

# 5. Koncept a klasifikace tkání

Petr Vaňhara, PhD

Ústav histologie  
a embryologie LF MU

pvanhara@med.muni.cz

# KONCEPT TKÁNÍ

## 3. PŮVOD TKÁNÍ A JEJICH ROZDĚLÍ

Tkáň lze definovat jako soubor morfologicky se shodnou nebo velmi podobnou funkční složkami orgánů lidského těla.

Tkáň se vyvíjejí ze zárodečných listů ekto-, mezo- a entodermu a vyznačují se různými vlastnostmi. Mezenchym je embryonální tkáň (entodermu) a vyplňuje mezery mezi ostatními tkáněmi.

Tkáň se skládá z buněk a mezibuněčných spojů. Tkáň epitelová je tvořena epitelovými buňkami.

## Tissues: Concept and Classification



od

85

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

- **Epitelová tkáň.** Jsou to soubory buněk s četnými vzájemnými kontakty a minimem mezibuněčné hmoty. Stavební princip: krycí epitelu, žlázové epitelu. Jednotlivé typy pojivové tkáně. Základní dělení: řídké a tuhé kolagenní 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: příčné pruhované svalstvo (kosterní a srdeční), hladká svalovina.

**Orgán** je vždy tvořen z většího počtu tkání. Tkáň specifická pro orgán - většinou epitel - 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 ze tří zárodečných listů (ektoderm, entoderm) mladého embrya je rekapitulován na str. 447.

ely)

a budou proto probrány zde, řadkou lze prokázat v různé míře a zastoupenosti ostatních typů tkání.

**Mezibuněčné spoje, tkáň epitelových buněk**

Mezibuněčné spoje buněk je podmíněna specializací susedních buněk ve strukturu, bezpečnou jejich kohezi. Mezi buněk je volného povrchu buněk je intercelulární spoje tzv. **tmelovými listami**. Lze impregnovat roztokem soli stříbra, pomocí železitého hematoxylinem podle jiných metodami. Na řezu vedle povrchu buněk vytvářejí tmavé šestiúhelníky. Na řezu kolmých k povrchu buněk byla tato specializovaná popsána jako tzv. **spojovací komplex**, složkami (obr. 64). Těsně pod povrchu buněk jsou tmelové listy zplasmovány dvou

## Část II. Čtyři základy

### Epitelová tkáň

**CÍLE STUDIA**

Tato kapitola by měla studentovi pomoci

- poznat čtyři základní typy tkání
- poznat strukturní 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
- poznat funkční vlastnosti každého typu epitelové tkáně a uvést jejich vztah ke struktuře tkáně
- 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. Vymenujte hlavní funkce epitelových tkání (II.A.1).
2. Ze kterého (ých) embryonálního (ých) zárodečného (ých) listu (ů) se epitelová tkáň vyvíjí? Uveďte příklady epitelu odvozených od jednotlivých zárodečných listů (II.H.; tabulka 4-1).
3. Vymenujte strukturní a funkční charakteristiky epitelových tkání, které je odlišují od ostatních typů tkání. Vezměte v úvahu polaritu 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. Které struktury a molekuly pomáhají při připevnění epitelové buňky k sousední buňce (IV.B.2)?
5. Porovnejte bazální (IV.B.2.)
6. Porovnejte bazální (IV.B.2.)

## OV

**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

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

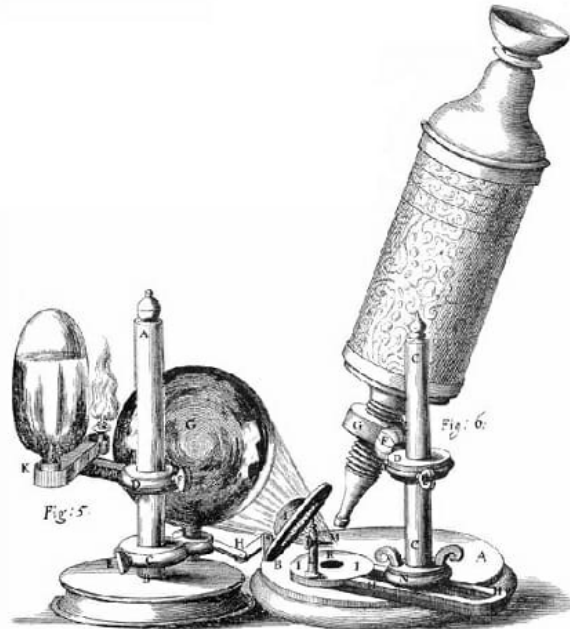
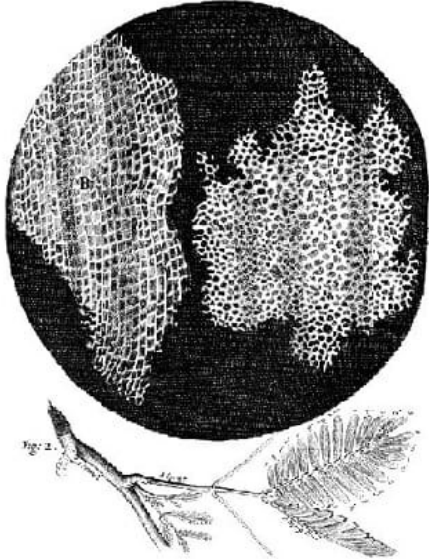
- **Epithelium (epithelial tissue)** covers body surfaces, lines body cavities, and forms glands.
- **Connective tissue** underlies or supports the other three basic tissues, both structurally and functionally.
- **Muscle tissue** is made up of contractile cells and is responsible for movement.
- **Nerve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

# OBJEV BUNĚK



Sche n. XI

Fig. 1.



**MICROGRAPHIA:**  
OR SOME  
*Physiological Descriptions*  
OF  
**MINUTE BODIES**  
MADE BY  
**MAGNIFYING GLASSES.**  
WITH  
OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.

---

By *R. HOOKE*, Fellow of the **ROYAL SOCIETY.**

---

*Non possis oculo quantum contendere Linceus,  
Non tamen idcirco contemnas Lippus innugi. Horat. Ep. lib. 1.*

---

The Royal Coat of Arms of England, featuring a shield supported by a lion and a unicorn, with a crown on top and a motto scroll below.

**LONDON**, Printed by *Jo. Martyn*, and *Ja. Allestry*, Printers to the  
**ROYAL SOCIETY**, and are to be sold at their Shop at the Bell in  
S. Paul's Church-yard. **M DC LX V.**

# MODERNÍ BUNĚČNÁ TEORIE

Matthias Jacob Schleiden



Všechny organismy jsou složeny z buněk!

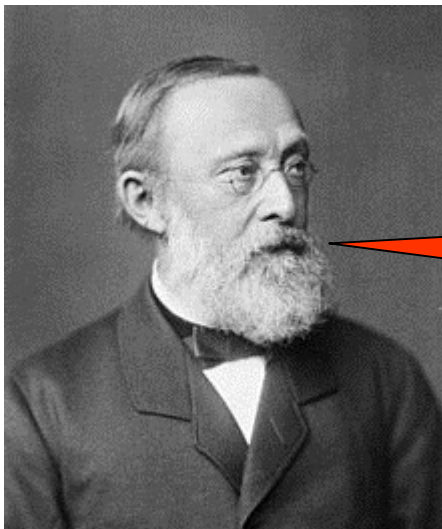
- Všechny organismy jsou složeny ze základních jednotek – buněk a jejich produktů
- Nové buňky vznikají pouze dělením stávajících buněk
- Buňky představují termodynamicky otevřený systém
- Dědičná informace se přenáší na dceřiné generace
- Buňky se neliší v základním strukturním a chemickém složení

Theodor Schwann



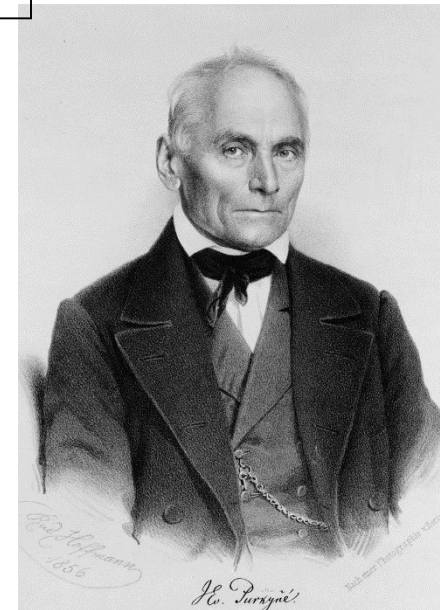
J.E.P.

Rudolf Virchow

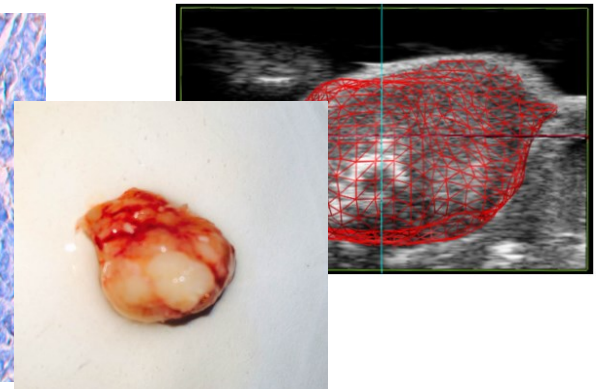
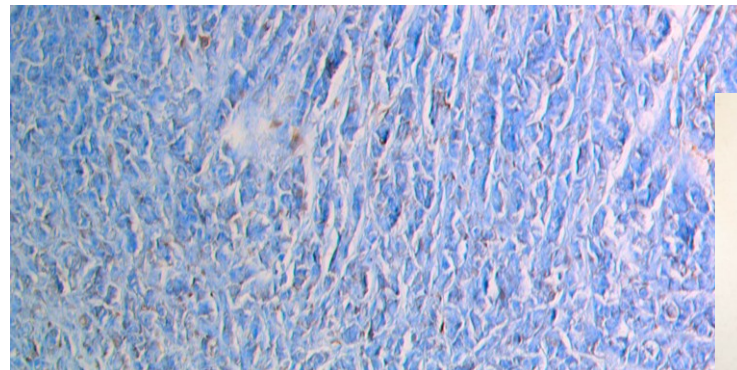
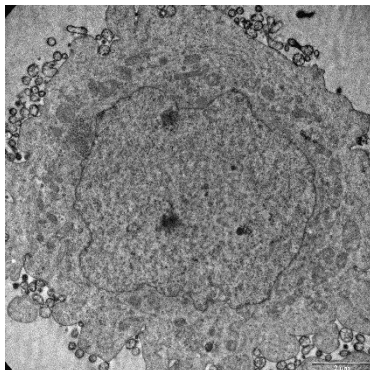
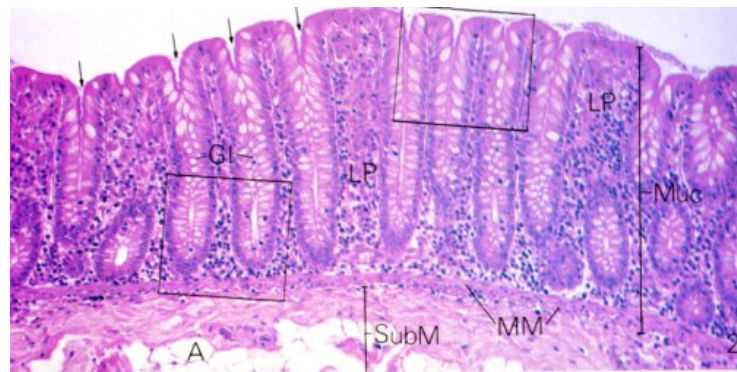
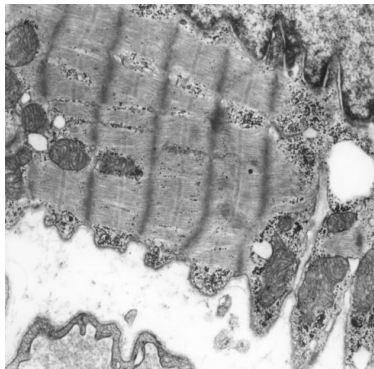
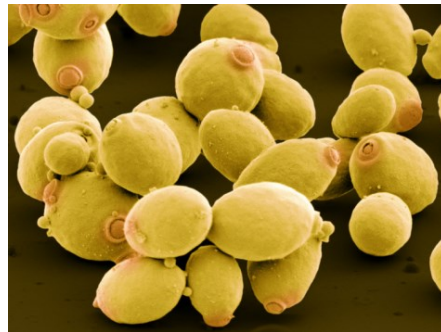
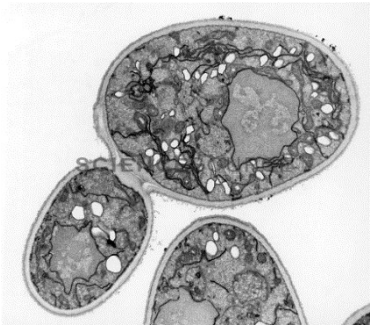


