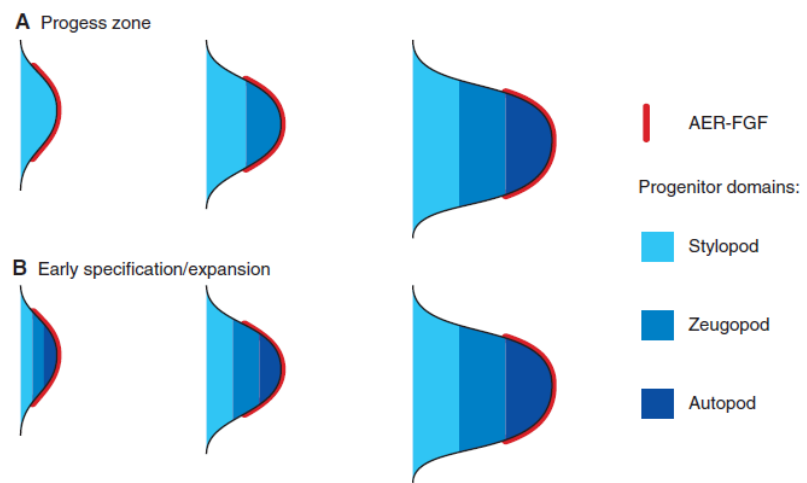
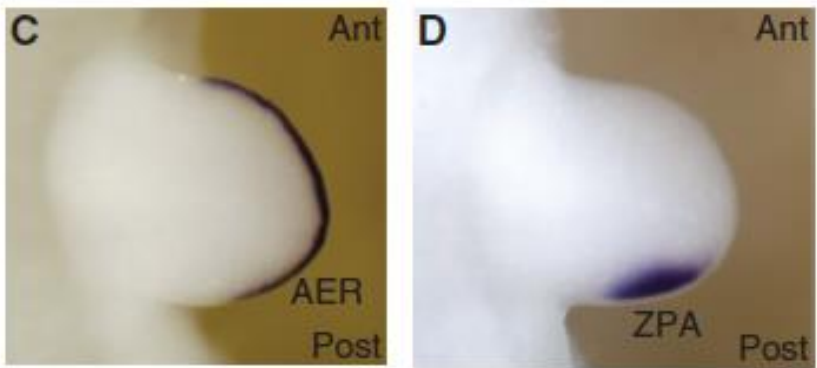
Cluster	Chromozom	Počet Hox genů
HoxA	7	11
HoxB	17	10
HoxC	12	9
HoxD	2	9



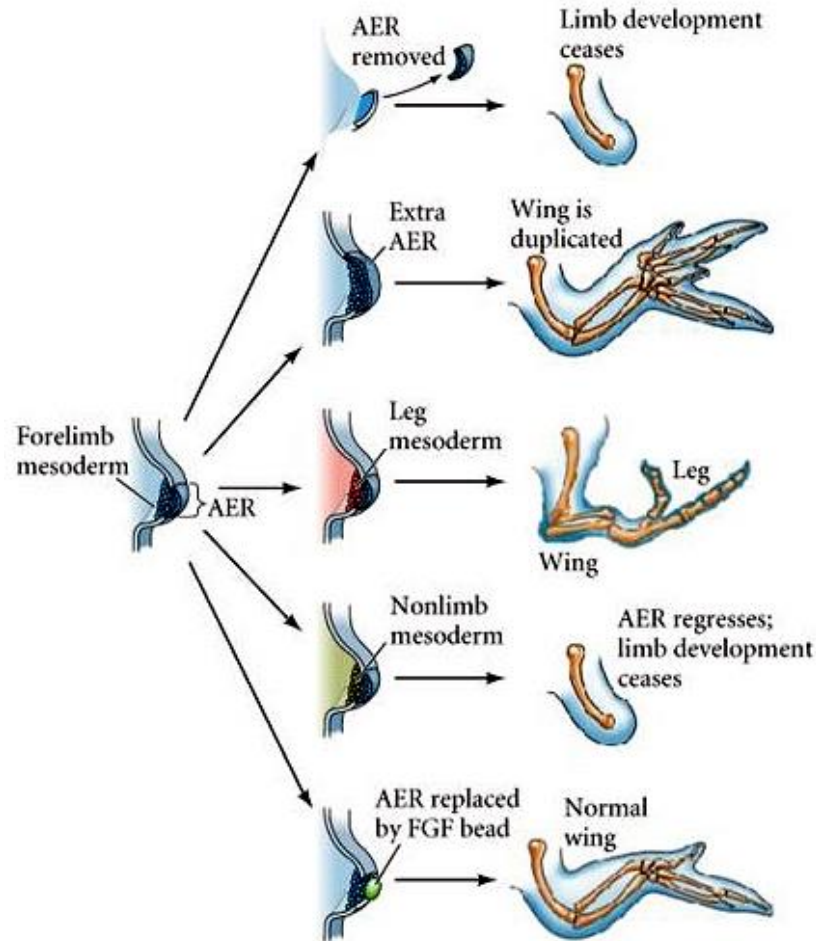
■ French flag model



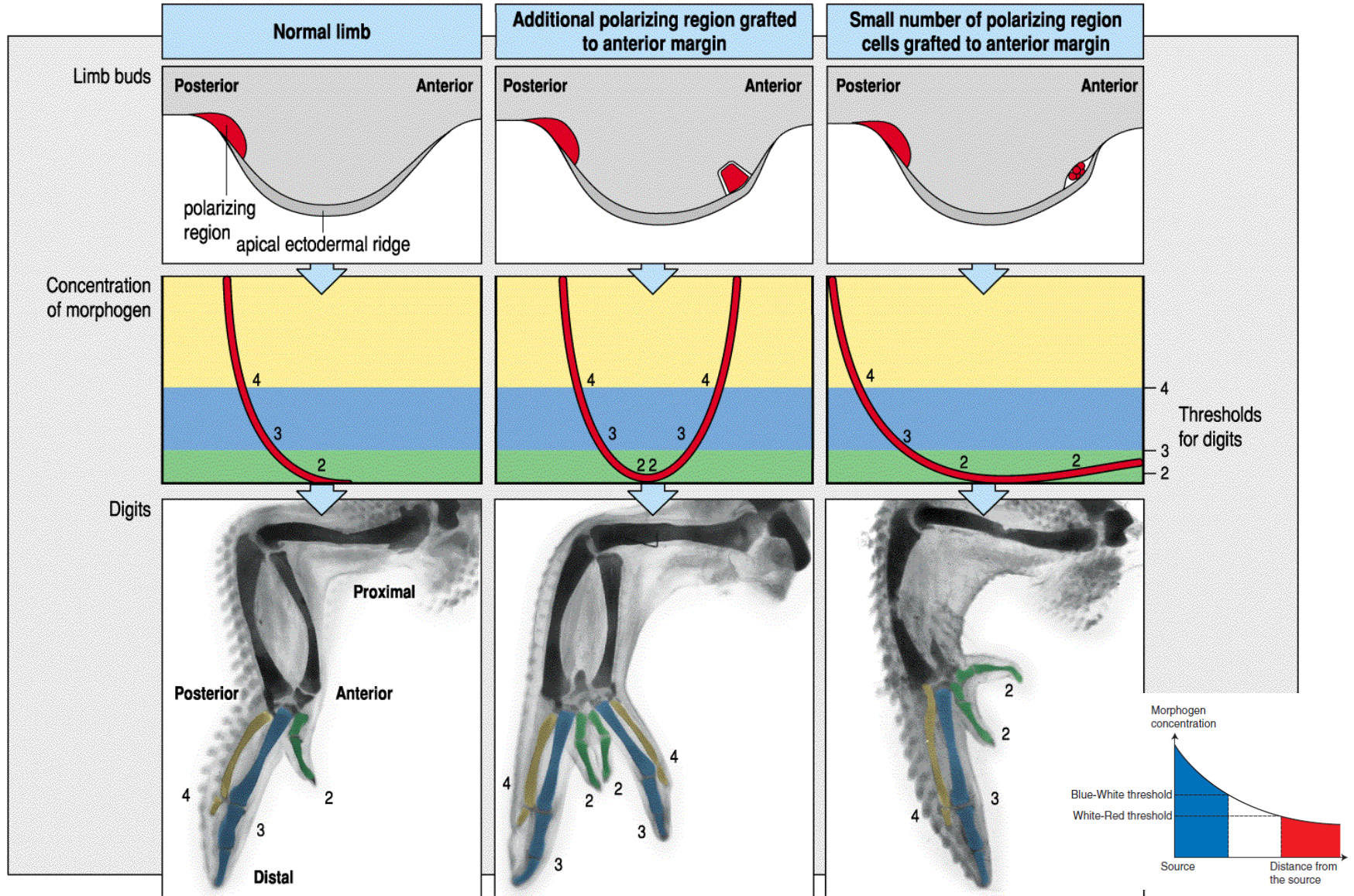
Temporo-spaciální exprese různých regulátorů určuje finální lokalizaci, orientaci a morfologii tkání a orgánů



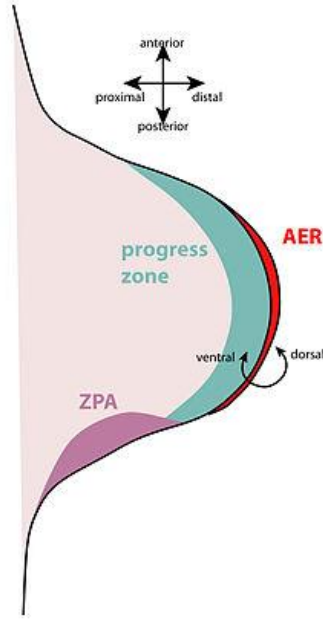
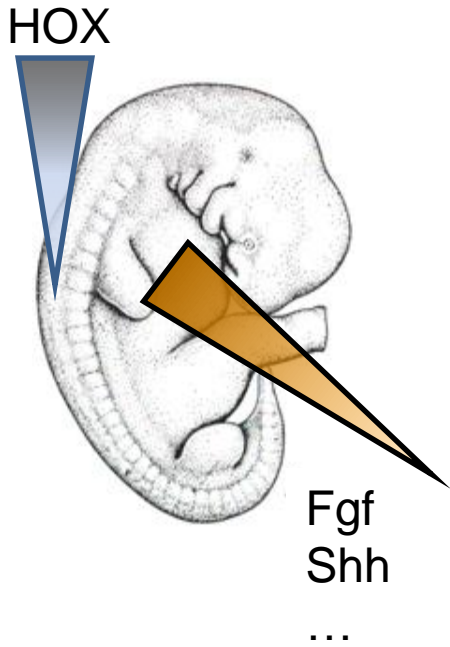
Manipulace s AER nebo ZPA mění vývojové instrukce



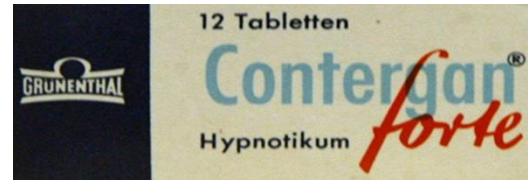
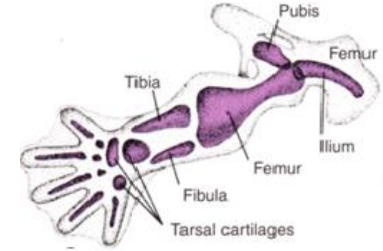
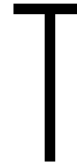
- Růst končetin definují gradienty morfogenů z AER a ZPA



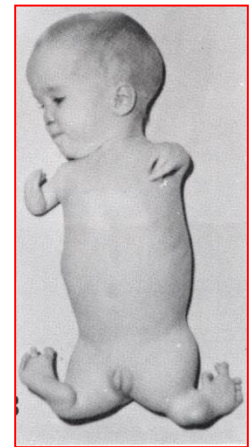
Thalidomid



Proliferace
→
Vaskularizace

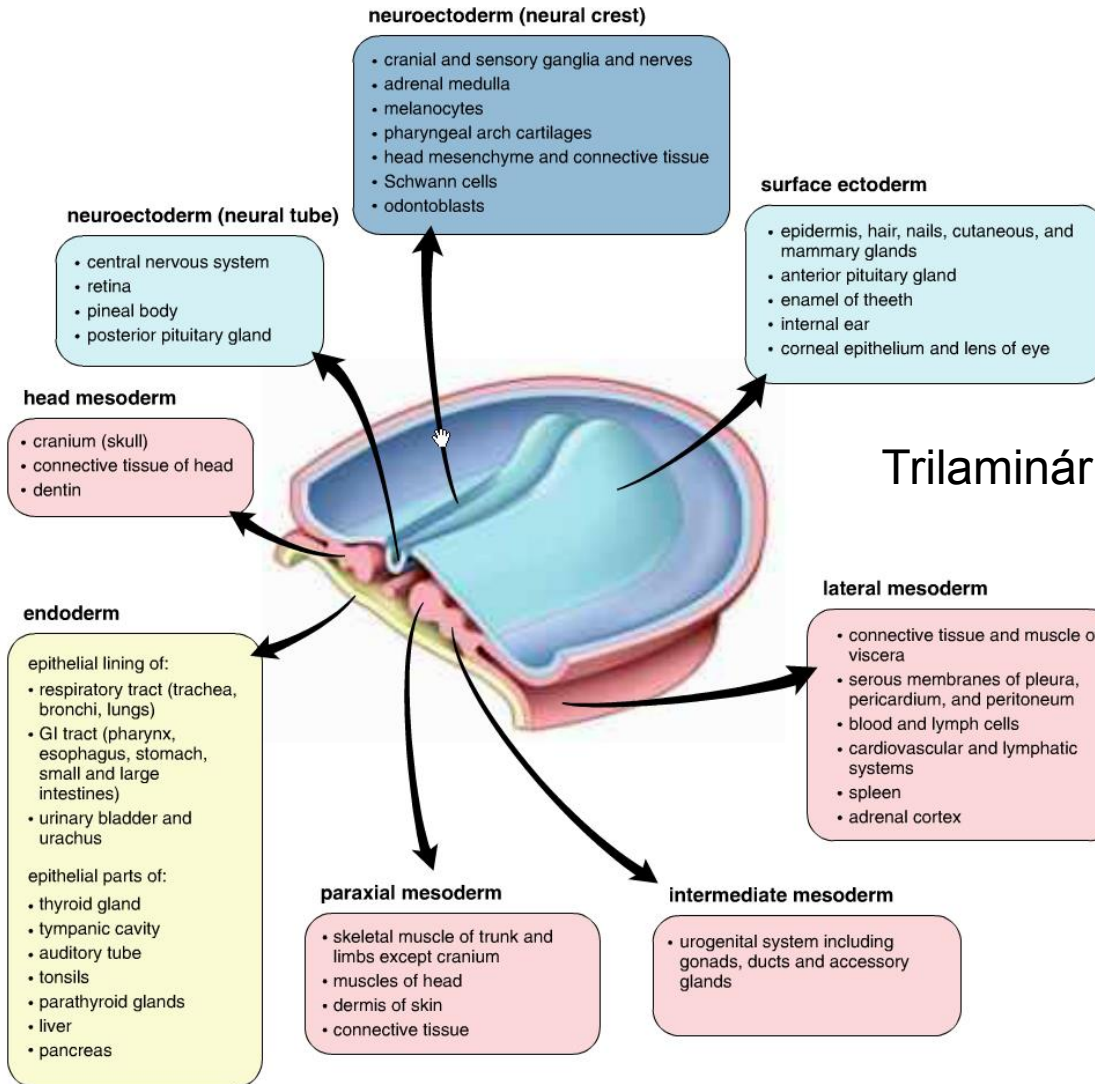


Thalidomid



■ Vývoj ostatních tkání se řídí podobnými interakcemi

Ektoderm



Entoderm

Mesoderm

■ Vývoj ostatních tkání se řídí podobnými interakcemi

Ektoderm

Povrchový ektoderm

- Epidermis a její deriváty
- Rohovka a epitel čočky
- Zubní sklovina
- Vnitřní ucho
- Adenohypofýza
- Epitel ústní dutiny a části análního kanálu