*Omnis cellula e cellula!*

Robert Remak

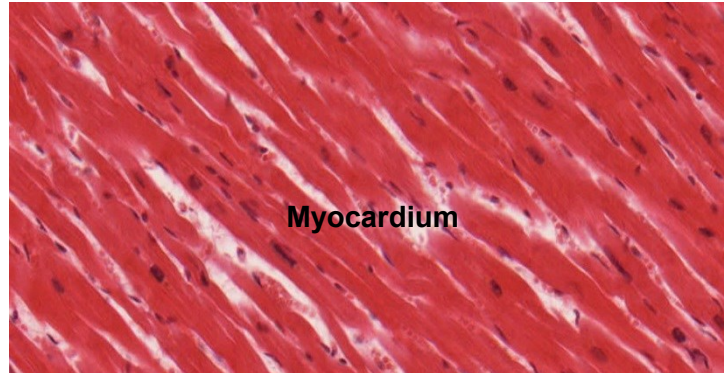
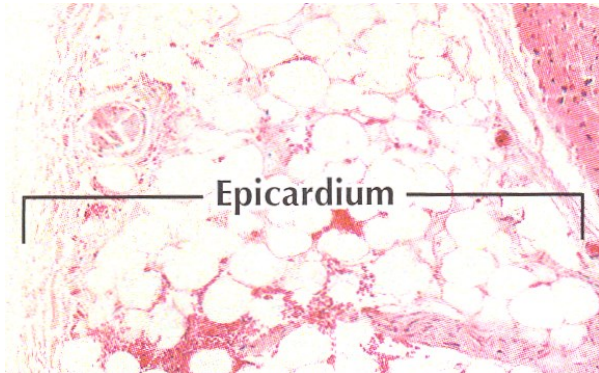
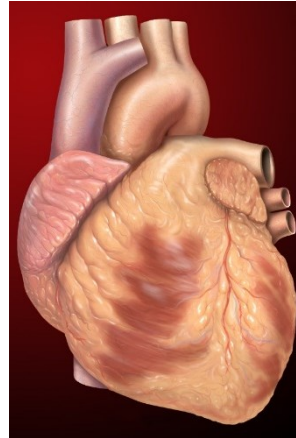


# OBDIVUHODNÁ VARIABILITA



# TKÁŇĚ A ORGÁNY

- **$6 \times 10^{13}$  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



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

**Stroma:** okolní podpůrná, intersticiální tkáň

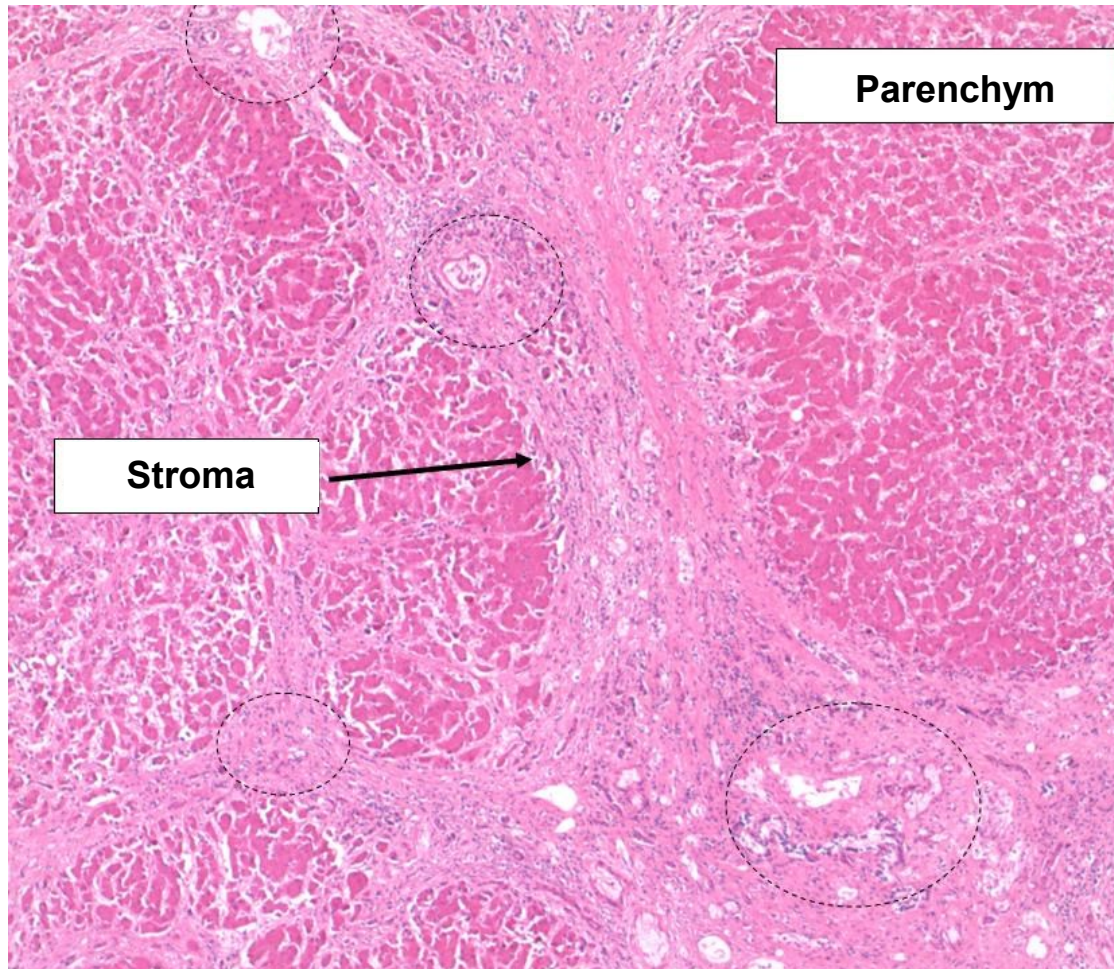
## Příklad: jaterní tkáň

**Parenchym:**  
*Funkční komponenta*

- Hepatocyty
- Sinusoidy a přidružené struktury

**Stroma:**  
*Podpůrná komponenta*

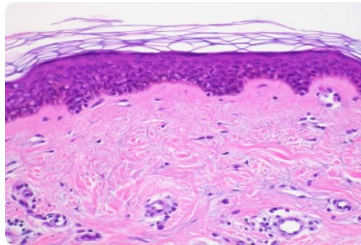
- Vazivo a s ním spojené struktury
- Cévy
- Nervy
- Žlučovody



# SOUČASNÁ KLASIFIKACE ZÁKLADNÍCH TYPŮ TKÁNÍ

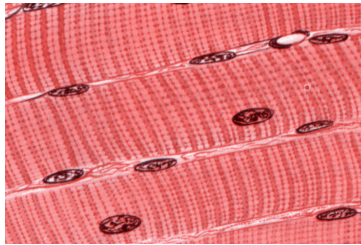
Na základě **morfologických a funkčních** znaků

## Epitelová



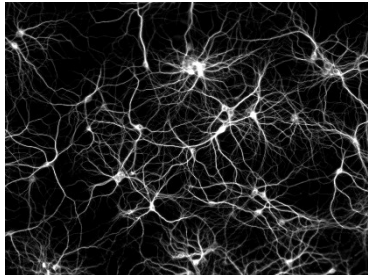
Kontinuální, avaskulární vrstvy buněk s různou funkcí, **orientovaných do volného prostoru**, se specifickými mezibuněčnými spoji a minimem mezibuněčného prostoru a ECM  
Deriváty všech tří zárodečných listů

## Svalová



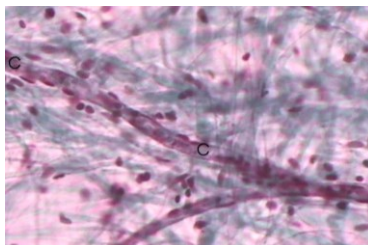
Obsahují myofibrily → **schopnost kontrakce**  
Derivát mezodermu - KS, myokard, mezenchymu - HS  
Výjimečně ektoderm (např. m. sphincter a m. dilatator pupillae)

## 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

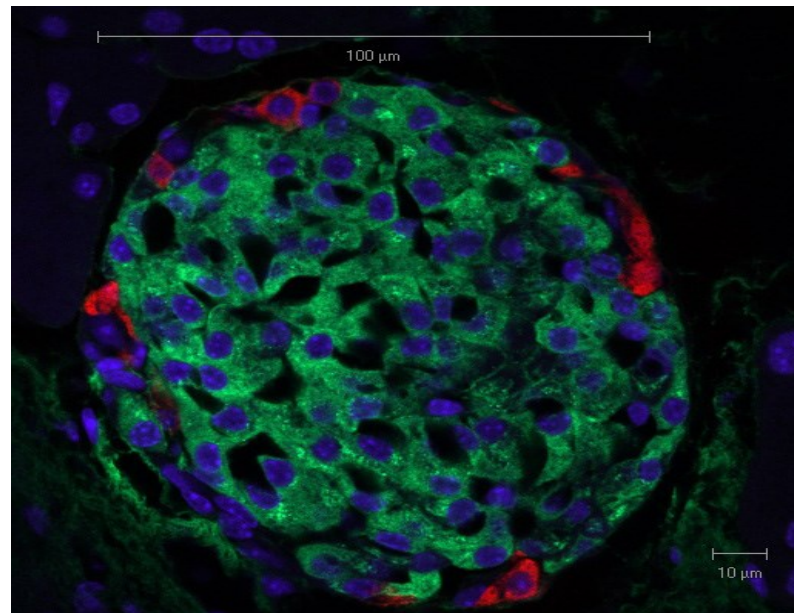
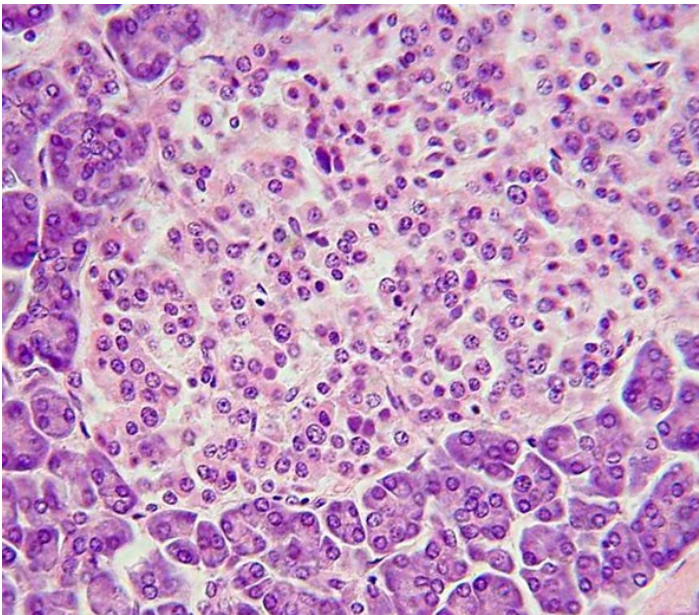


# TKÁŇ A JEJÍ DEFINICE

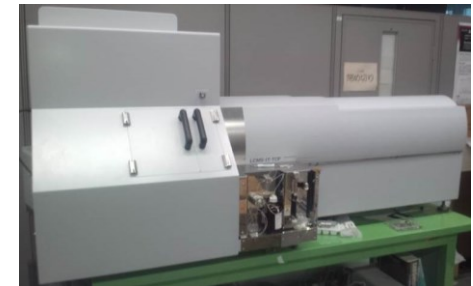
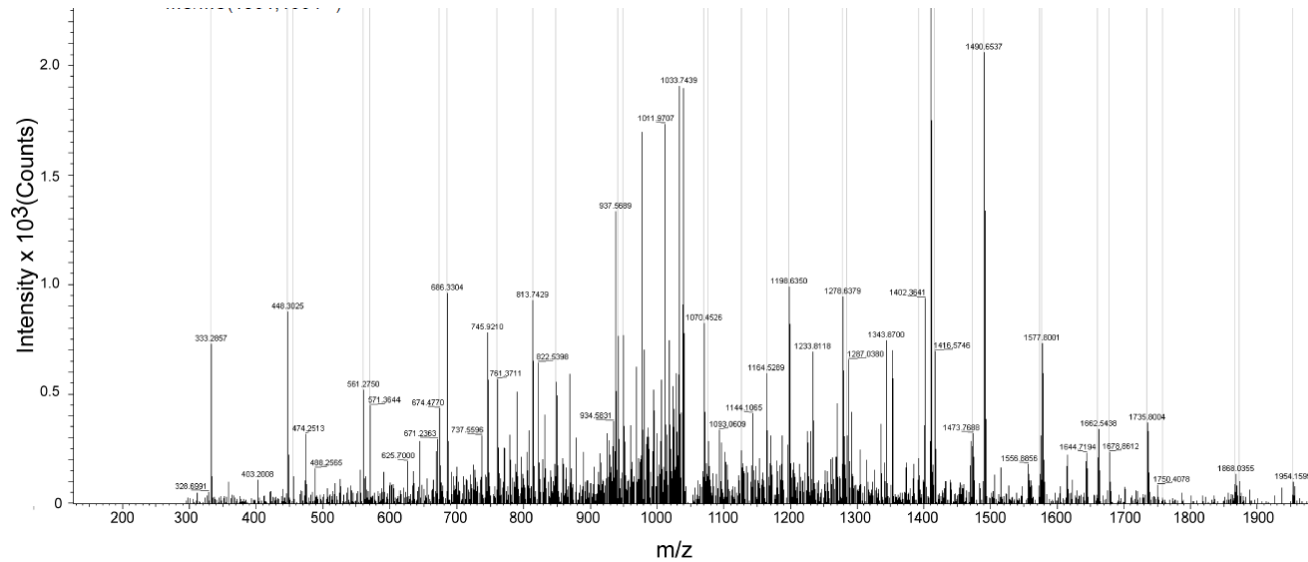
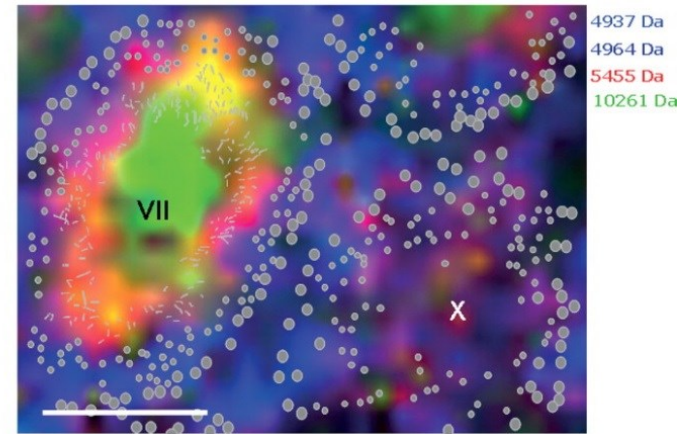
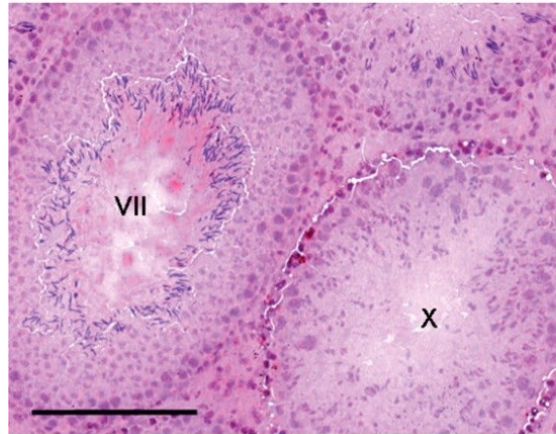
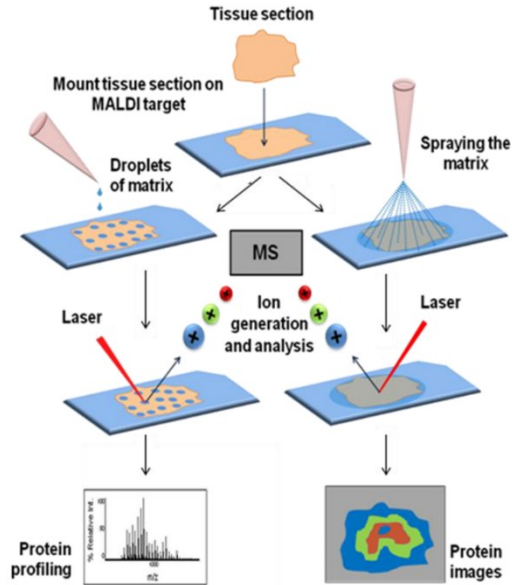
Funkční, trojrozměrné, organizované seskupení **morfologicky podobných** buněk a jejich produktů a derivátů