Neuroektoderm

- **Neurální trubice** a její deriváty:
 - CNS
 - Retina
 - Neurohypofýza
 - Epifýza
- **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
- Kosterní svalovina hlavy, trupu a končetin
- Dermis
- Pojivová tkáň

Paraxiální

Intermediální

- Urogenitální systém + vývody a přídatné žlázy

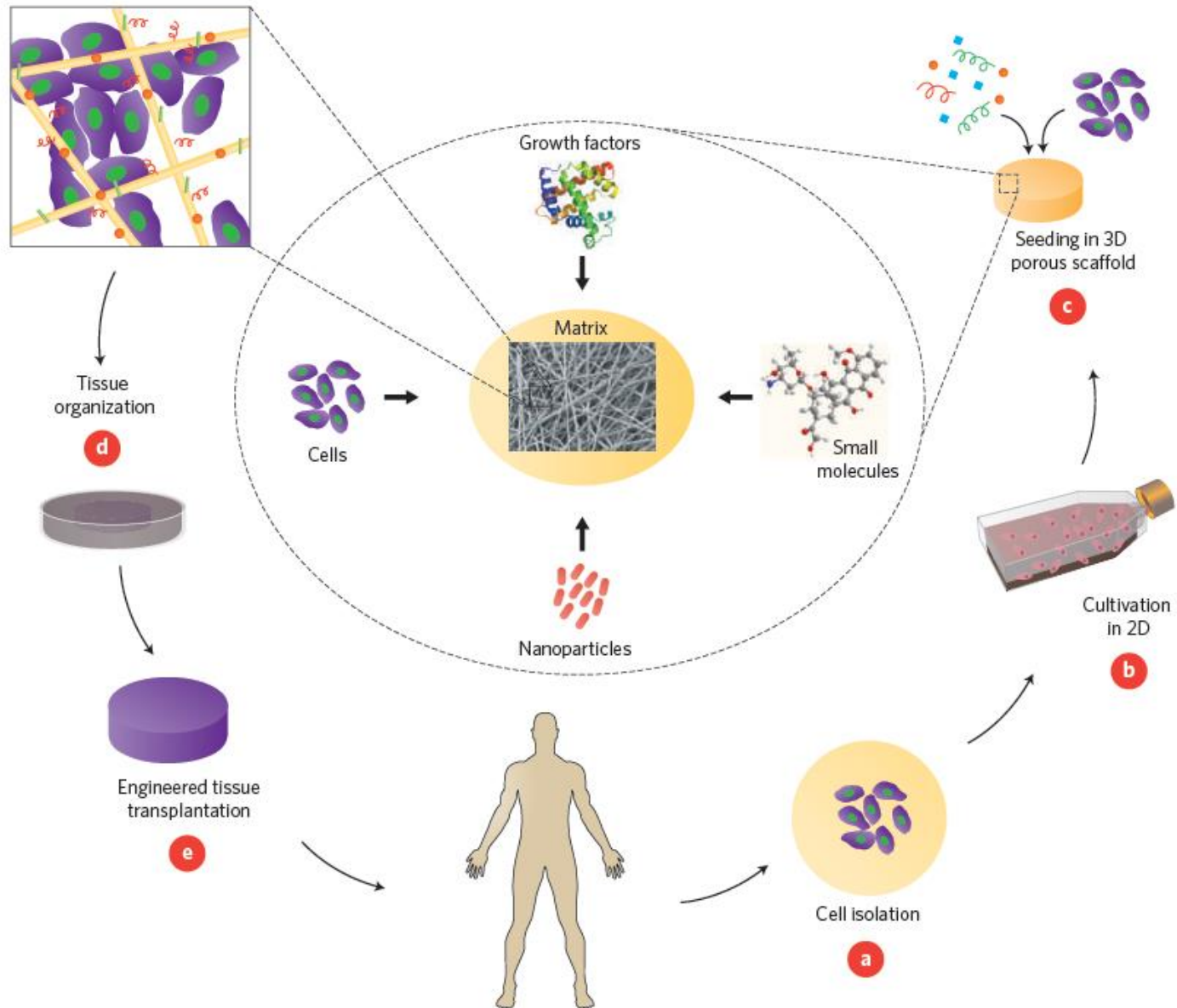
Laterální

- Viscerální pojivová tkáň
- Serózní membrány pleury, peritonea a perikardia
- Krevní buňky, leukocyty
- Kardiovaskulární a lymfatický systém
- Slezina
- Adrenální kortex

Entoderm

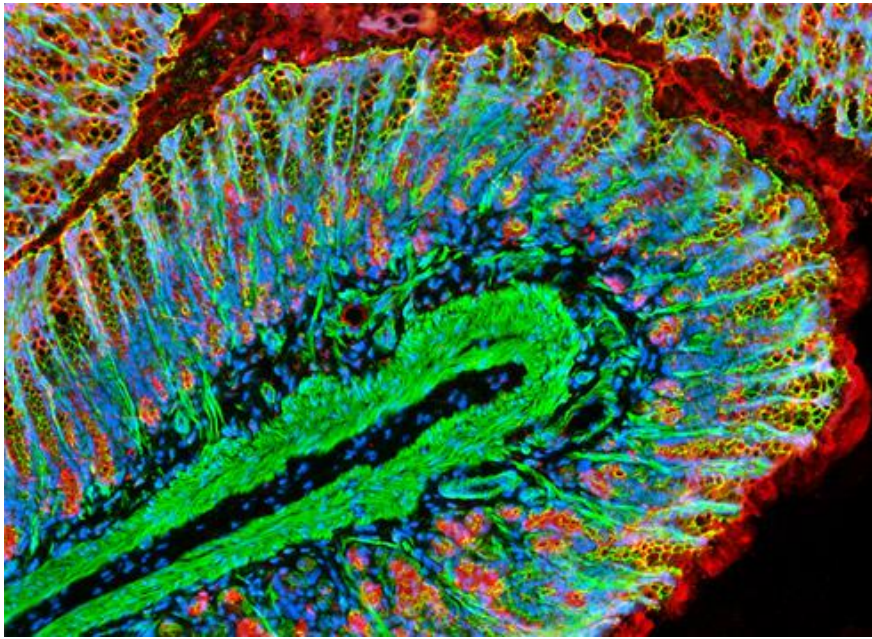
- Epitel GIT s výjimkou ústní dutiny a části análního kanálu
- Extramurální žlázy GIT
- Epitel močového měchýře a trubice
- Epitel respiračního systému
- Thyroidea, parathyreoidní tělíska, thymus
- Parenchym tonsil
- Epitel cavum tympani a Eustachovy trubice

■ Tkáňové inženýrství



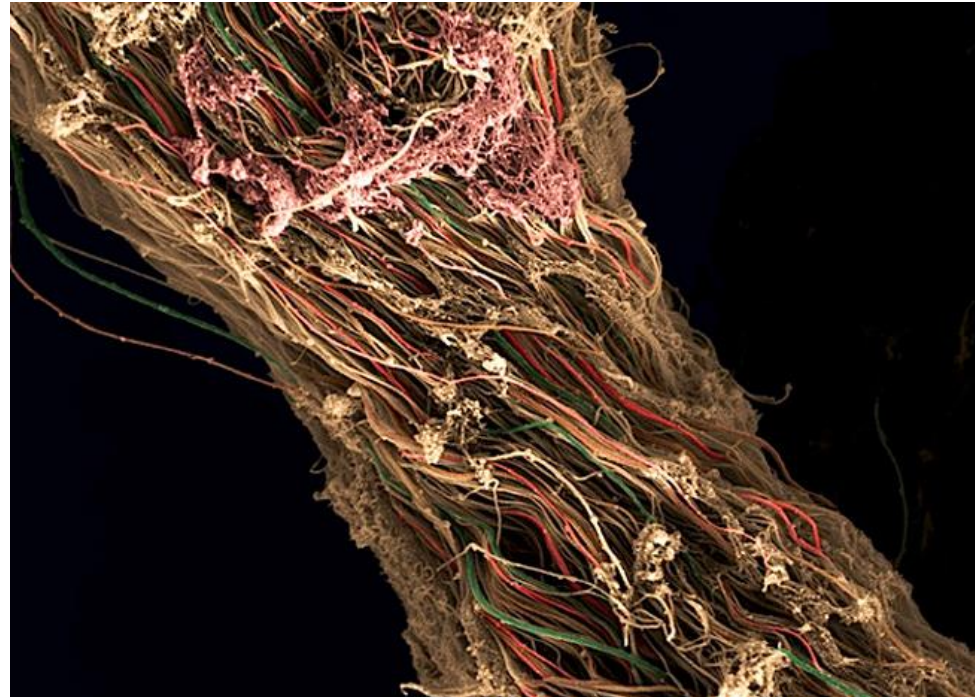
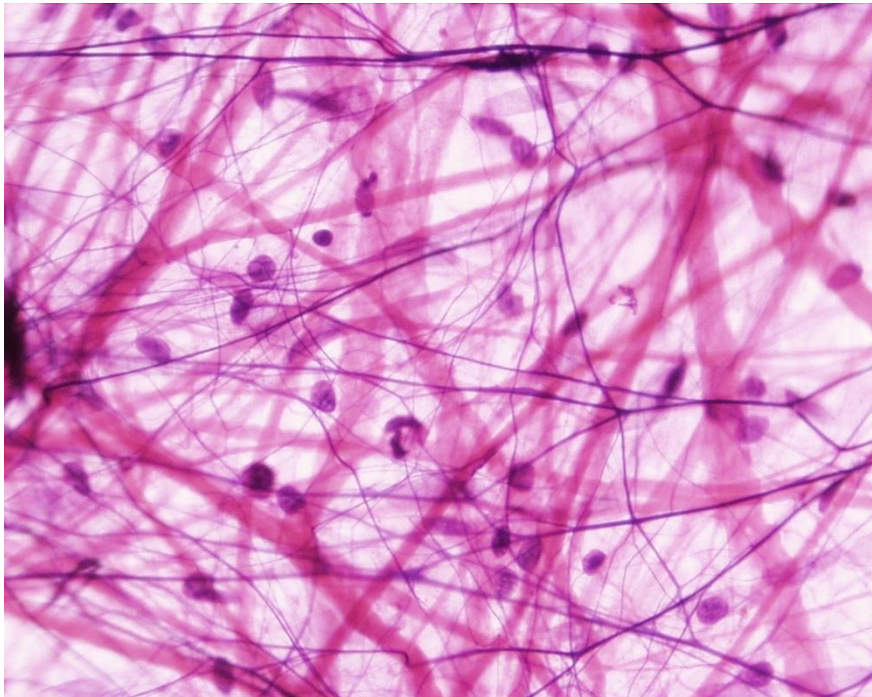
Přestávka





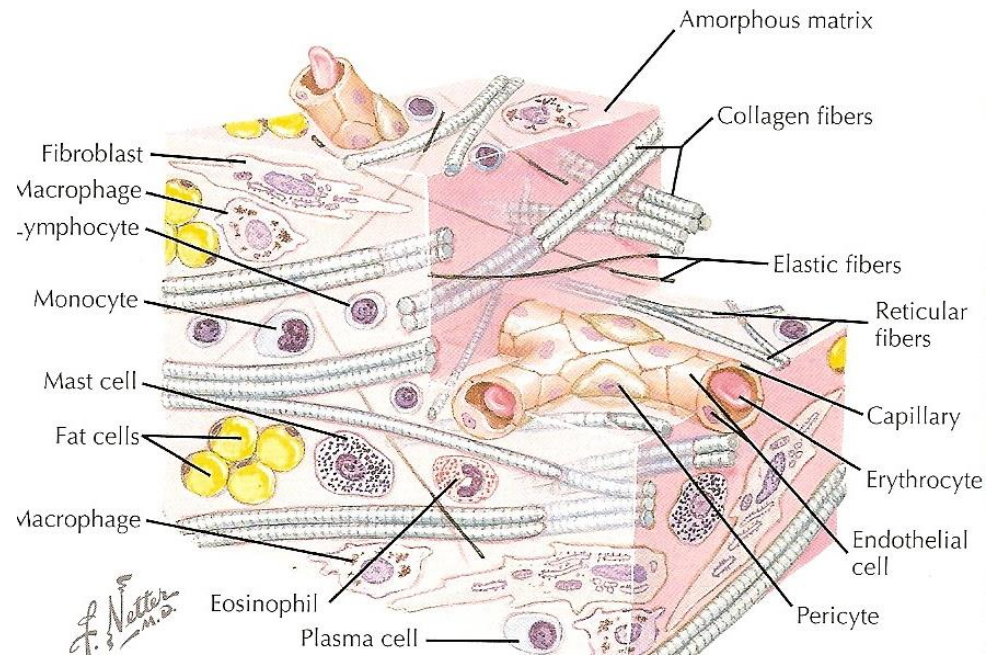
6. Pojivové tkáně

Not only a tissue glue...



■ Pojivová tkáň a její funkce

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



■ Obecné složení pojivové tkáně

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

Buňky pojivové tkáně

Trvalé a přechodné buněčné populace

- fibroblasty/myofibroblasty,
- buňky imunitního systému,
- fagocytující buňky,
- adipocyty,
- adultní kmenové buňky,
- specializované buňky chrupavky
(chondroblasty/chondrocyty)
- specializované buňky kostní
(osteoblasty/osteocyty/osteoklasty)

Mezibuněčná hmota

Fibrilární komponenta

(vláknitá složka)

- kolagenní
- retikulární
- elastická

Interfibrilární (amorfní) 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

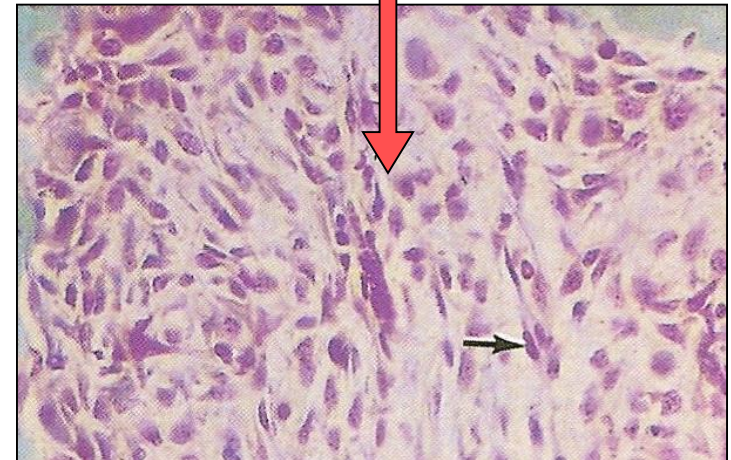
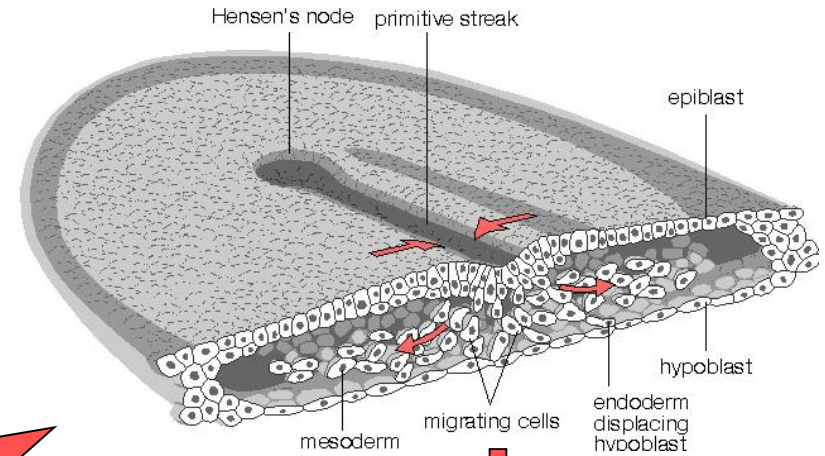
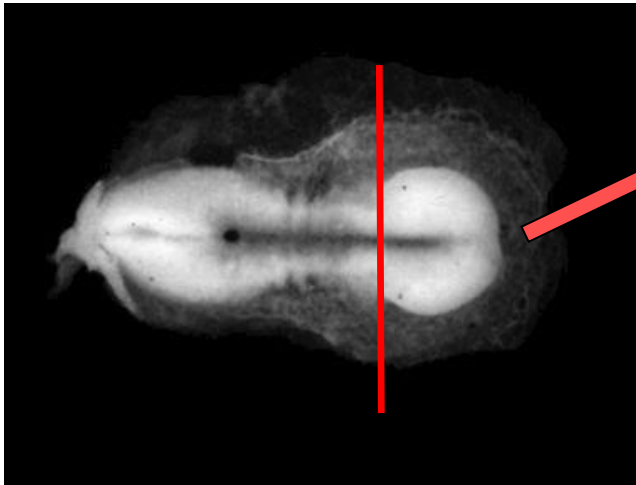
- Krev a hematopoetická tkáň
- Lymfatická tkáň

} Trofická pojivová tkáň (tělní tekutiny)

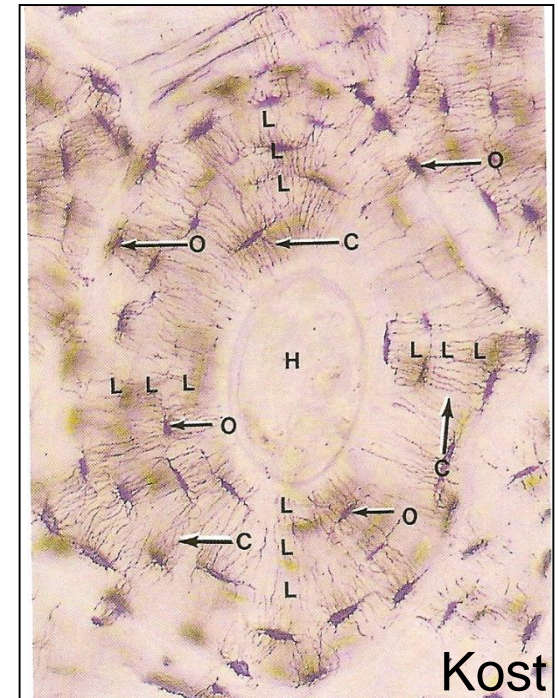
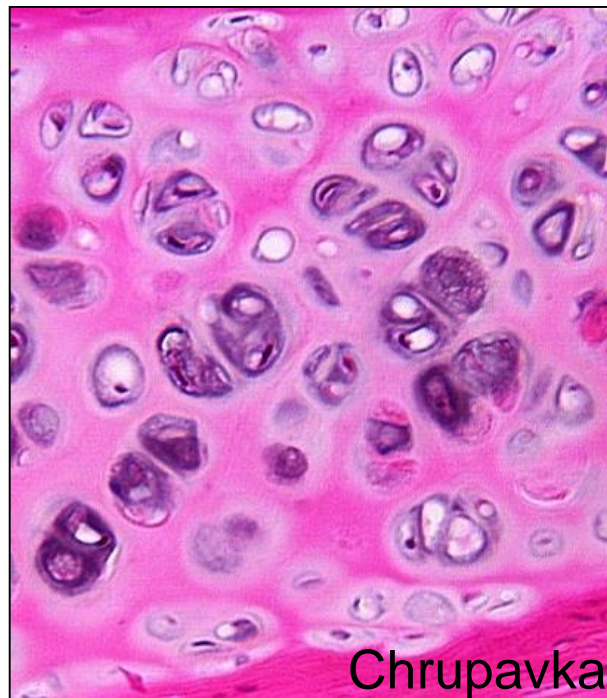
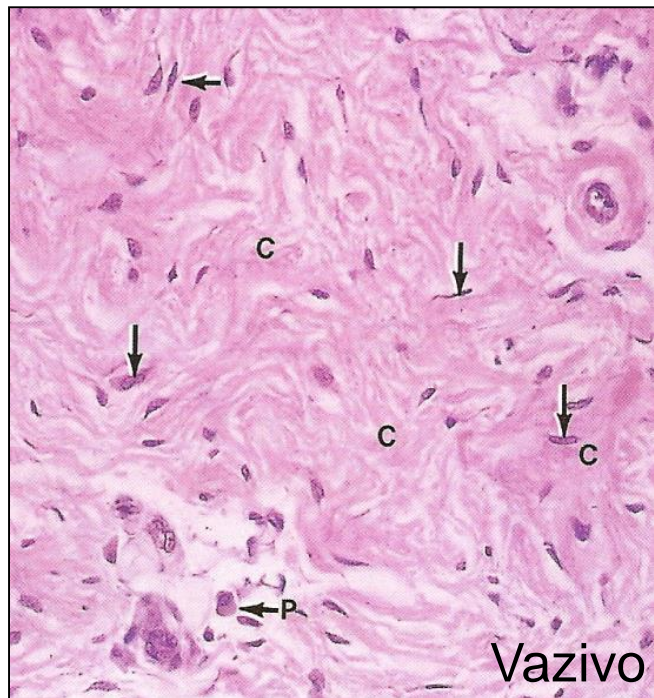
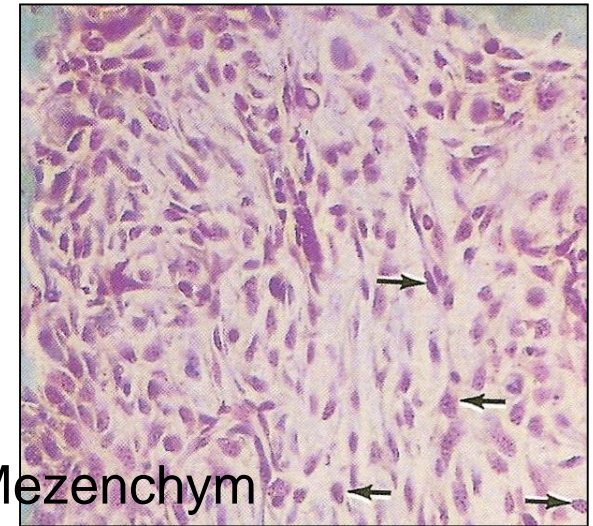
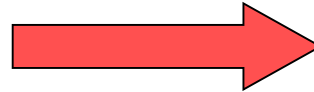
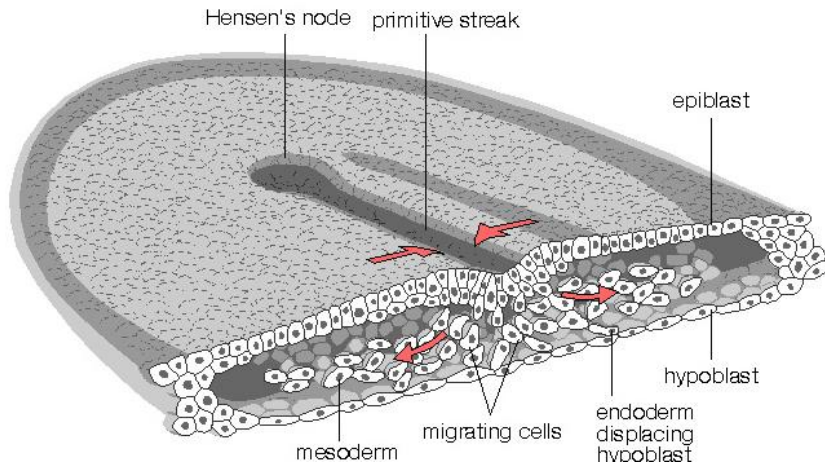
■ Embryonální mesenchym

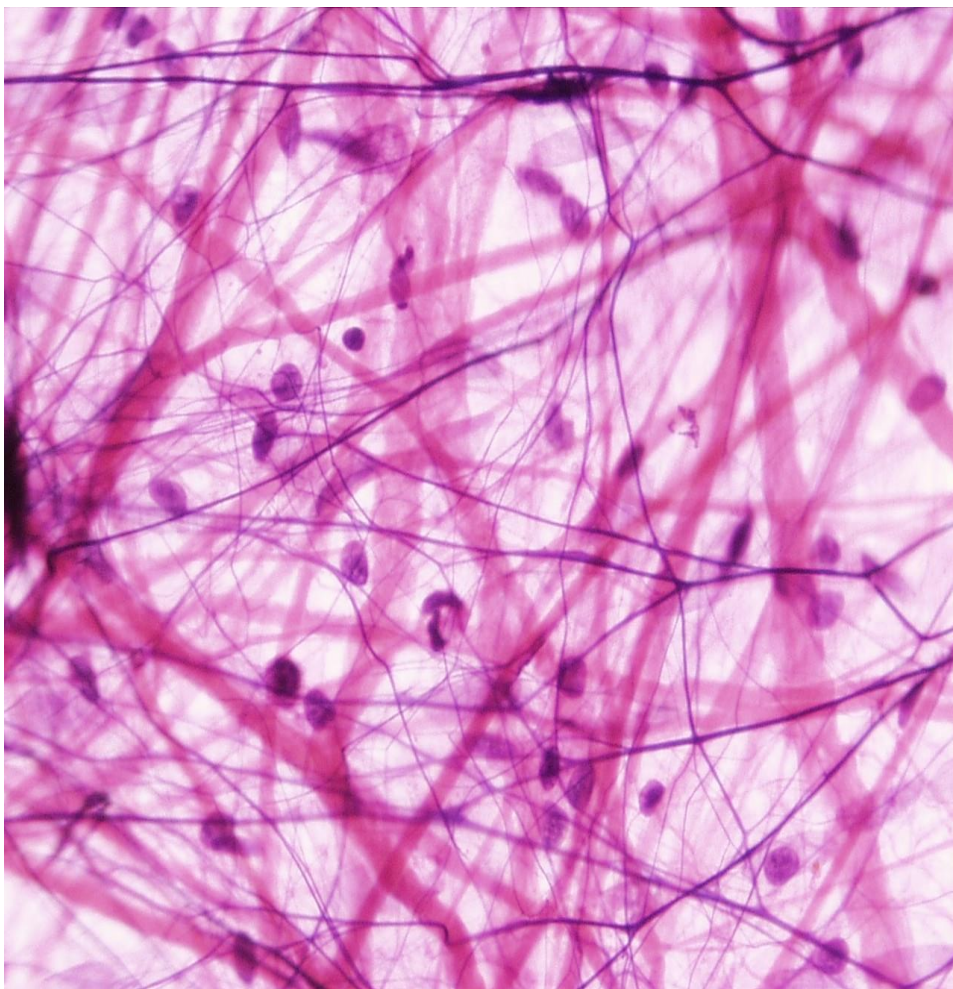
- Řídká houbovitá tkáň mezi zárodečnými listy
- mezoderm; kraniofaciální mezenchym z buněk neurální lišty
- Prostorová síť hvězdicovitých nebo vřetenovitých buněk
- Rosolovitá základní amorfnní hmota