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



# HISTOLOGIE NEZNAMENÁ JEN MIKROSKOPOVÁNÍ



# ZÁKLADNÍ PRINCIPY HISTOGENEZE

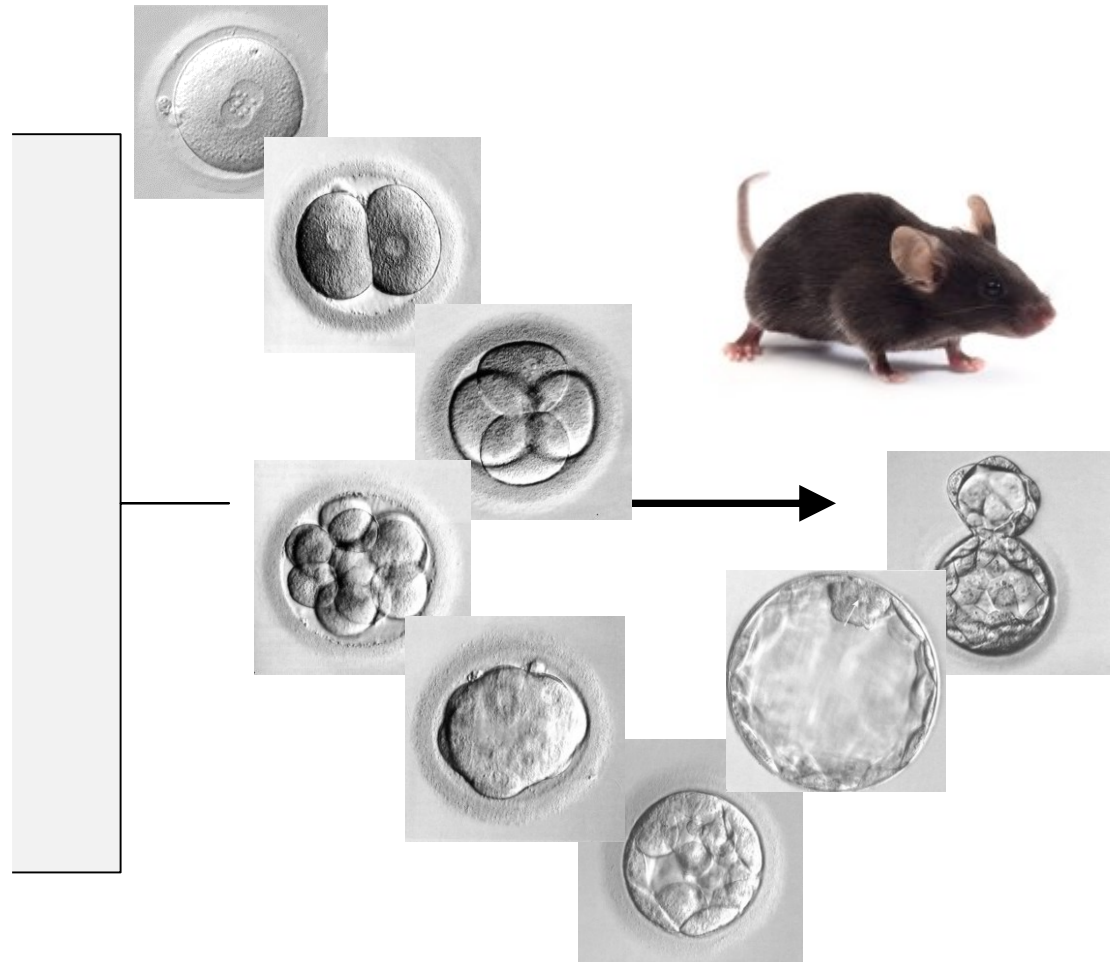
Proliferace

Diferenciace

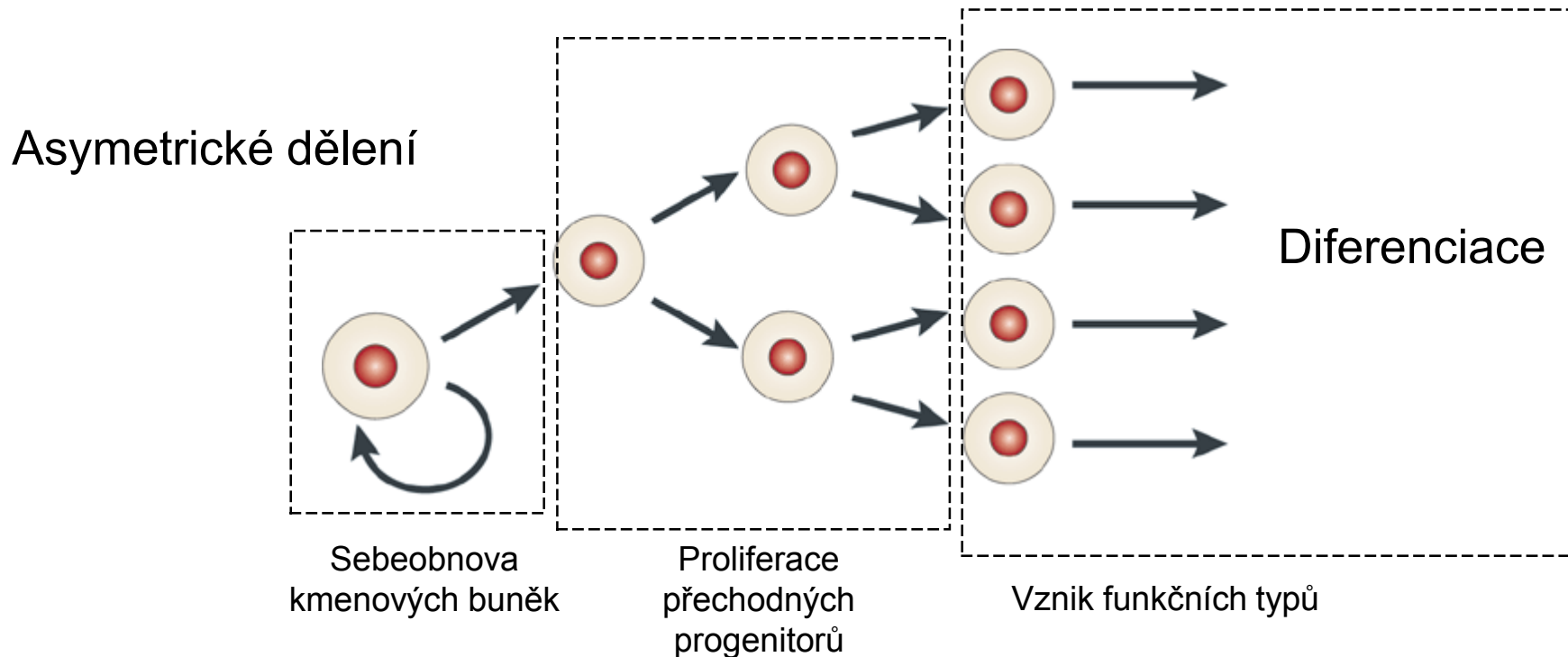
Migrace

Apoptóza

Definice  
tkáňových vzorů



Funkční buňky tkání diferencují z kmenových buněk



# KMENOVÉ BUŇKY SE LIŠÍ V DIFERENCIAČNÍ KAPACITĚ

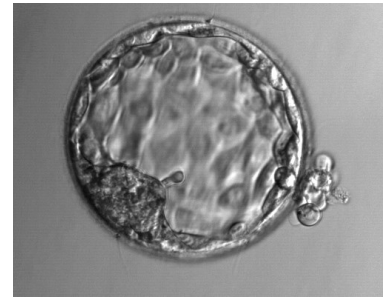
## Totipotence

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



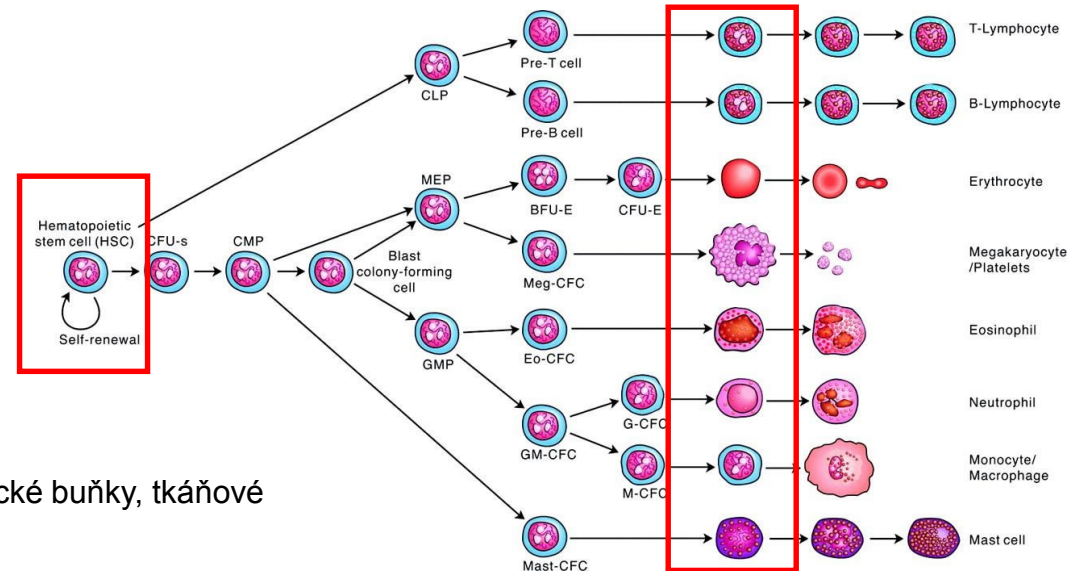
## Pluripotence

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



## Multipotence

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



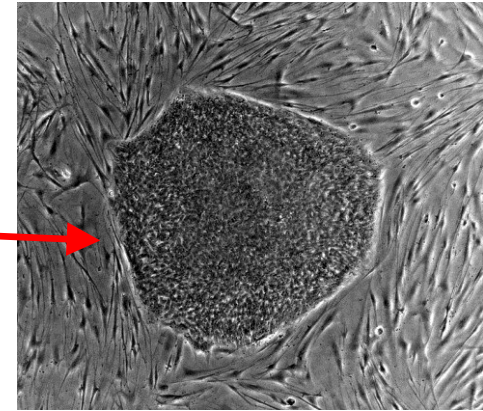
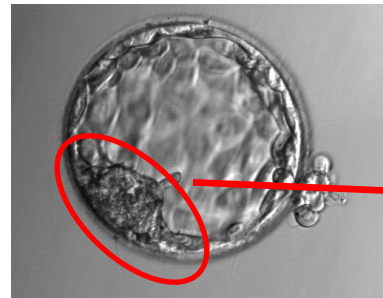
## Oligo- a unipotence

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

# KMENOVÉ BUŇKY V ORGANISMU

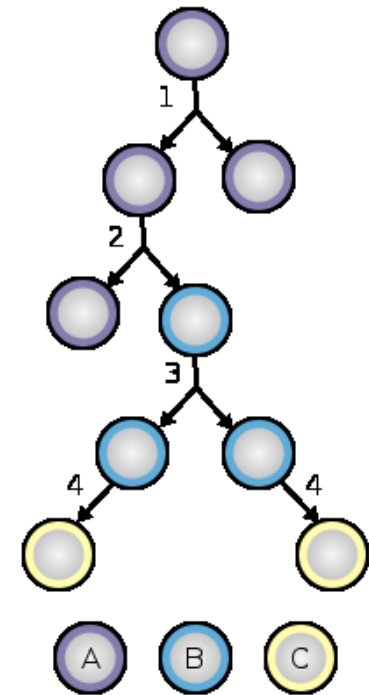
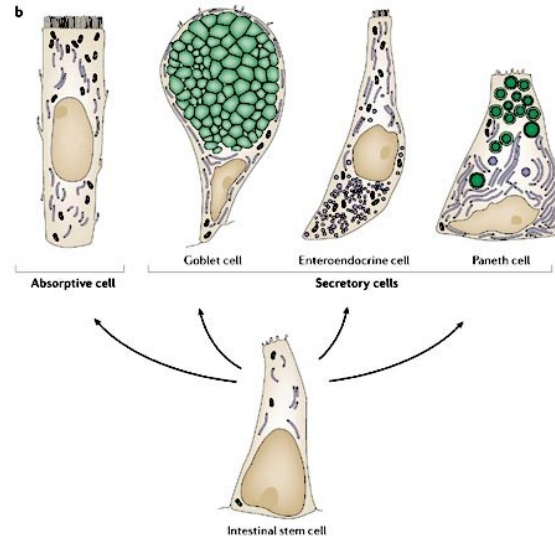
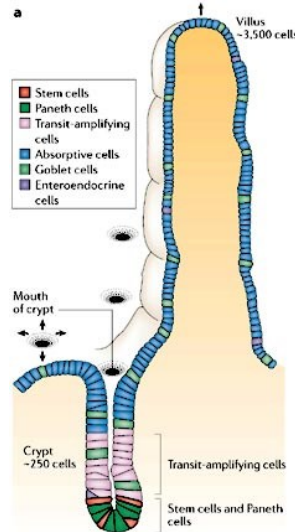
## Embryonální kmenové buňky (ESCs)

- 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

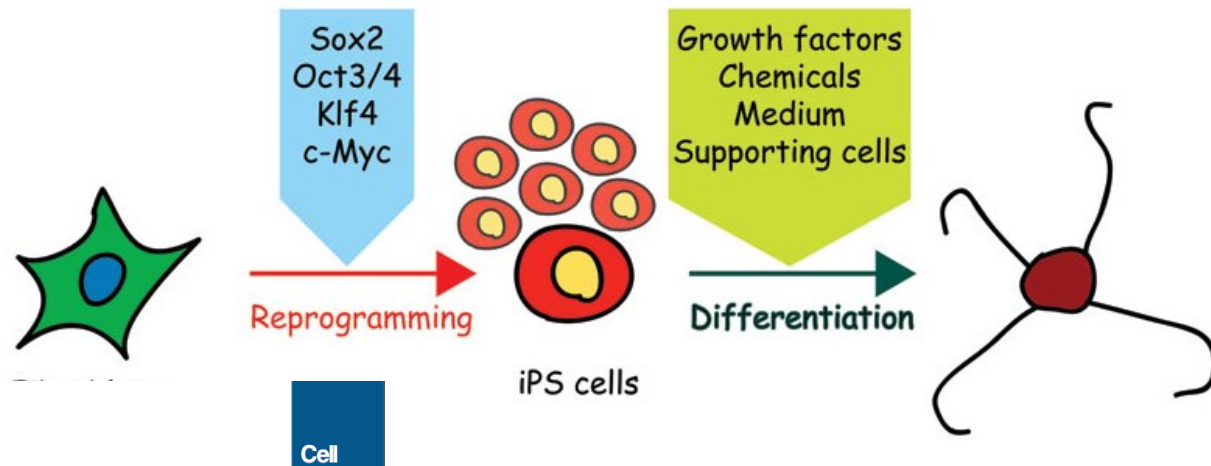
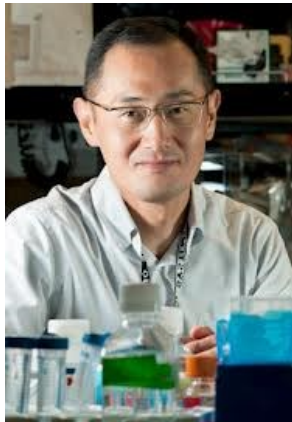




Nobel prize 2012

## 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 Takahashi<sup>1</sup> and Shinya Yamanaka<sup>1,2,\*</sup>

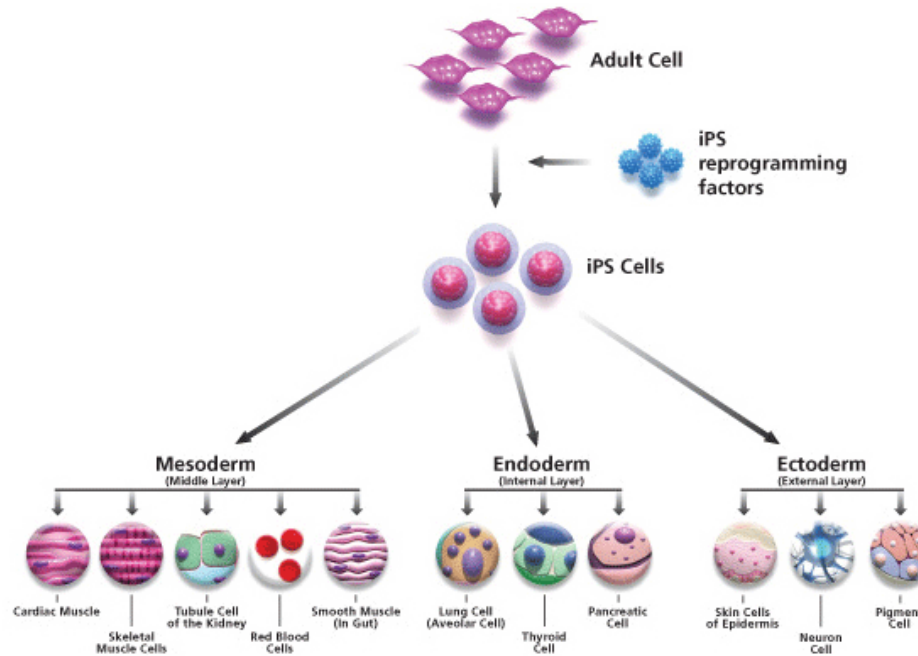
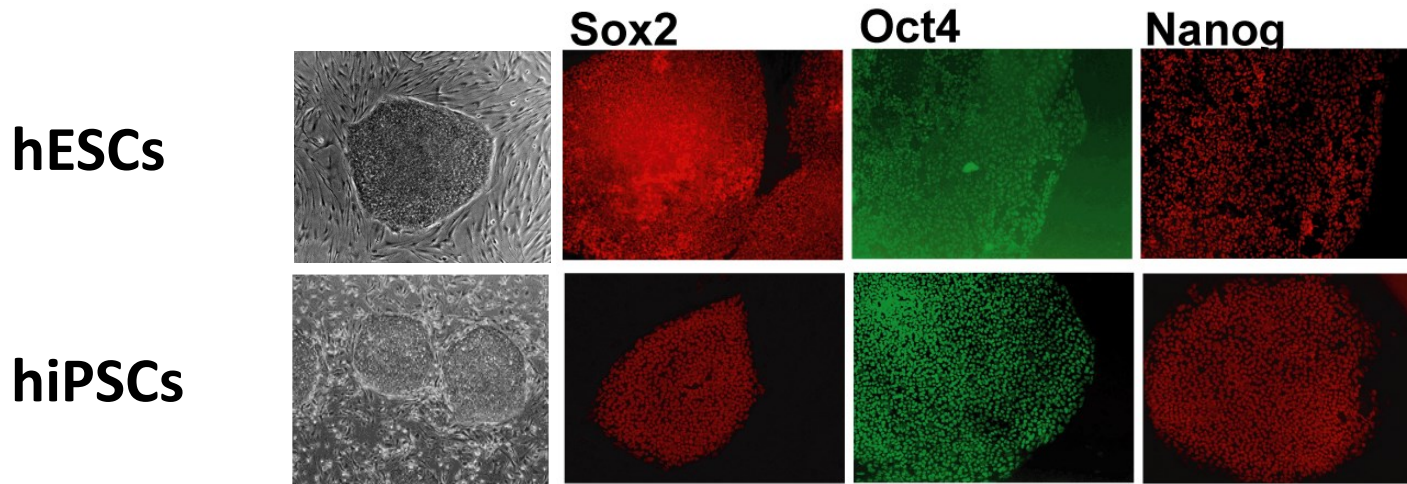
<sup>1</sup>Department of Stem Cell Biology, Institute for Frontier Medical Sciences, Kyoto University, Kyoto 606-8507, Japan