DEN 12 embryonálního vývoje



Embryonální původ pojivové tkáně





1. Vazivo
2. Chrupavka
3. Kost

■ Obecné složení vaziva

Buňky

Fixní buňky

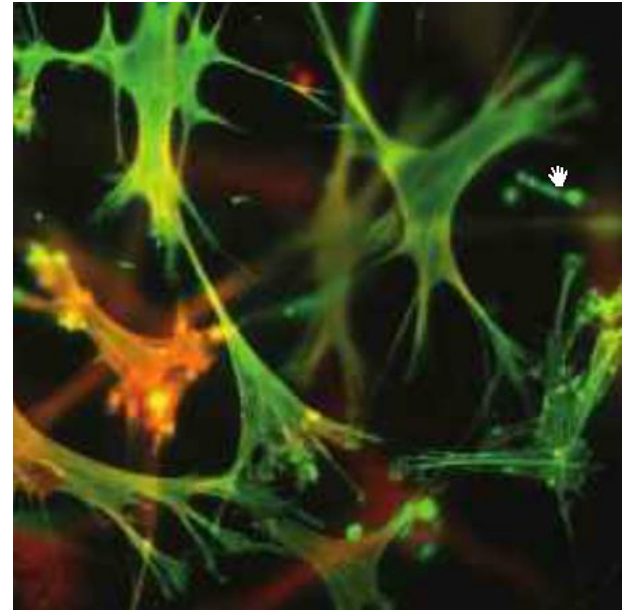
- Fibroblasty/fibrocyty/myofibroblasty
- Retikulární buňky
- Tukové buňky
- Pigmentové buňky
- Nediferencované multipotentní buňky

Migrující (bloudivé)

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

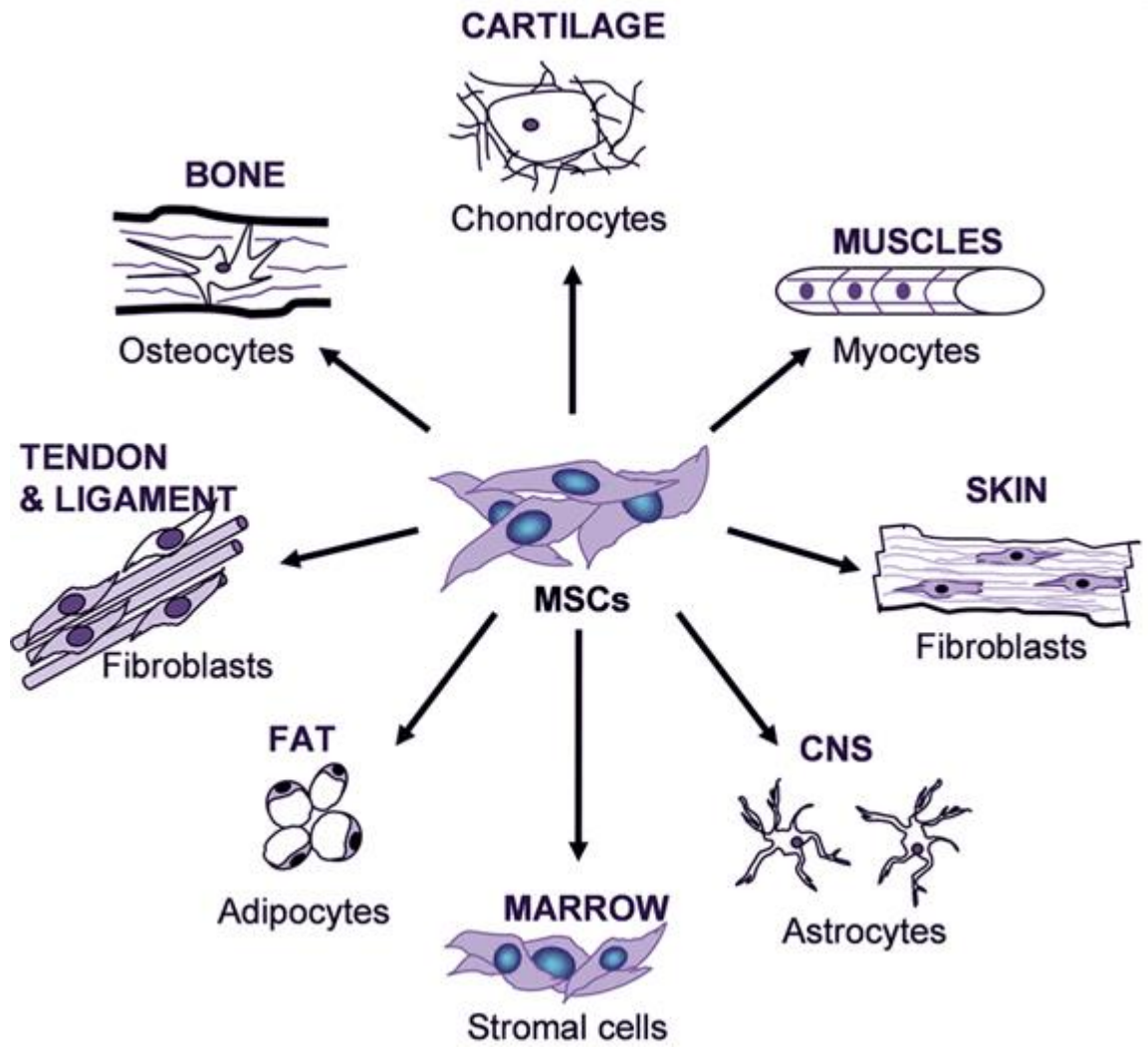
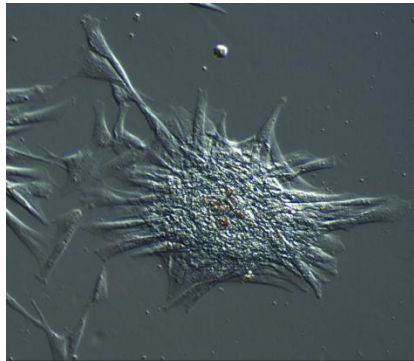
Extracelulární matrix (mimobuněčná hmota)

- Vlákniť (fibrilární) složka
- Základní amorfní hmota



Buňky vaziva

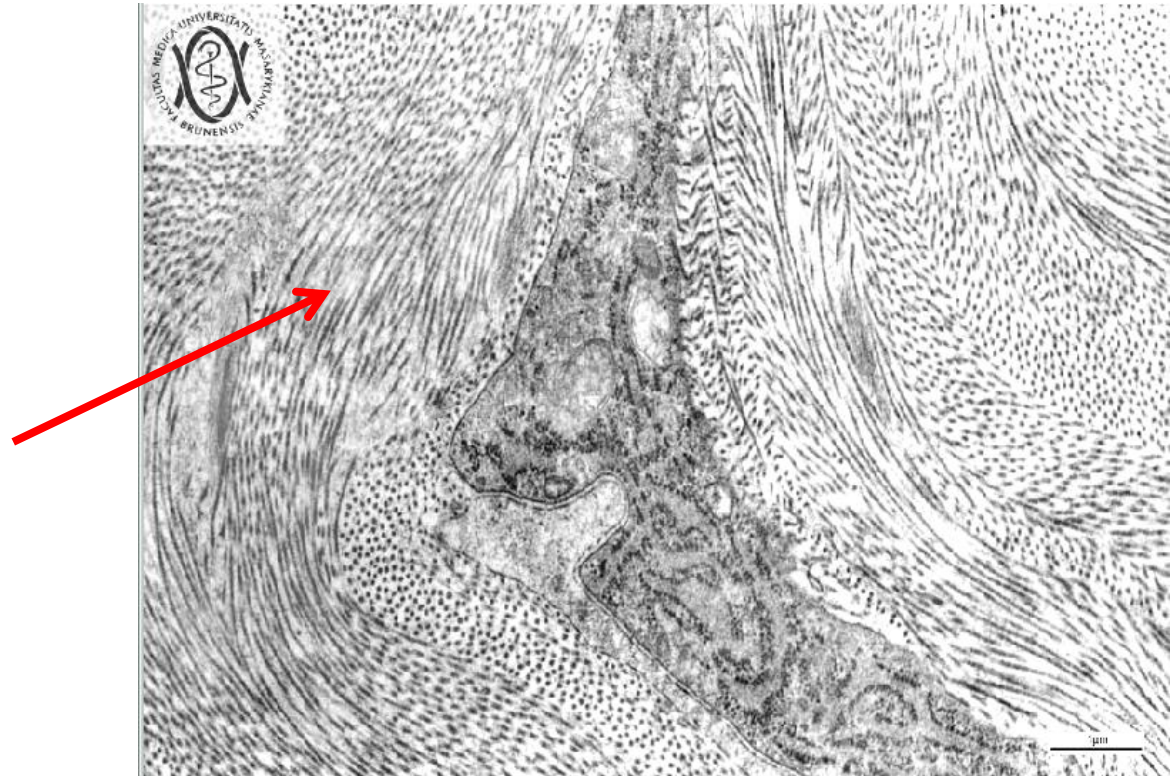
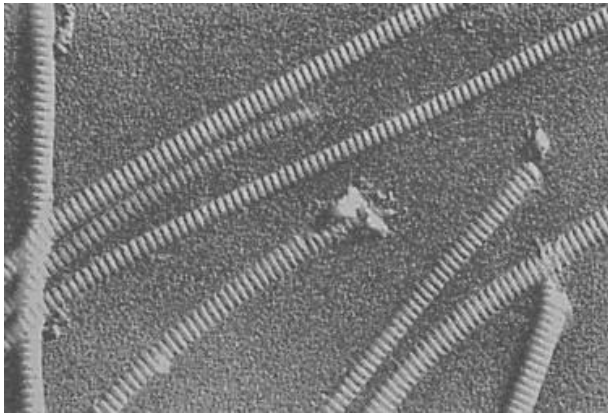
Mesenchymal (adult) stem cells



■ Mezibuněčná hmota - fibrilární komponenty pojiv

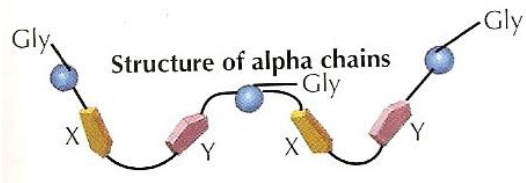
Kolagenní vlákna

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



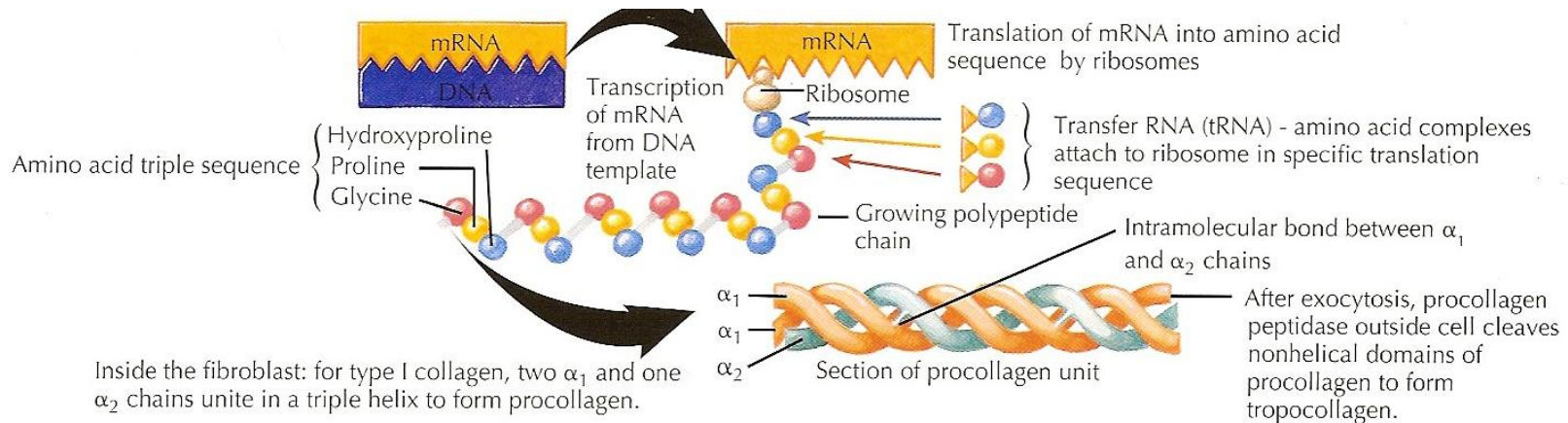
■ Syntéza kolagenu

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



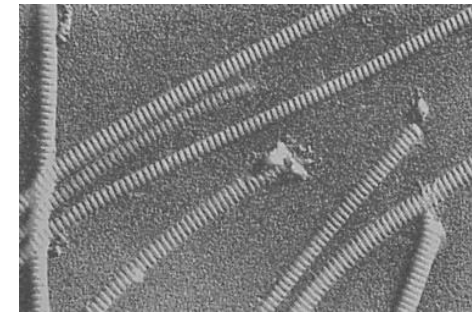
V RER dochází k posttranslační modifikaci (hydroxylace prolinu a lysinu – kofaktor vitamin C)

Řetězce tvoří trojitou šroubovici



V GA je prokolagen dále modifikován a sekretován z buňky

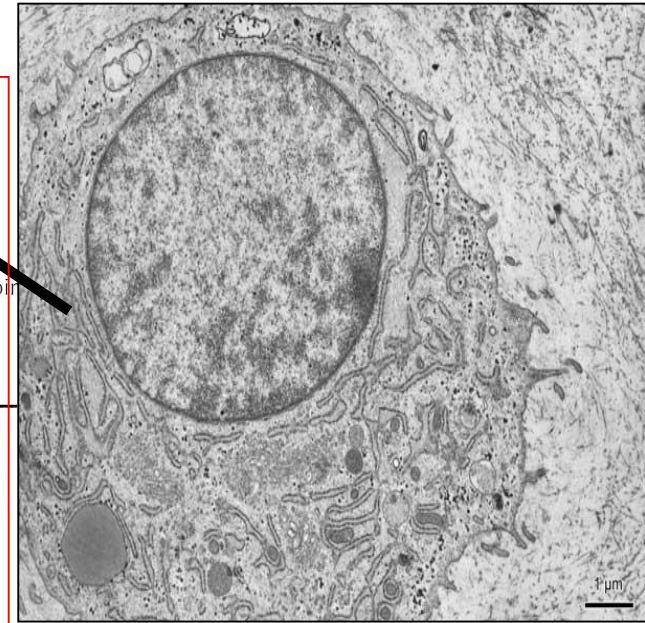
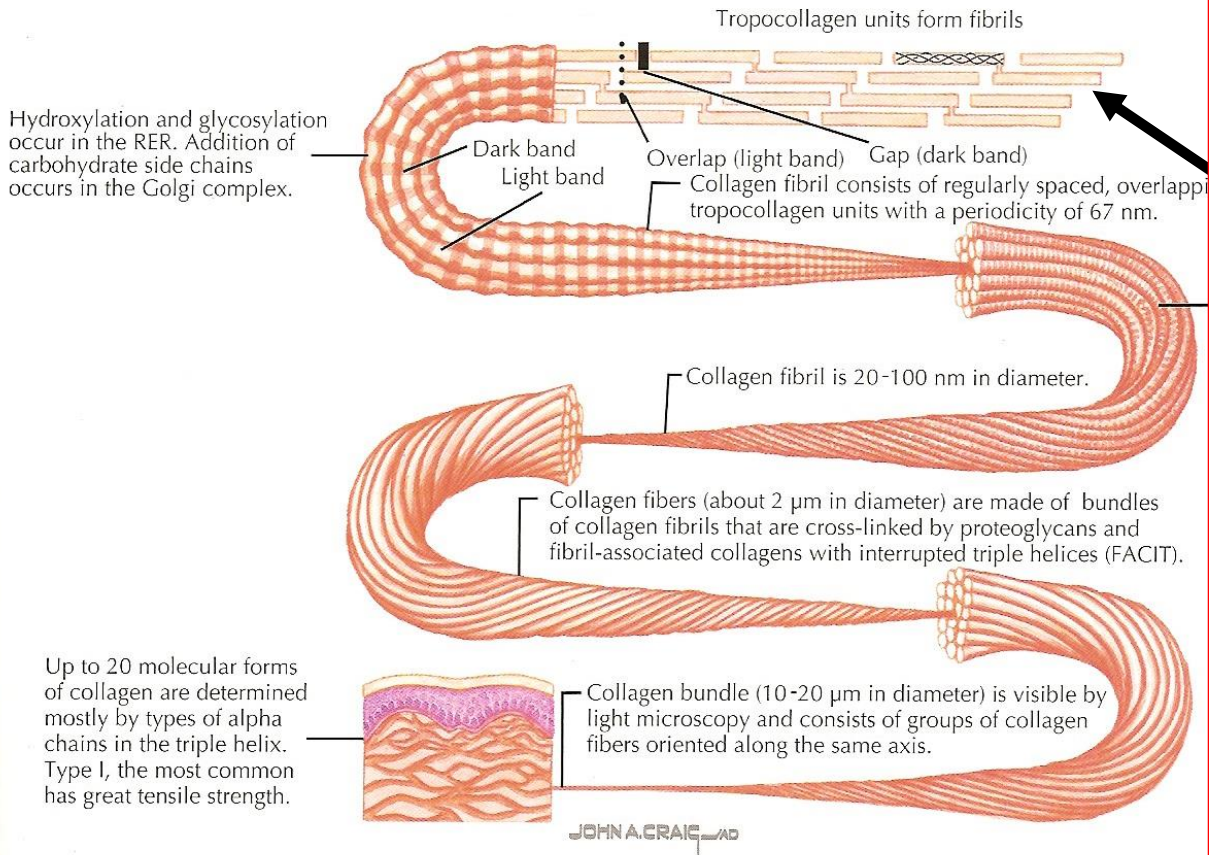
■ Syntéza kolagenu



Prokolagen je modifikován na **tropokolagen** (prokolagenpeptidázou)

Tropokolagen se extracelulárně organizuje do vyšších struktur (fibrily, vlákna)

Vlákna jsou vzájemně propojena (lysoxidázy)



■ Kolagen

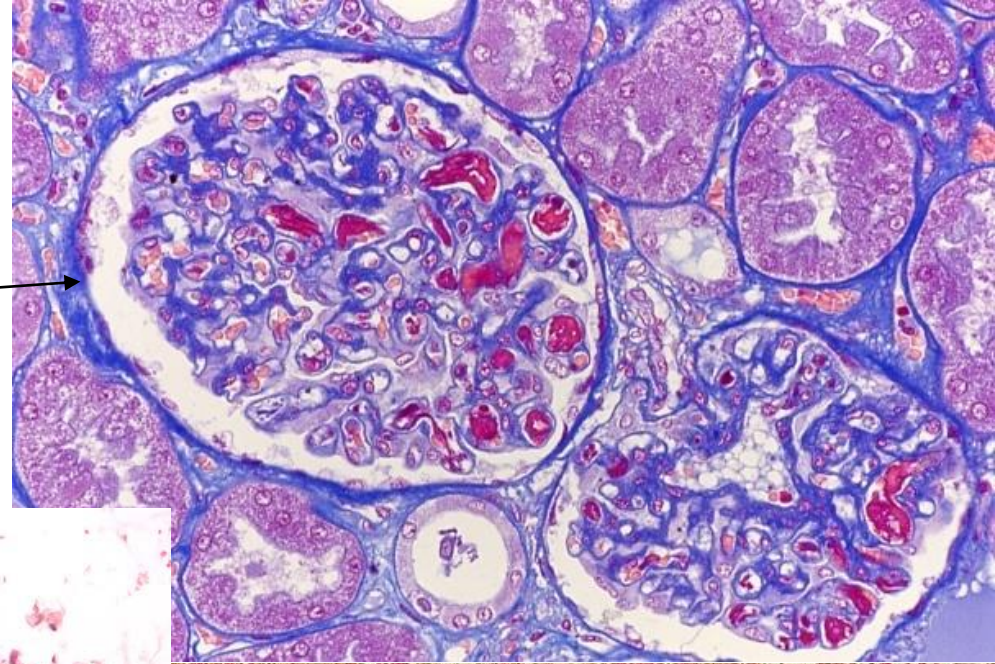
Typ	Výskyt ve tkáních	Struktura	Hlavní funkce
I	Kost, šlachy, meniskus, dentin, škára, pouzdra orgánů, řídké vazivo, 90% typ I	Fibrily (75nm) - vlákna (1-20 μ m)	Odolnost v tahu
II	Hyalinní a elastická chrupavka	Fibrily (20nm)	Odolnost v tlaku
III	Kůže, cévy, hladké svalstvo, děloha, játra, slezina, 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 škárou (dermis) a pokožkou (epidermis)
VII	Bazální membrána epitelů		
VIII	Některé endotely (rohovka)		
X	Růstová ploténka, mineralizující chrupavka		růst kostí, mineralizace

- Kolagen ve světelném mikroskopu

HE

HES

AZAN



Julian Voss-Andreae
"Unraveling
Collagen",

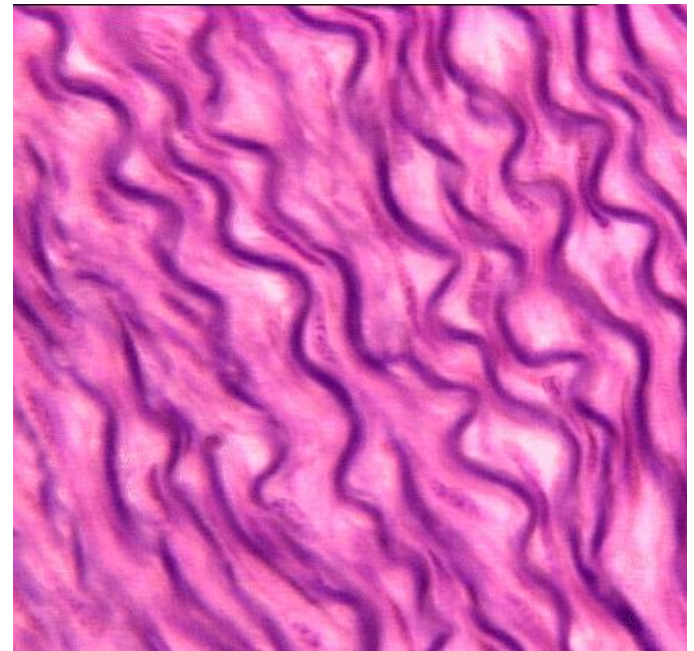
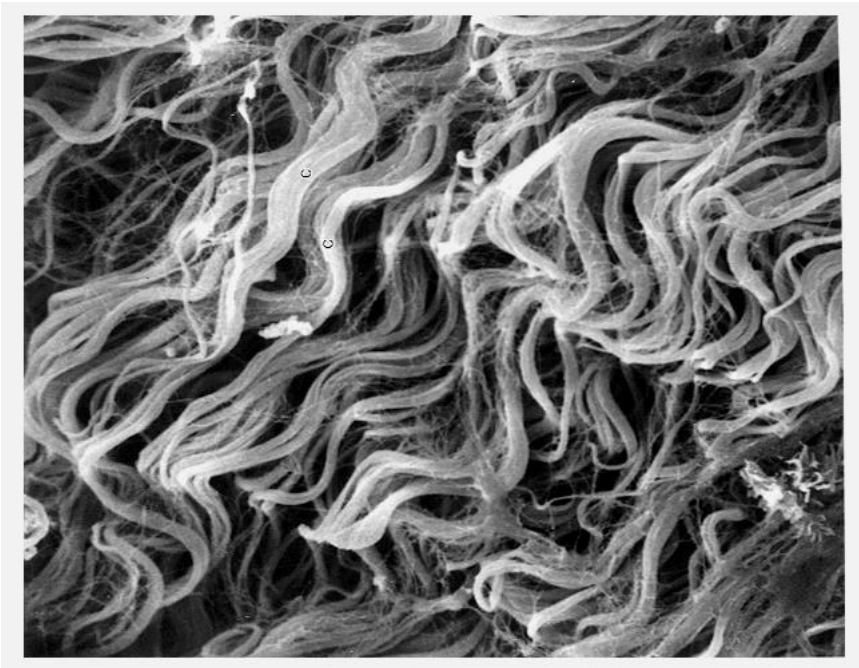
2005