<sup>2</sup>CREST, Japan Science and Technology Agency, Kawaguchi 332-0012, Japan

\*Contact: yamanaka@frontier.kyoto-u.ac.jp

DOI 10.1016/j.cell.2006.07.024

# iPSCs MAJÍ VLASTNOSTI EMBRYONÁLNÍCH KMENOVÝCH BUNĚK

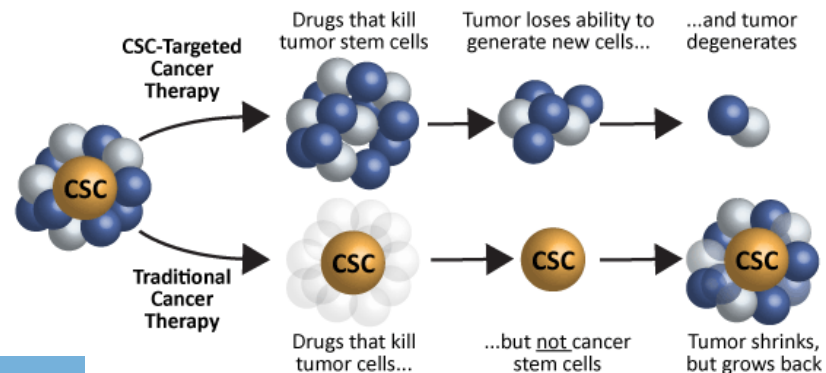




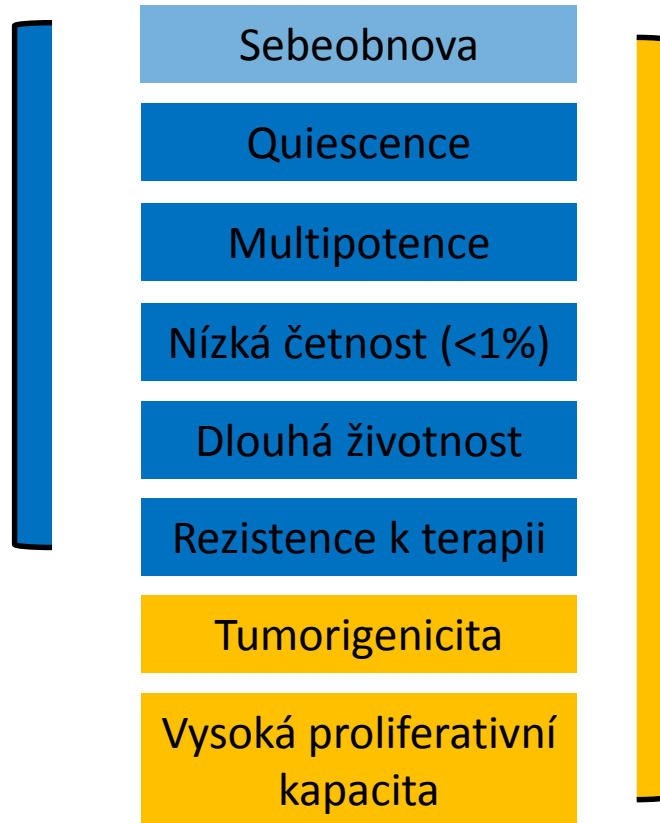
# KMENOVÉ BUŇKY NEMUSÍ BÝT VŽDY PŘÁTELSKÉ

## 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



Nádorová kmenová buňka

# BUNĚČNÁ DIFERENCIACE URČUJE ROZDÍLY MEZI TKÁNĚMI

## Příklad: krvetvorba v kostní dřeni

Indukce diferenceiace

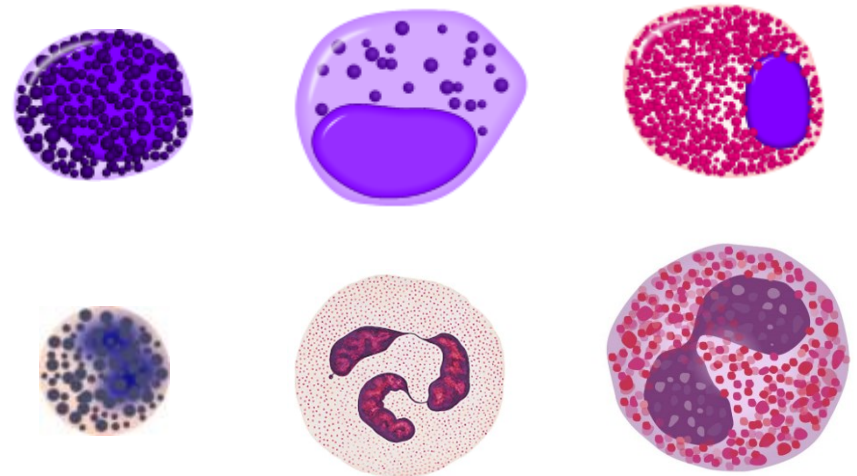
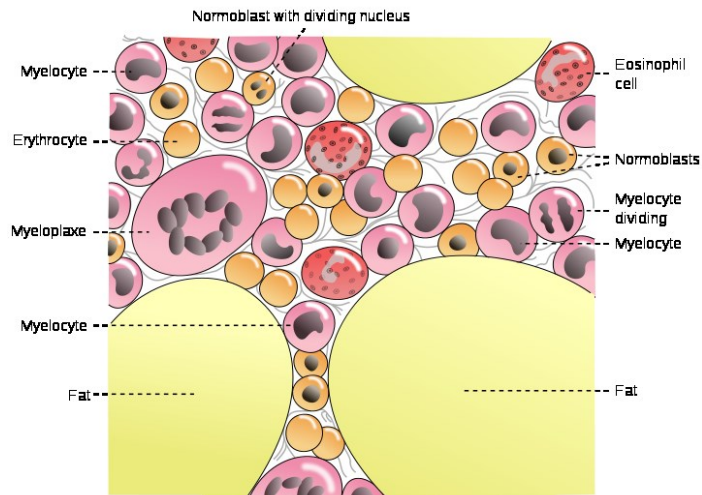


Determinace

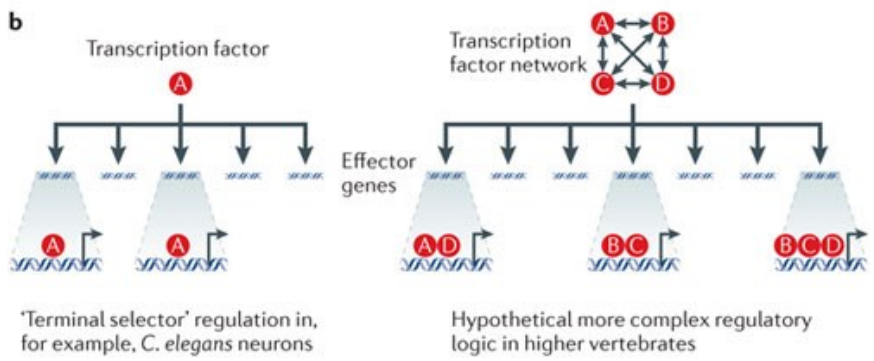
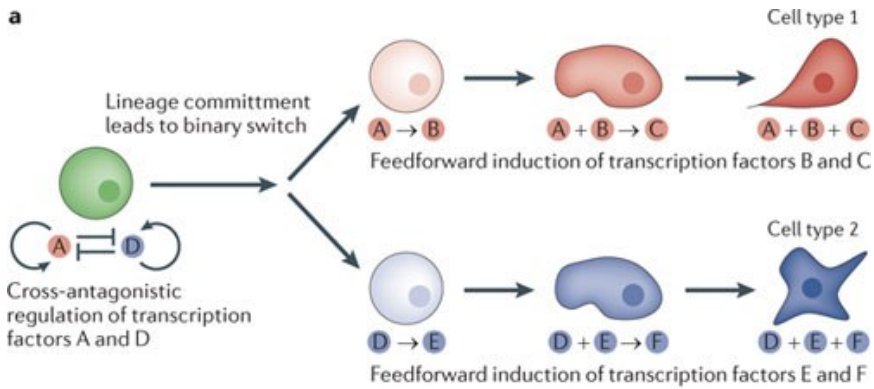
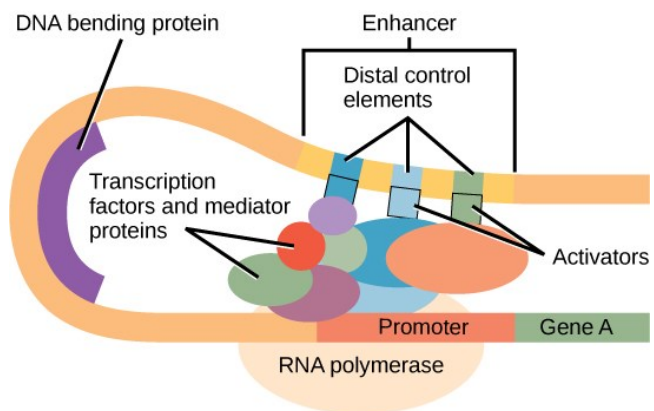
*-blast*