Orange Memorial Park
Sculpture Garden, City of
South San Francisco, CA



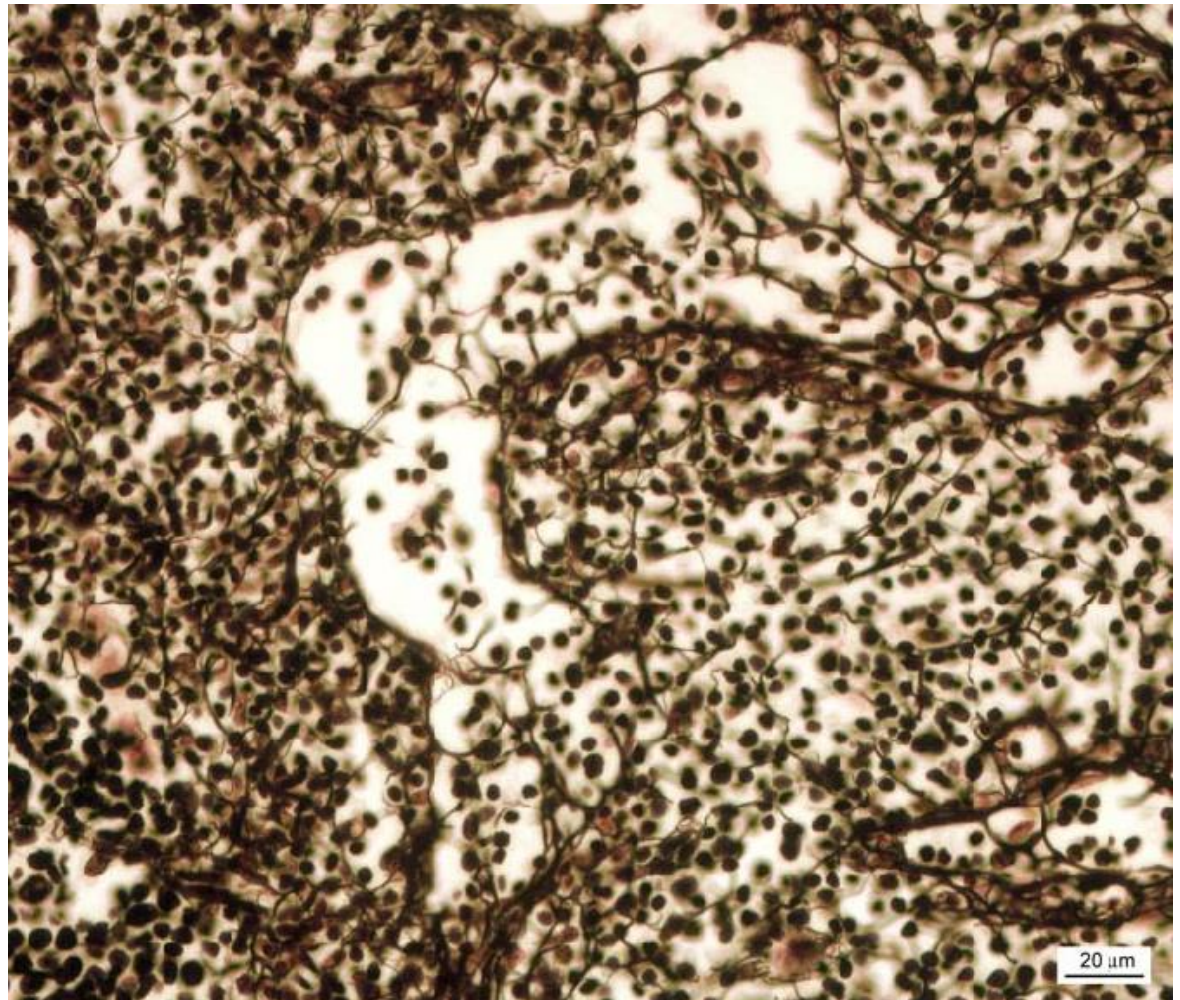
■ Elastická vlákna

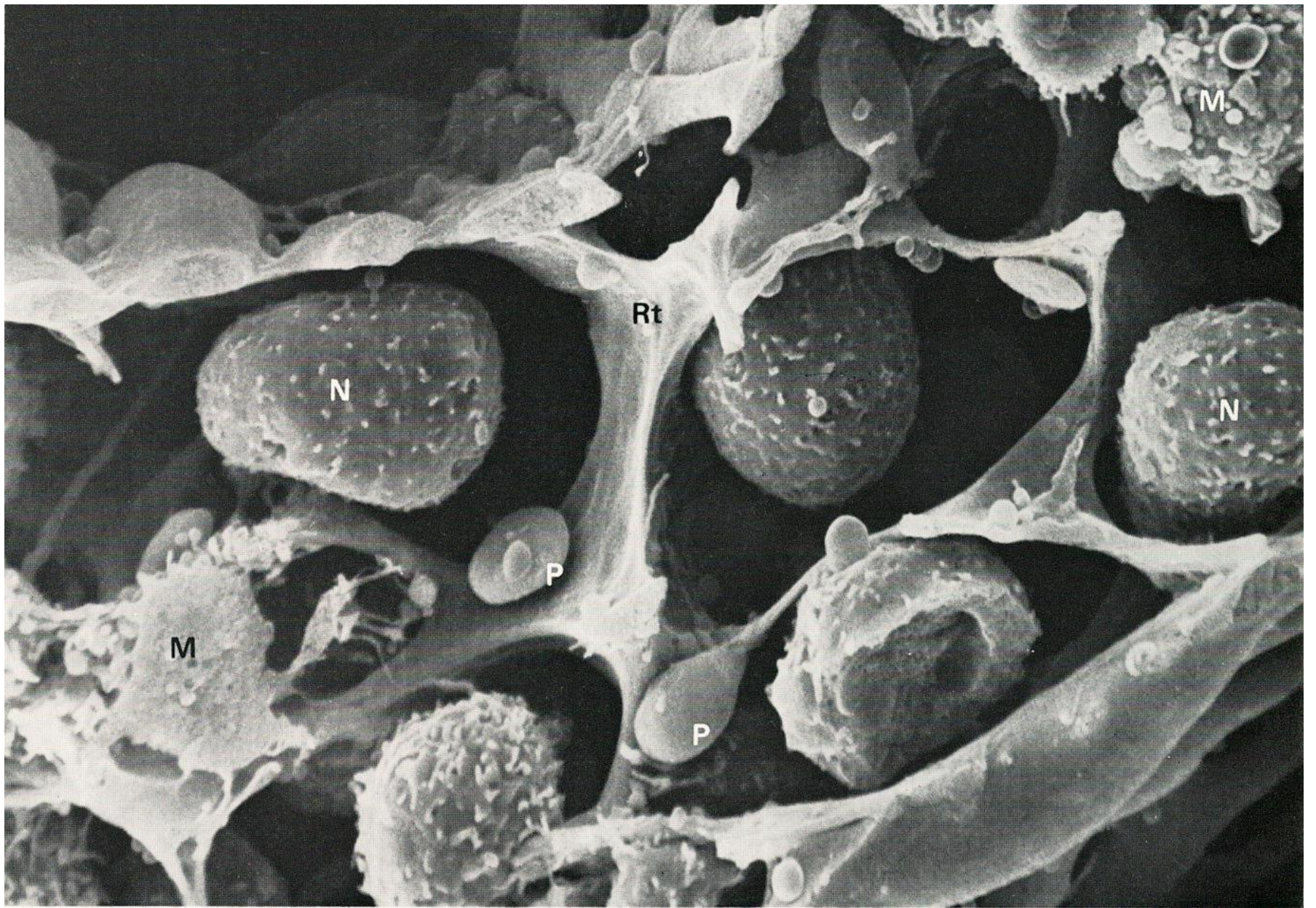
- méně početná než vlákna kolagenní
- polymer – tropoelastin
- desmosin, isodesmozin
- minimální tahová pevnost, při přetažení ztráta pružnosti
- redukuje hysterizi vaziva = díky své pružnosti usnadňují návrat vaziva do původního stavu po mechanické změně



■ Retikulární vlákna

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

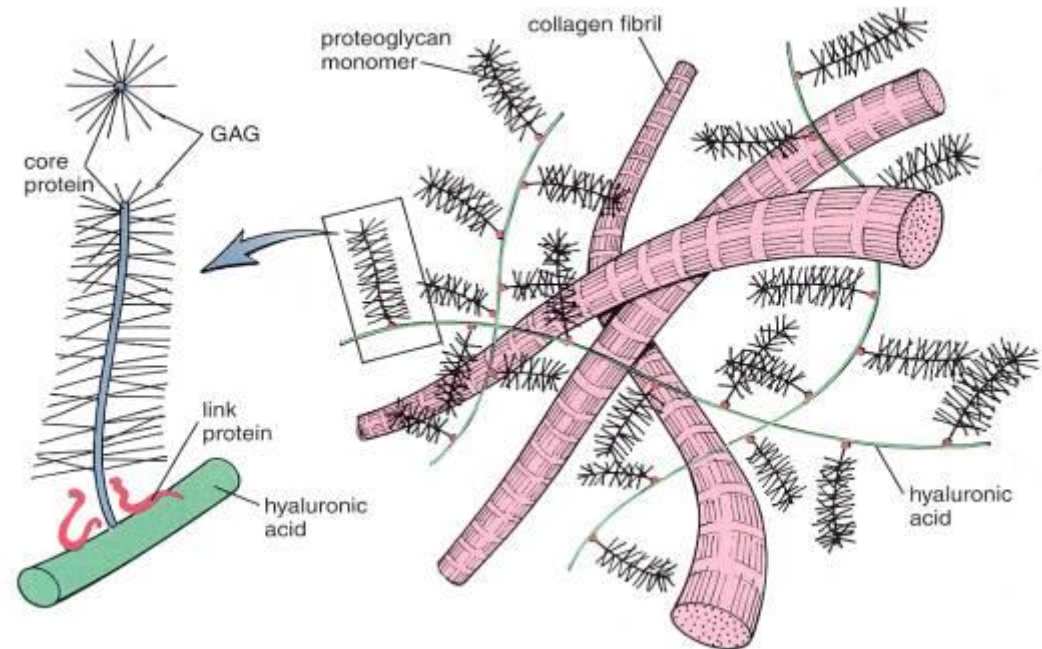
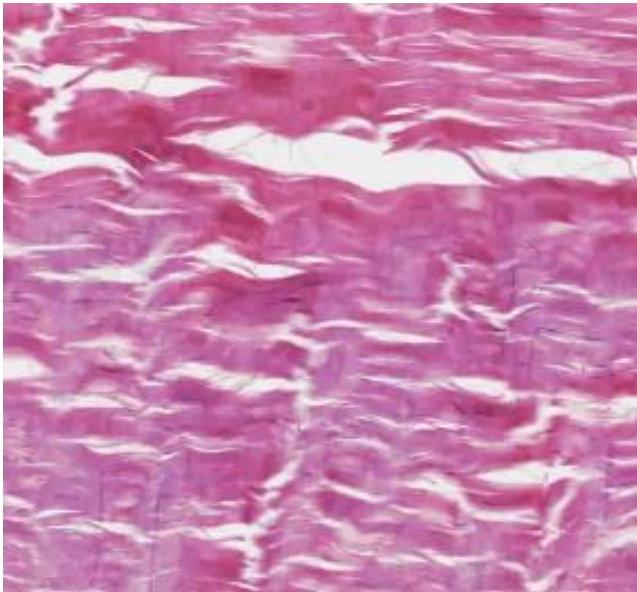




■ Základní hmota

Amorfní, mezibuněčná hmota (extracelulární matrix)

Bezbarvá, průsvitná homogenní směs glykosaminglykanů, proteoglykanů a strukturálních glykoproteinů

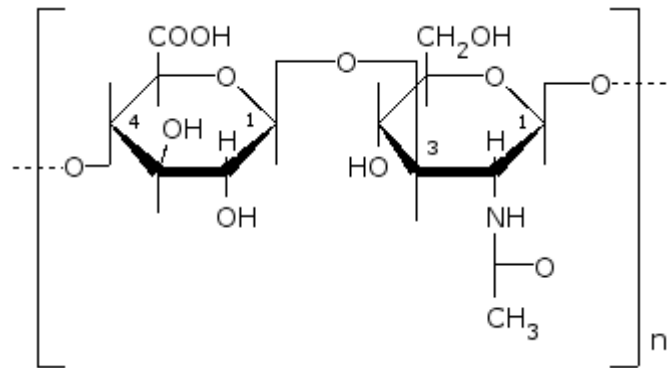


■ Glykosaminoglykany

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

polysacharidy bohaté na hexosaminy - kyselé mukopolysacharidy

kys. glukuronová nebo iduronová



glukosamin nebo galaktosamin

- Glykosaminoglykany

s výjin
protec

Gly

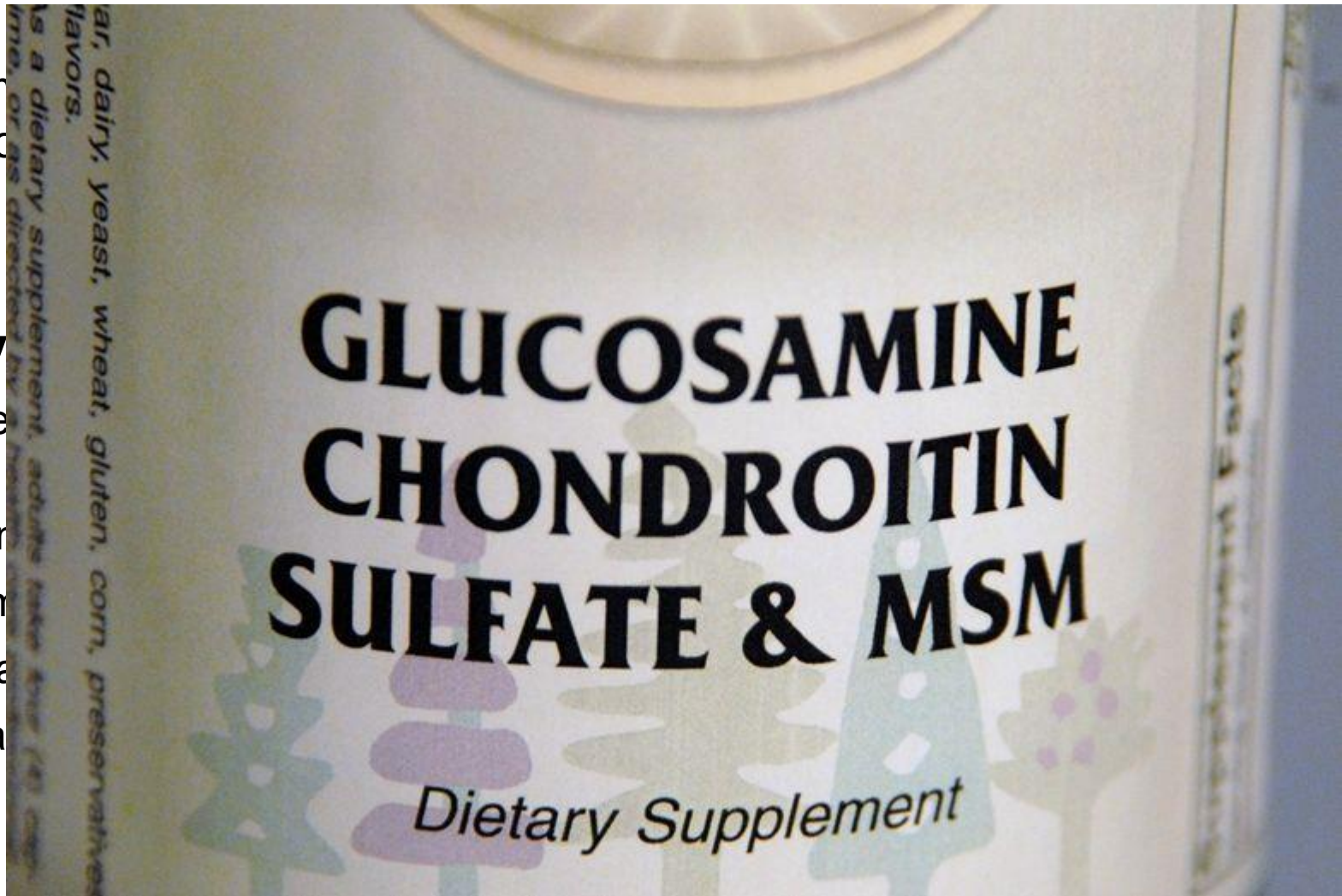
Kyse

Chor

Derm

Hepa

Kera

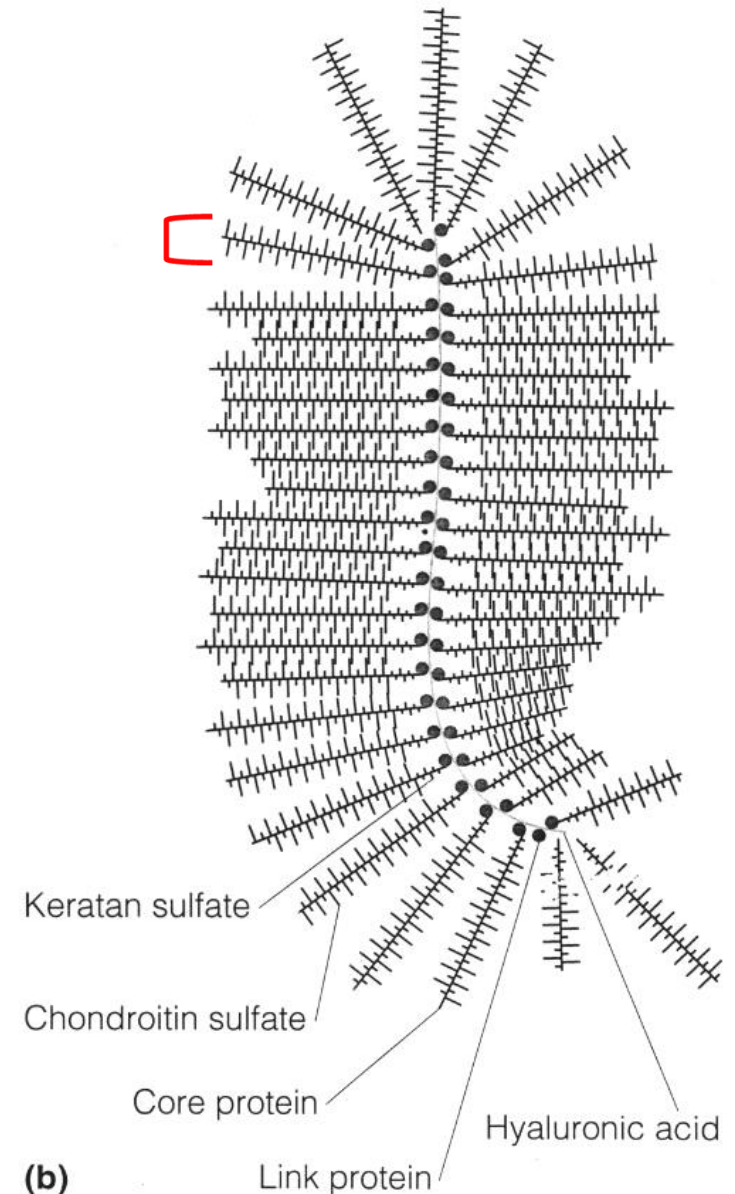


na,
orta

■ Proteoglykany

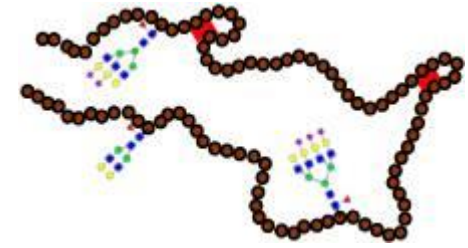
- protein + převažující lineární sacharidová složka
- proteoglykanové agregáty
- vysoká schopnost vázat vodu
- objem závislý na stupni hydratace
- **aggrecan** (chrupavka)
- **syndekan**
- **fibroglykan**

Figure 9.25b Proteoglycan structure in bovine cartilage

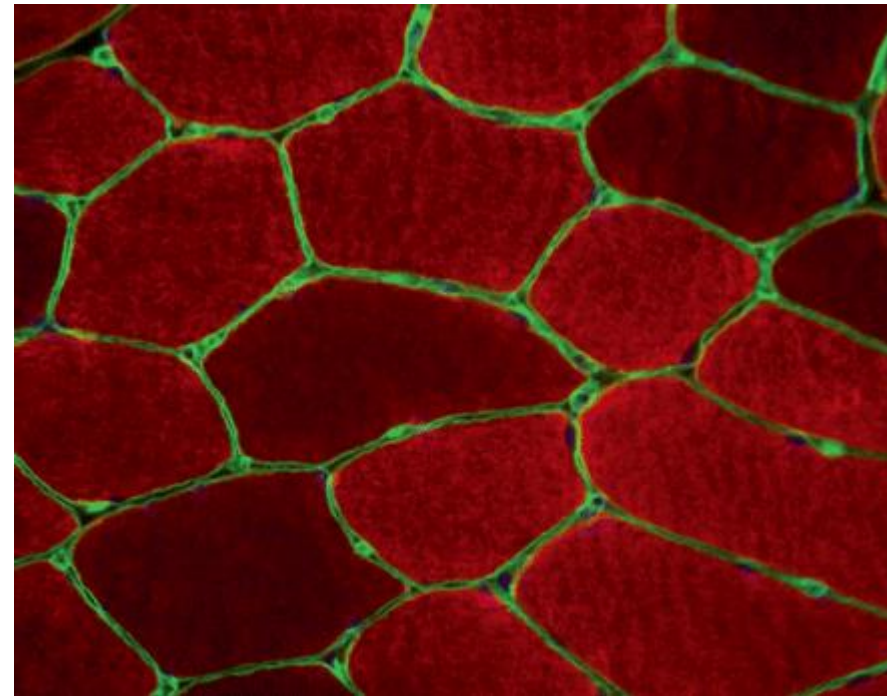


■ Strukturální glykoproteiny

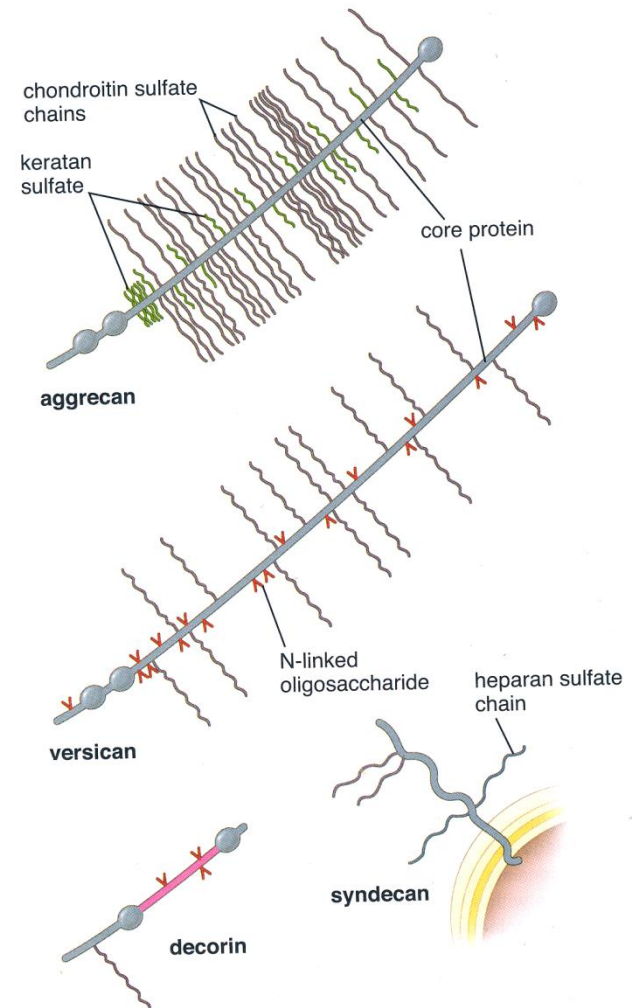
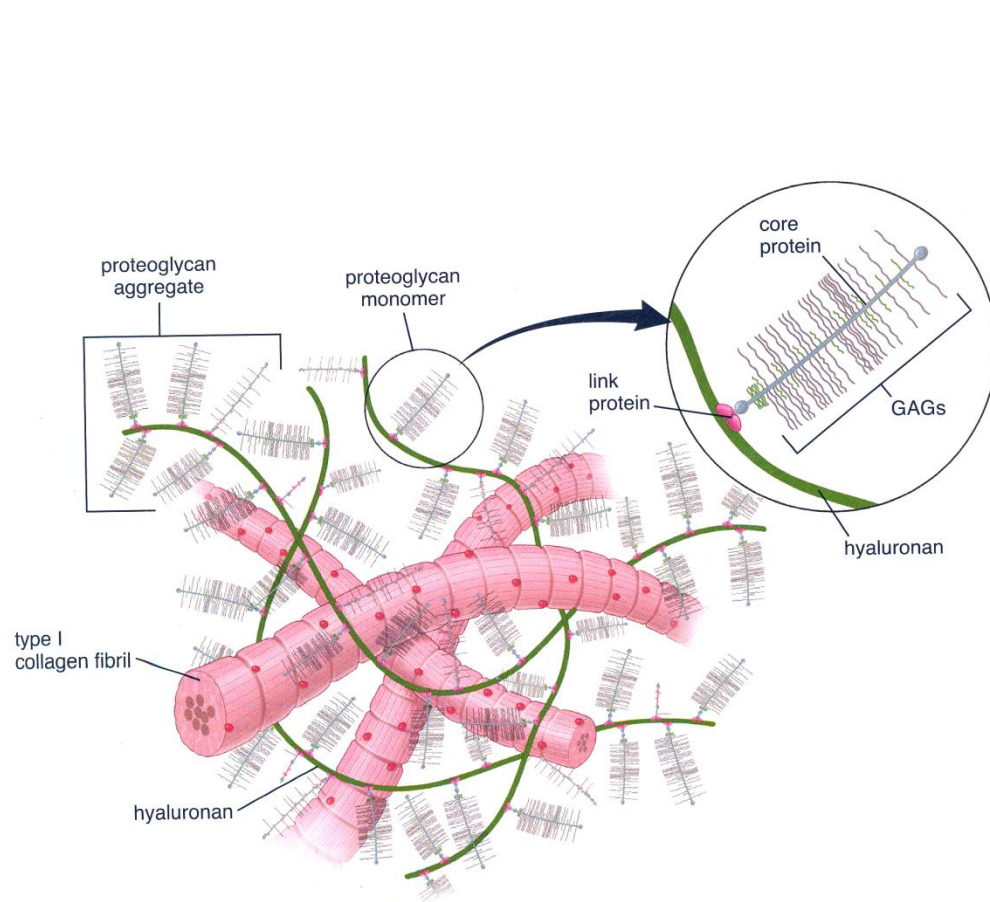
- dominantní protein + rozvětvená sacharidová složka
- interakce mezi buňkami a extracelulární matrix
(proliferace, diferenciaci, migrace, zánik...)



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

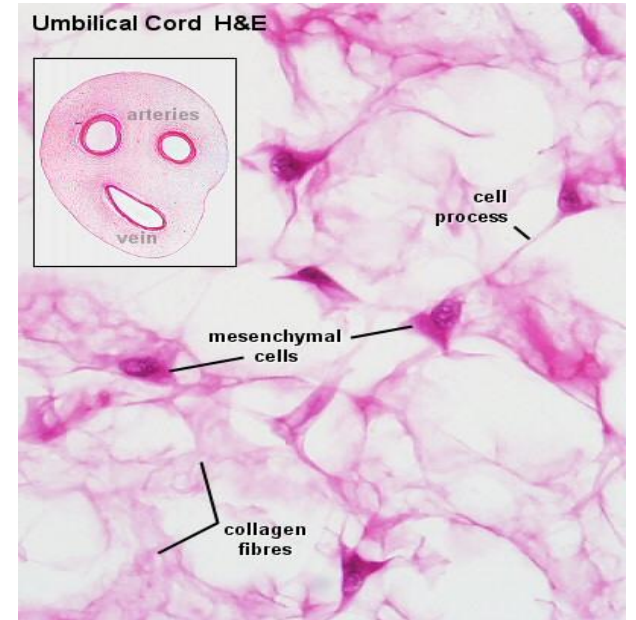
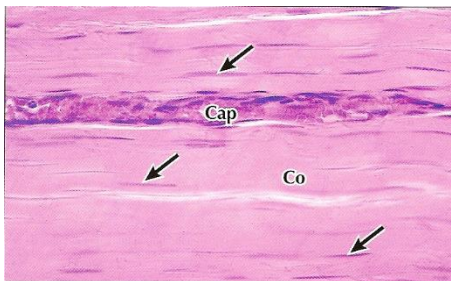
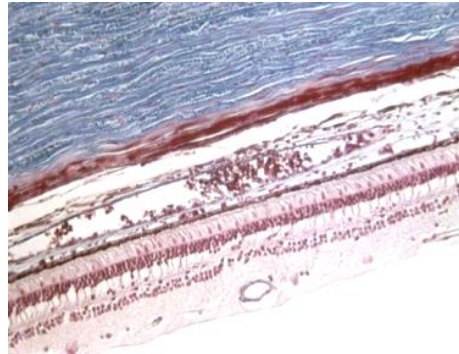
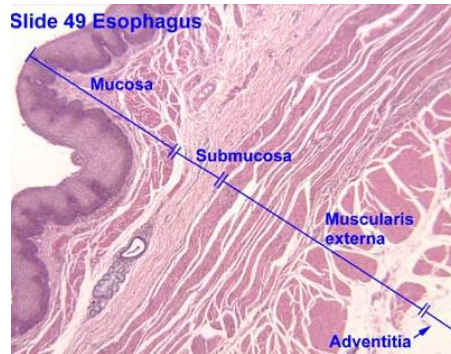
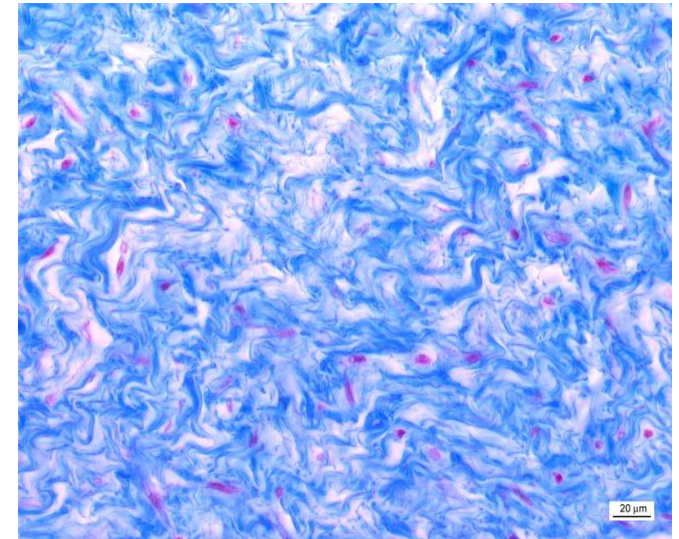


■ Složení základní hmoty - shrnutí



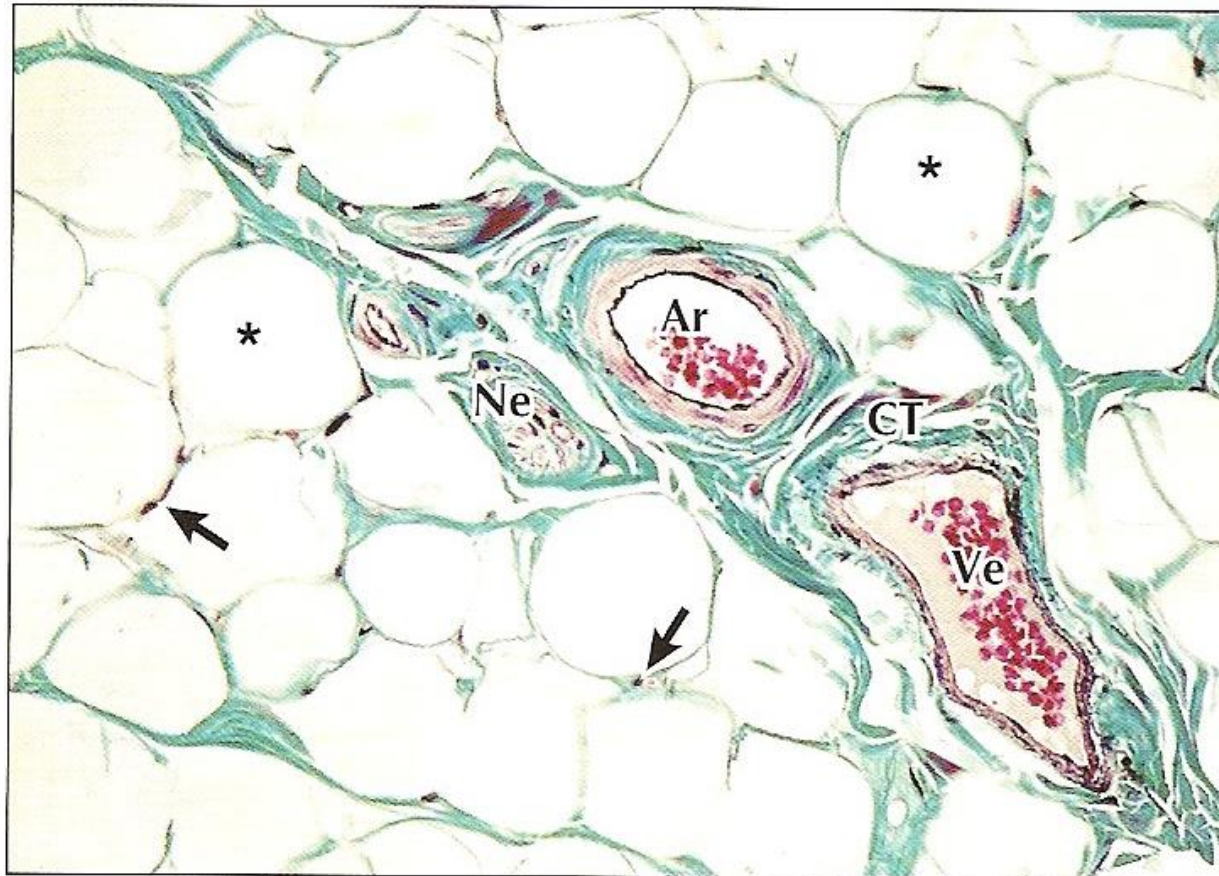
■ Klasifikace vaziva

- Embryonální mesenchym
- Areolární (řídké, intersticiální) vazivo
- Husté kolagenní neuspořádané vazivo
- Husté kolagenní uspořádané vazivo
- Elastické vazivo
- Retikulární vazivo