Terminální diferenceiace

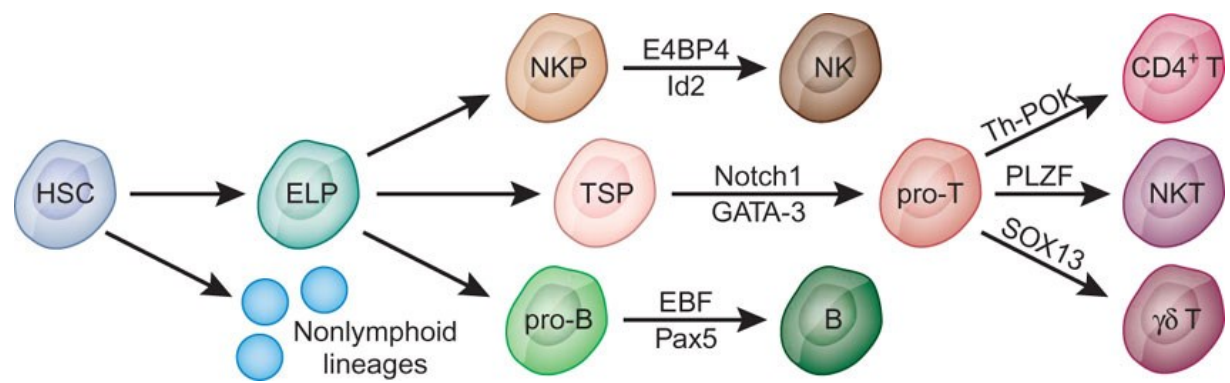
*-cyt*



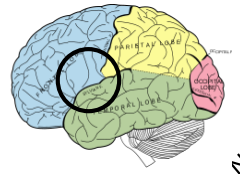
# DIFERENCIACE JE URČENA HIERARCHICKOU TRANSKRIPČÍ GENŮ



Nature Reviews | Genetics

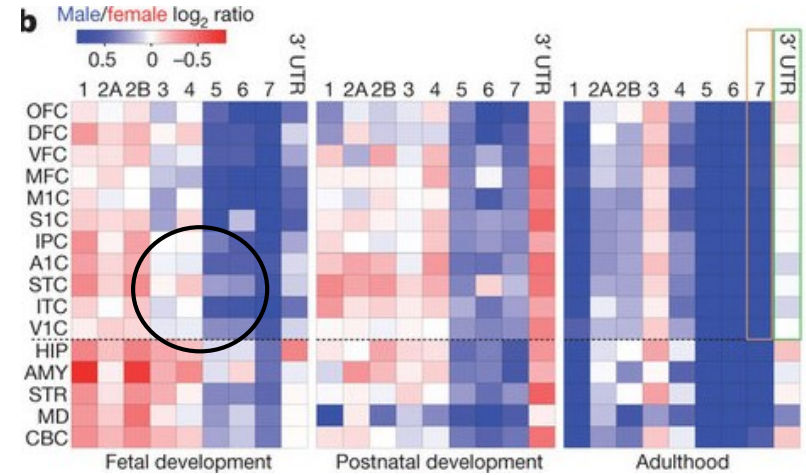
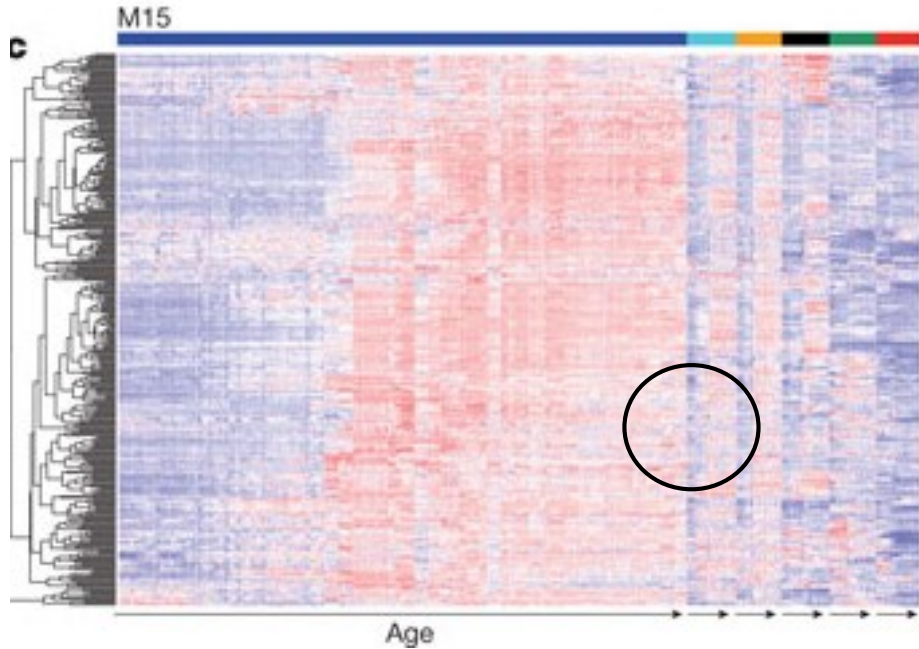


# TKÁŇĚ SE LIŠÍ SVÝM GENETICKÝM A EPIGENETICKÝM PROFILEM



Neurocortex

Hippocampus  
Amygdala  
Striatum  
Mediodorsální jádra  
Cortex cerebelli



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

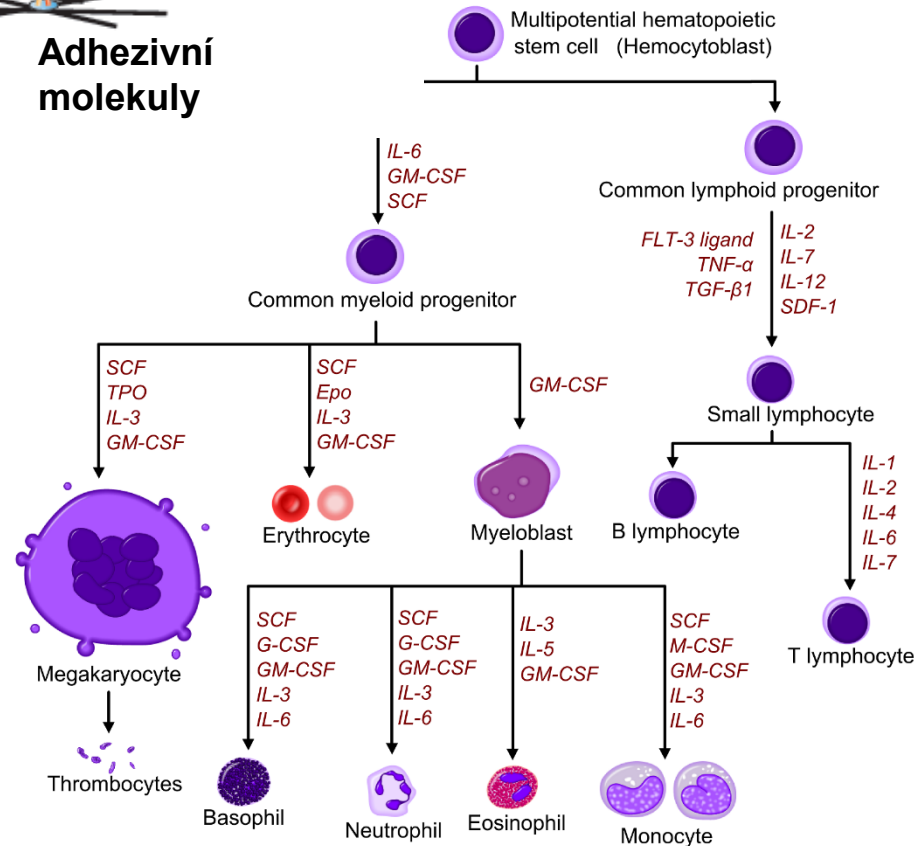
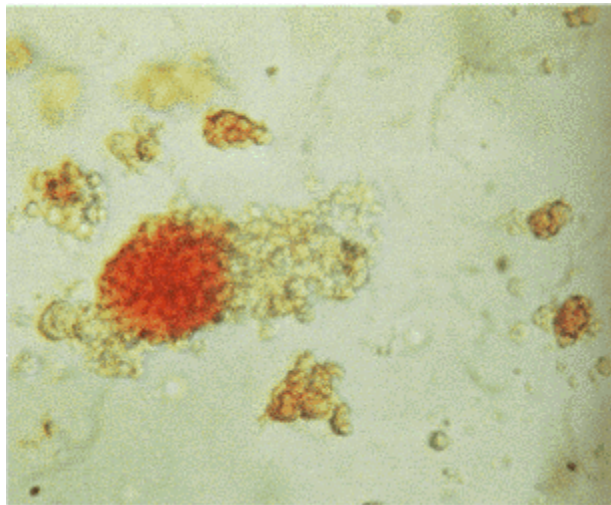
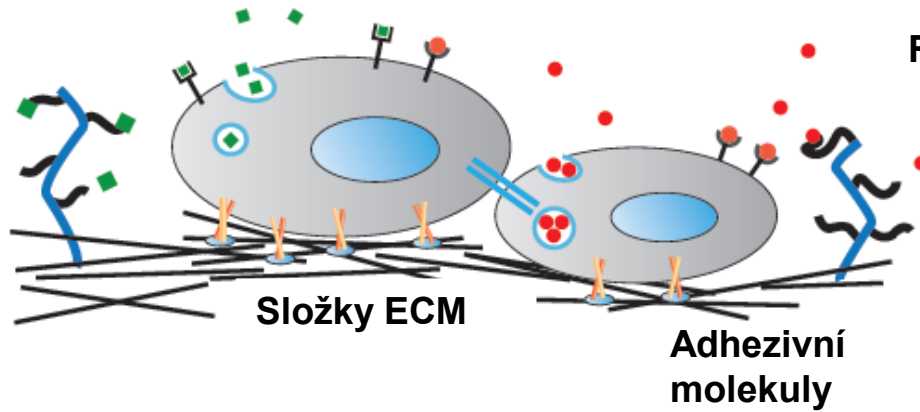
# TKÁŇOVOU IDENTITU URČUJÍ I EXTRACELULÁRNÍ MOLEKULY