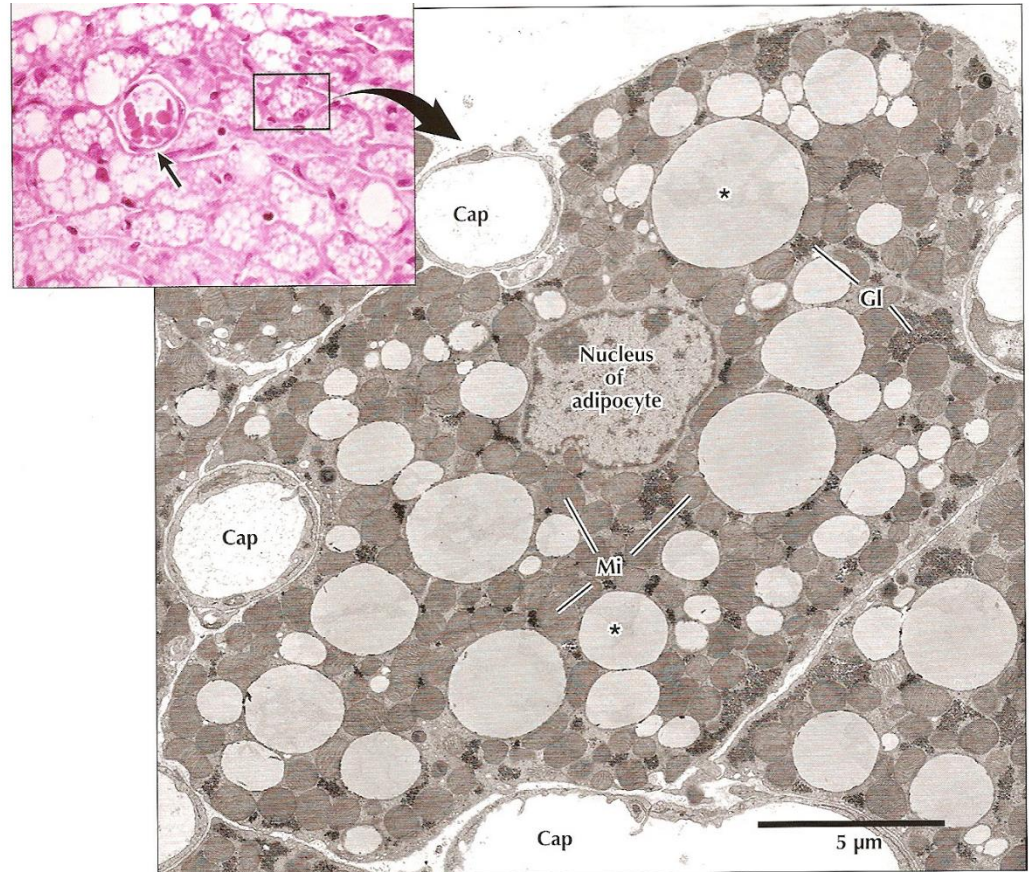
■ Tukové vazivo

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



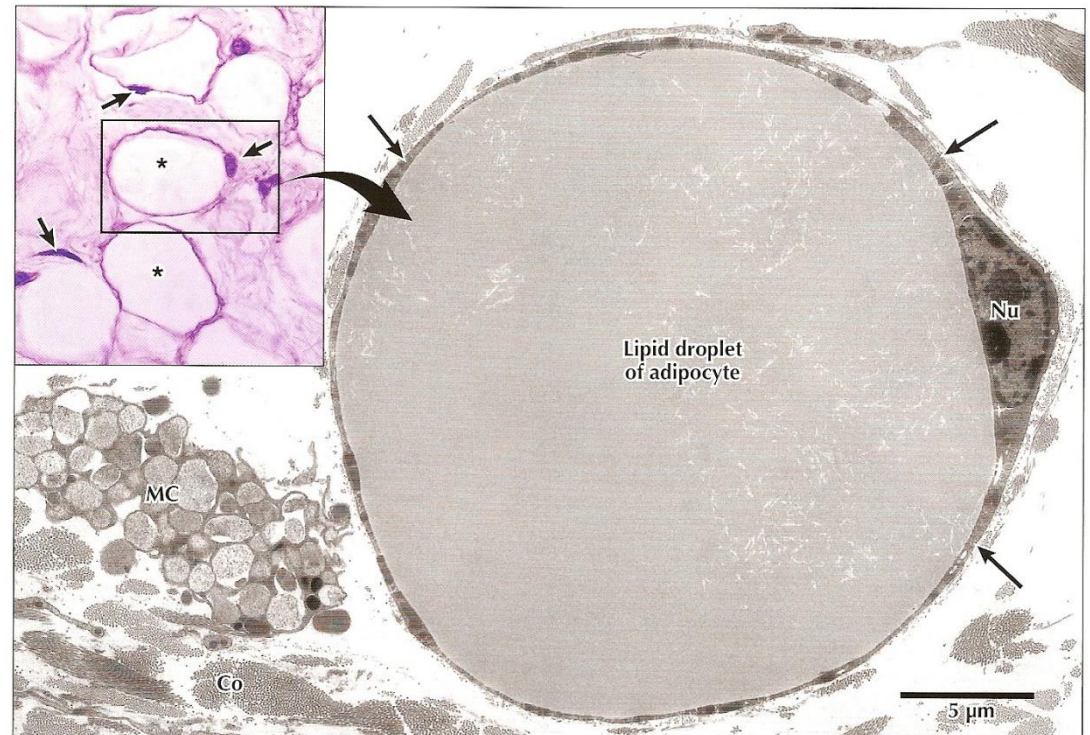
■ Hnědá tuková tkáň

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

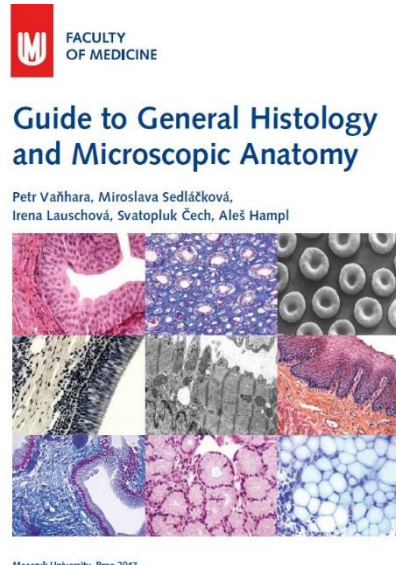
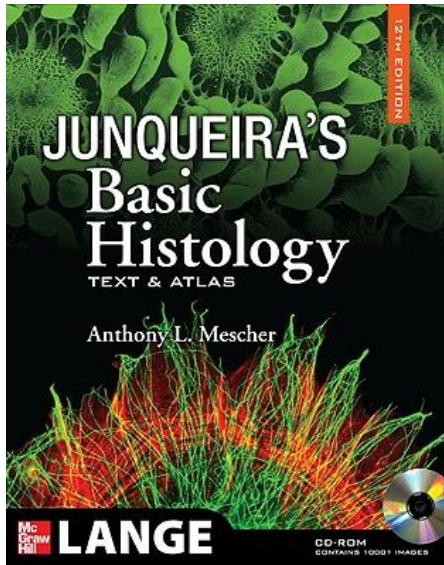
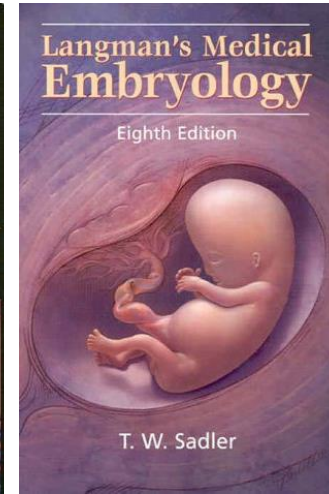
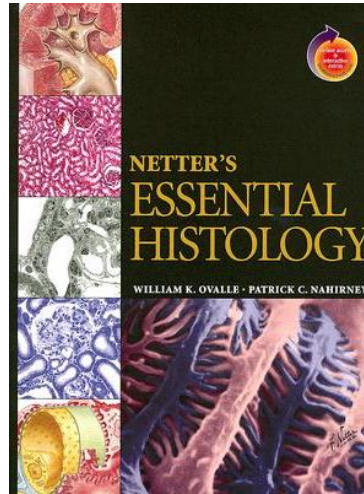
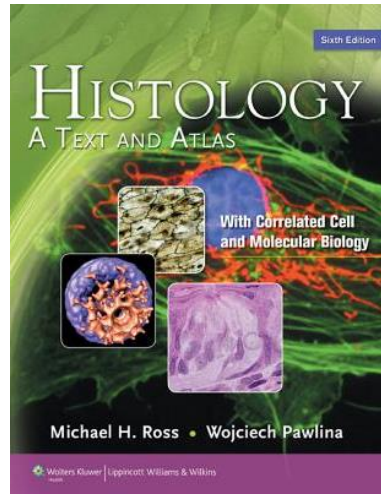
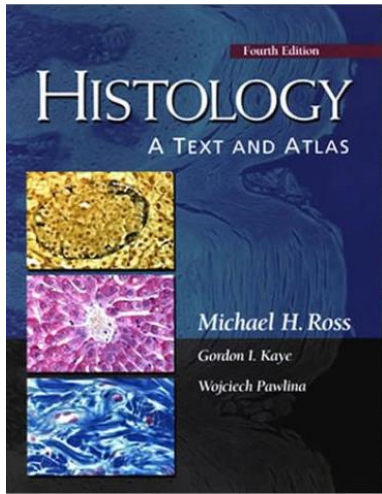


■ Bílá tuková tkáň

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



■ Doporučená literatura



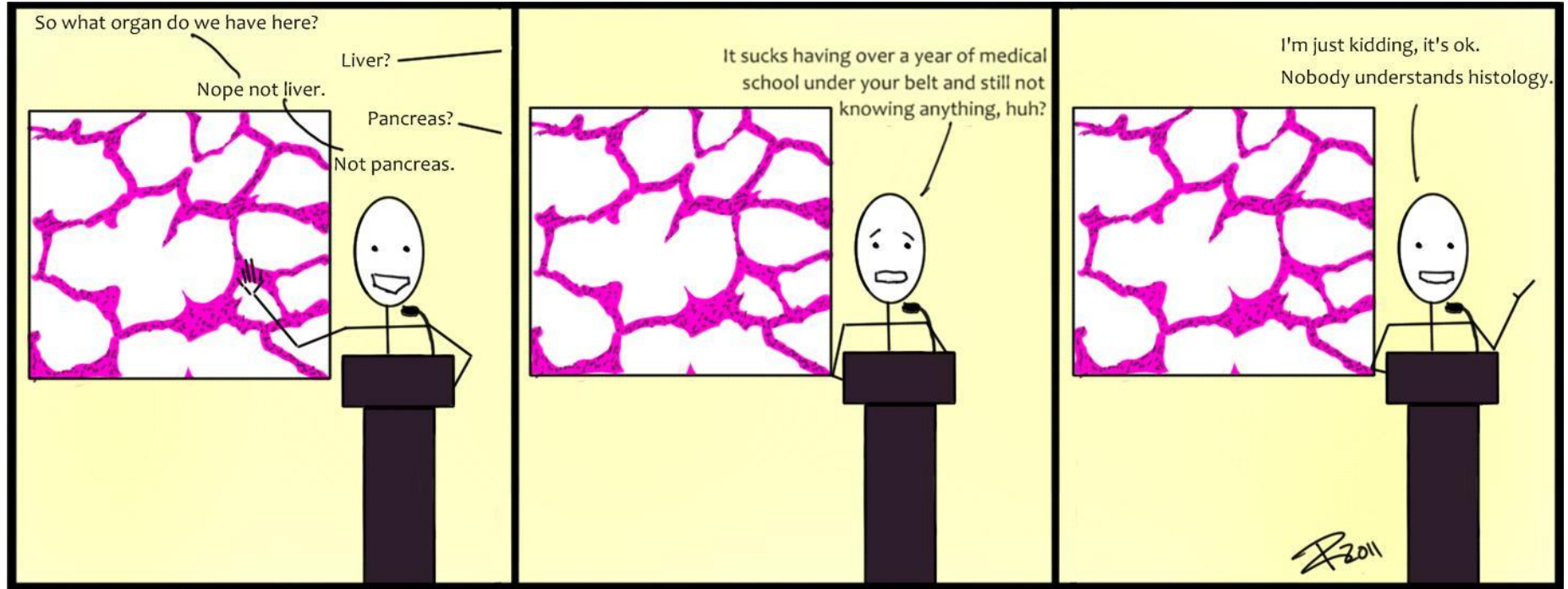
Ústav histologie a embryologie
LF MU

**Obecná histologie
Mikroskopická anatomie
Přehled embryologie člověka**

...

nebo

<http://www.med.muni.cz/histology>



Děkuji za pozornost

www.med.muni.cz/histology

pvanhara@med.muni.cz