Příklad: krvetvorba v kostní dřeni

Metaboly

Mezibuněčné interakce

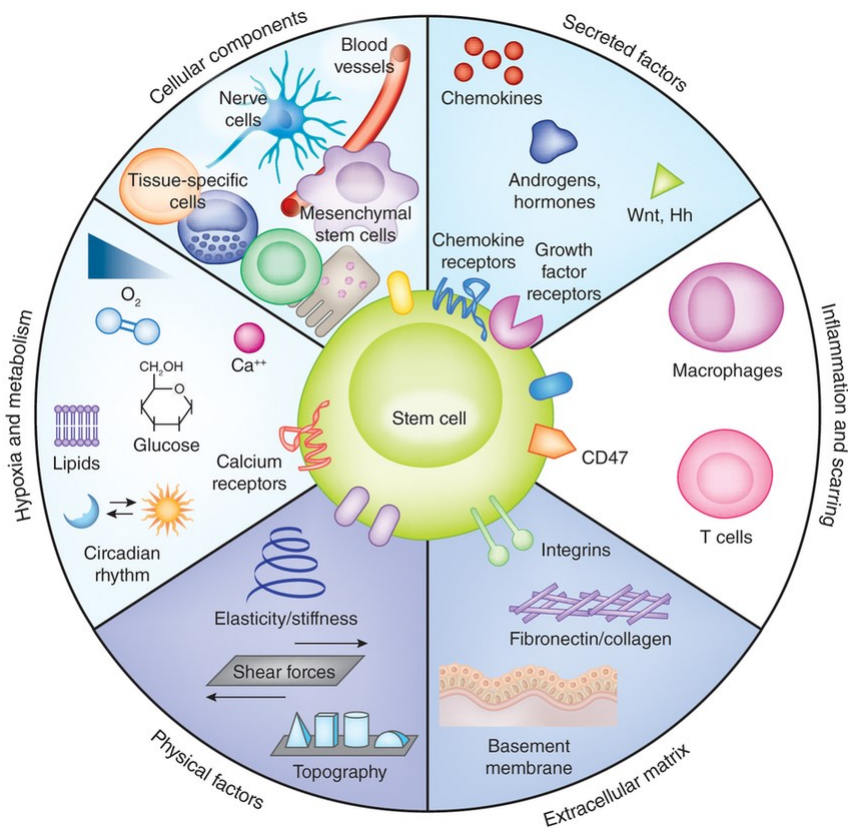
Růstové faktory



# MIKROPROSTŘEDÍ URČUJE VLASTNOSTI I STAVBU TKÁNÍ

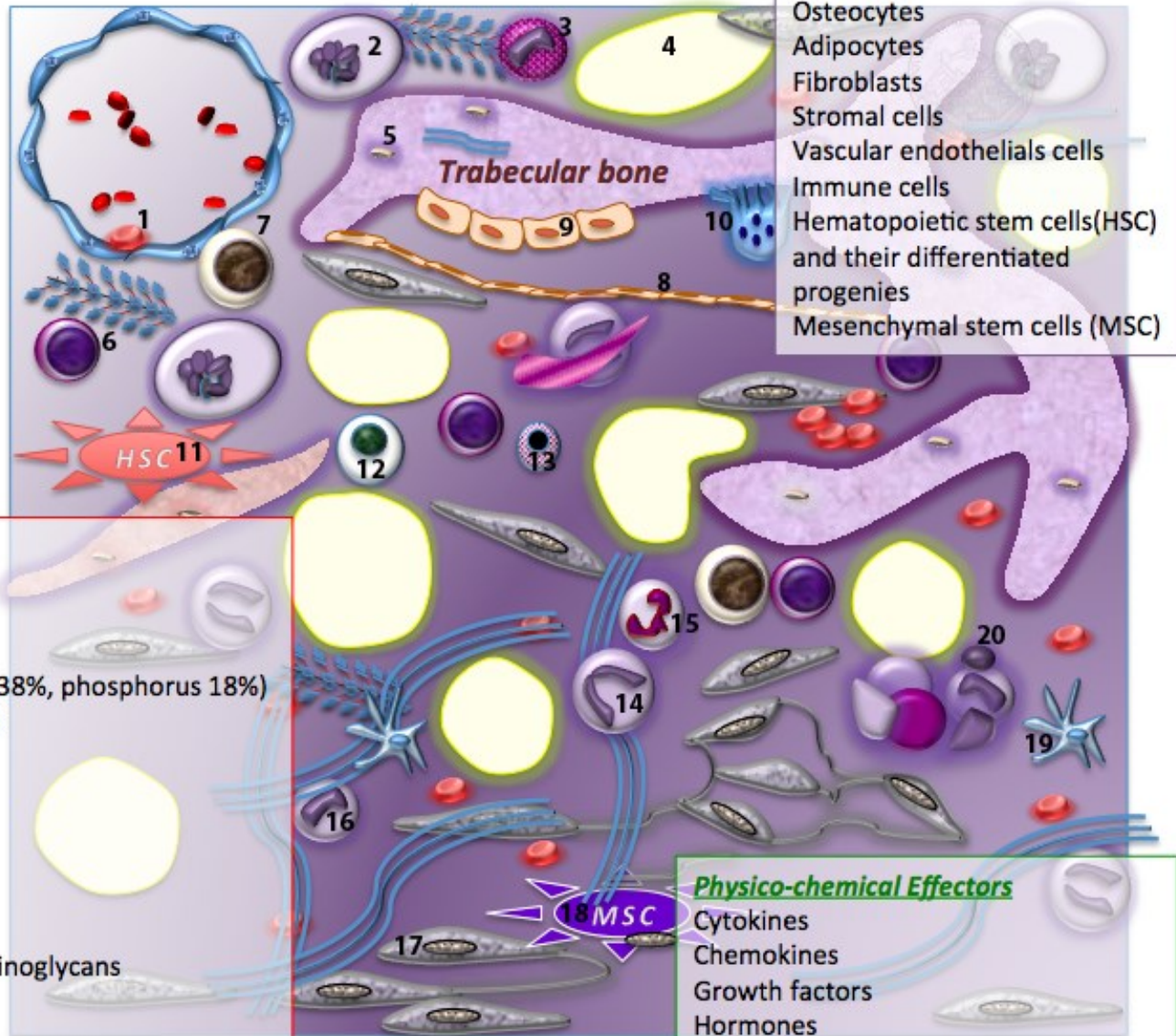
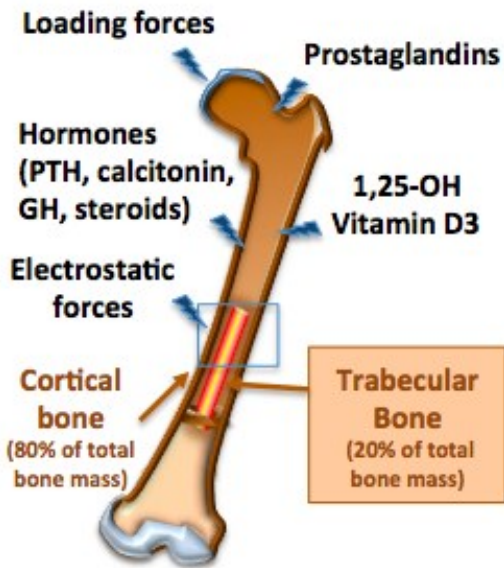
Do vlastní mikroskopické stavby tkání se promítá velké množství **biologických a fyzikálně-chemických** parametrů

## Stem cell niche



- 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
- ...

# MIKROPROSTŘEDÍ URČUJE VLASTNOSTI I STAVBU TKÁNÍ

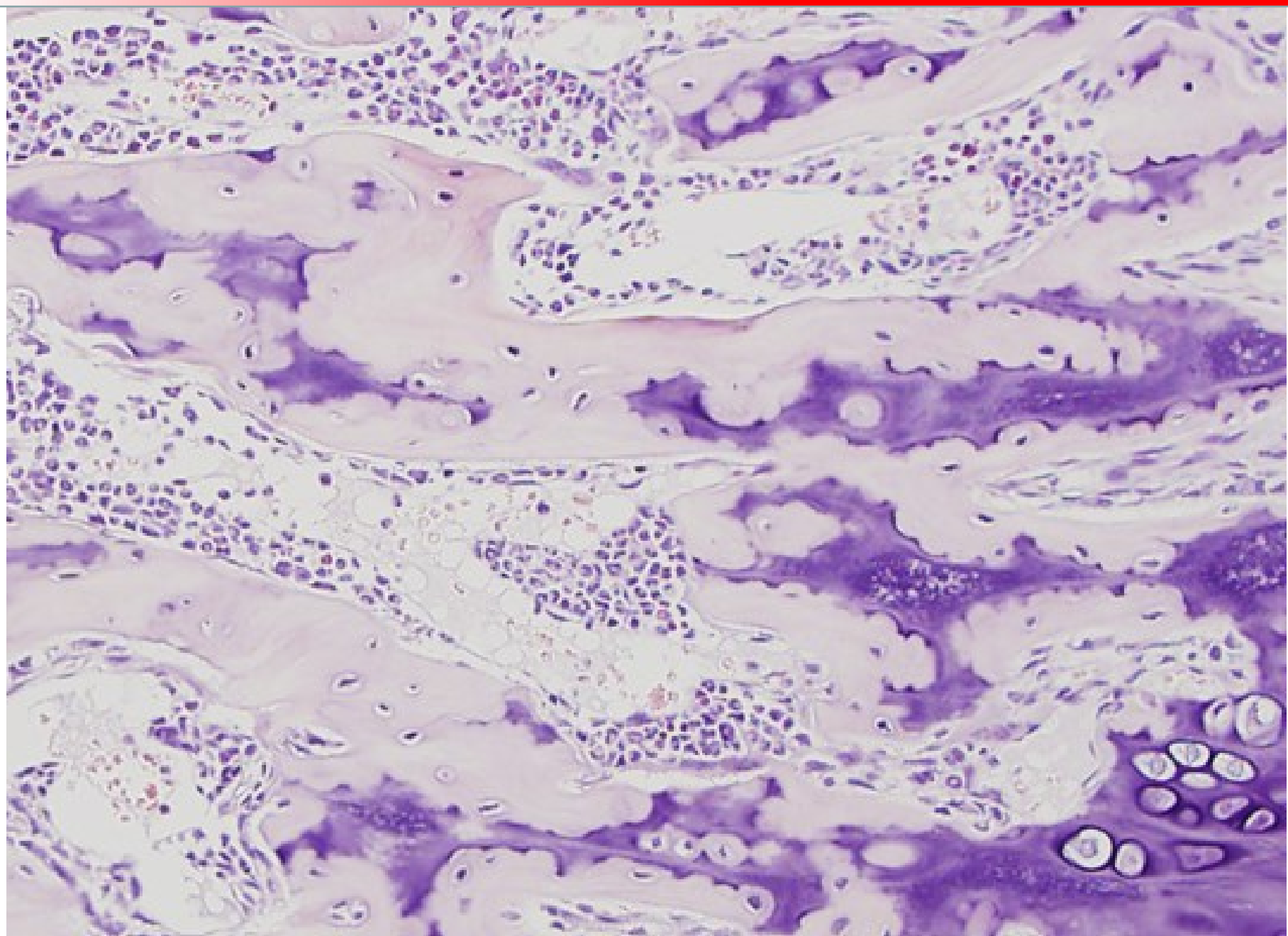


- Osteoclasts
- Osteocytes
- Adipocytes
- Fibroblasts
- Stromal cells
- Vascular endothelial cells
- Immune cells
- Hematopoietic stem cells (HSC) and their differentiated progenies
- Mesenchymal stem cells (MSC)

- 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

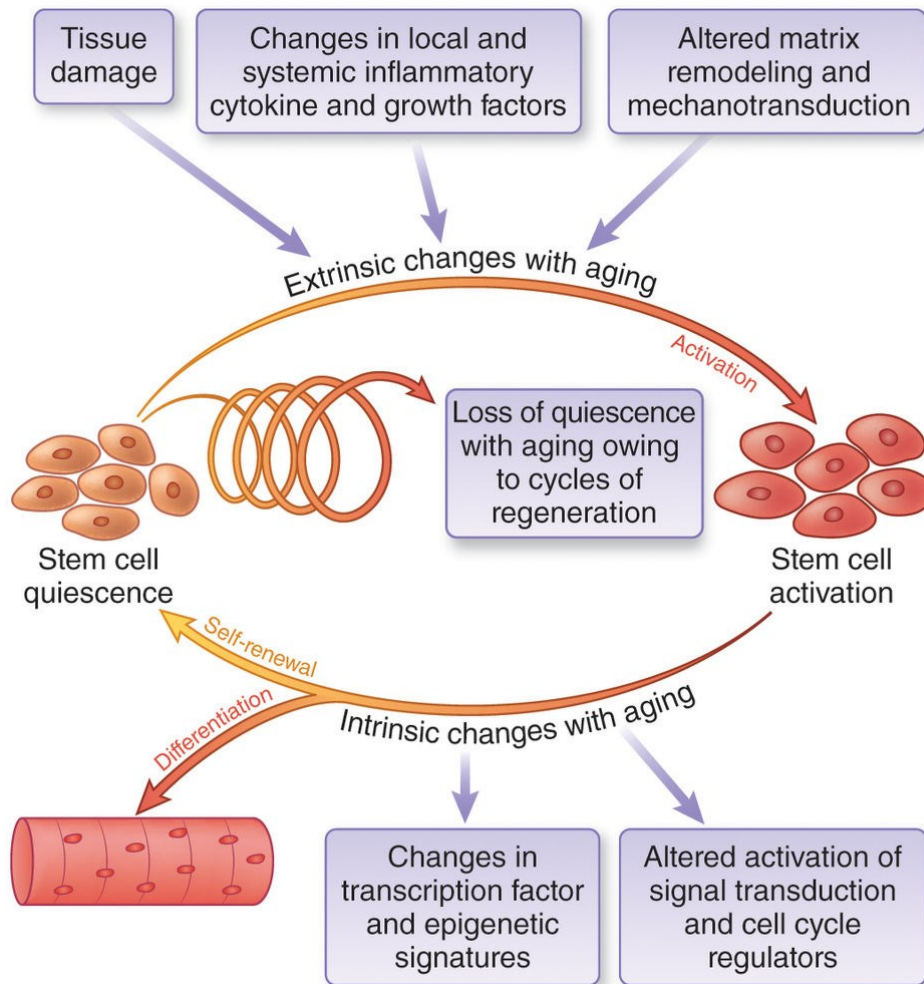
- Physico-chemical Effectors**
- Cytokines
  - Chemokines
  - Growth factors
  - Hormones
  - Physico-mechanical forces
  - Biochemical regulators (pH, oxygen concentration, nutrients...)

# MIKROPROSTŘEDÍ URČUJE VLASTNOSTI I STAVBU TKÁNÍ





# MIKROPROSTŘEDÍ JE KLÍČOVÉ PRO TKÁŇOVOU HOMEOSTÁZU



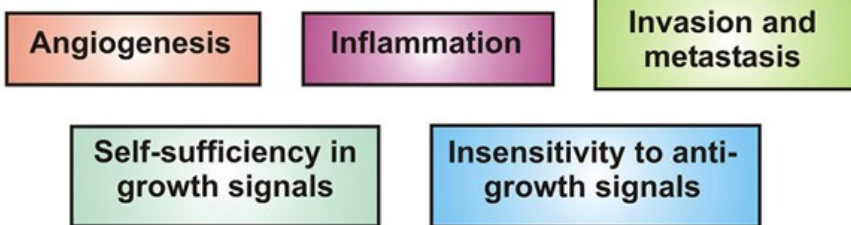
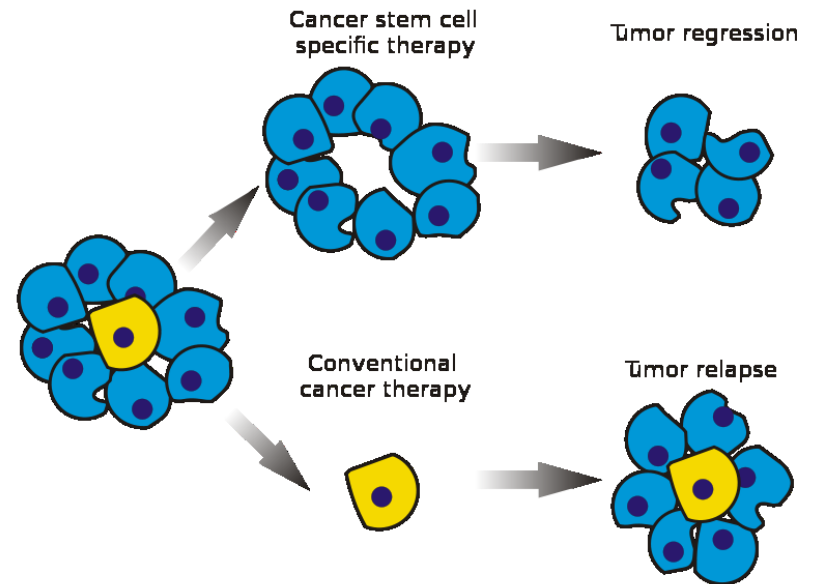
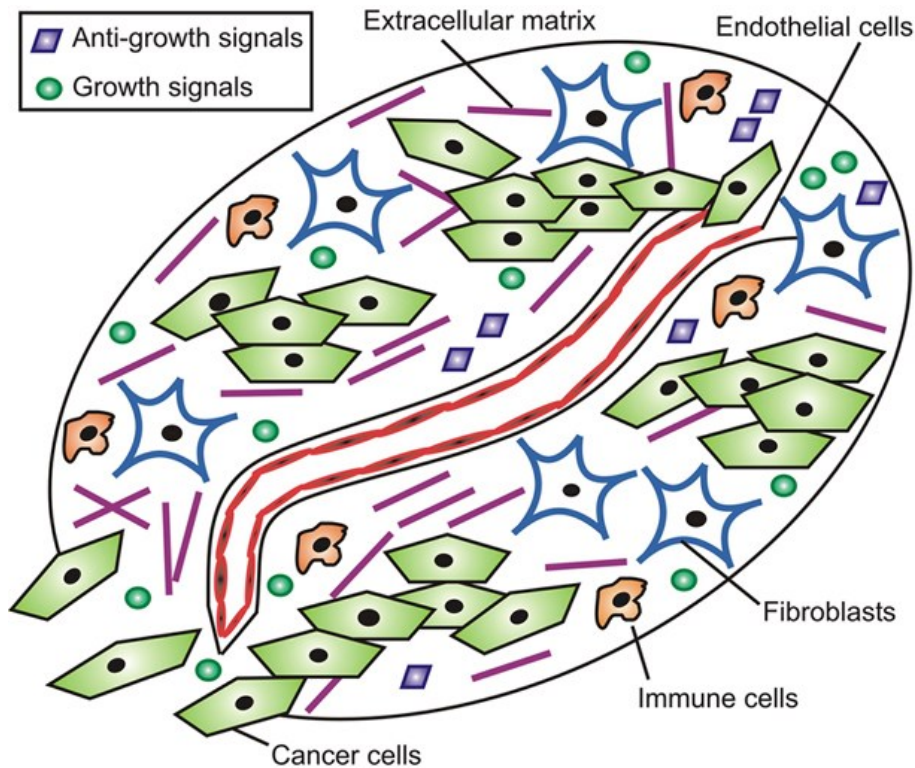
Apoptóza

Regenerace

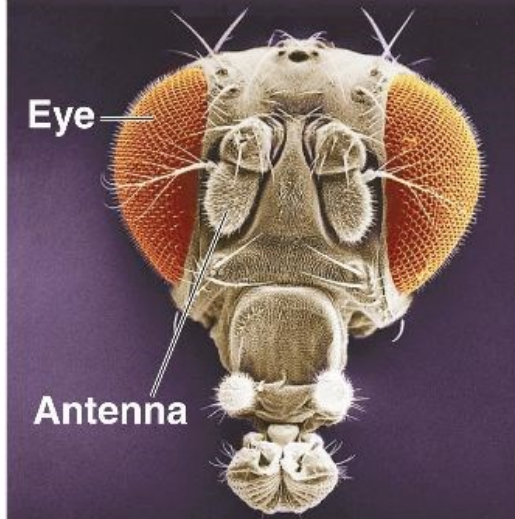
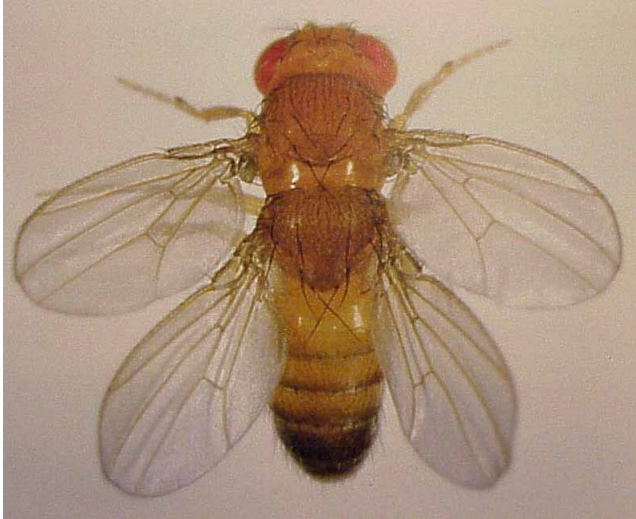
Senescence

Transformace

# MIKROPROSTŘEDÍ JE DŮLEŽITÉ V PATOGENEZE



# MOLEKULÁRNÍ PRINCIPY HISTOGENEZE



**Wild type**

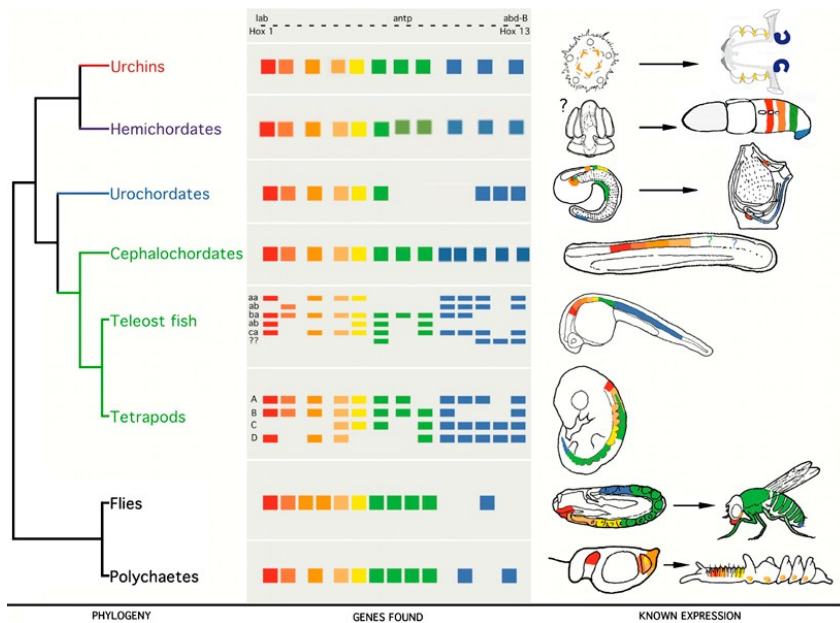


**Mutant**



UAS-eyeless/dpp-GAL4

# HOX KOMPLEX A MORFOGENETICKÉ POLE



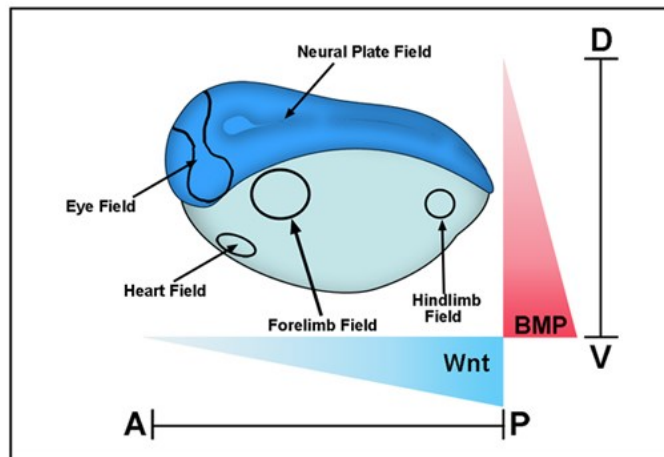
**Příklad: Hox komplex**  
 Vysoce konzervovaná skupina transkripčních faktorů určujících základní stavbu a orientaci těla

Tkáňová diferenciace podél antero-posteriorní osy

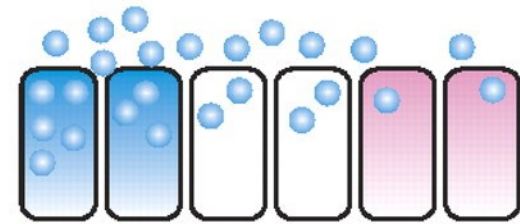
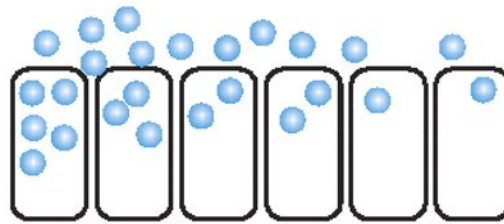
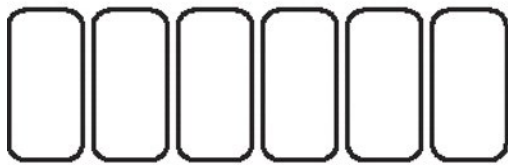
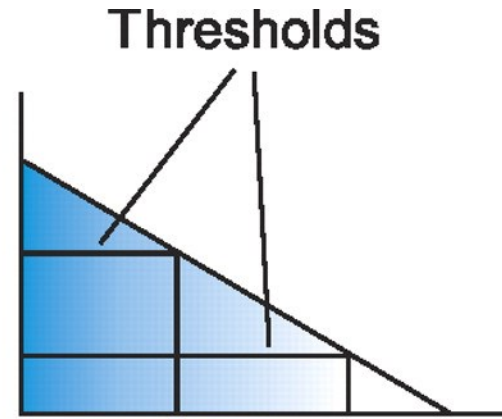
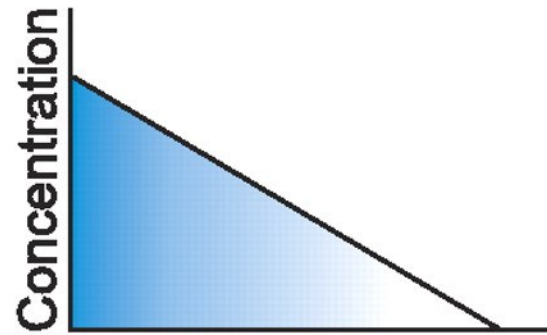
Člověk (39 genů)

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

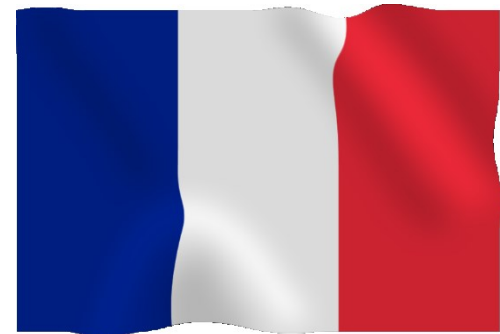
doi:10.1038/sj.hdy.6800872



# FRENCH FLAG MODEL

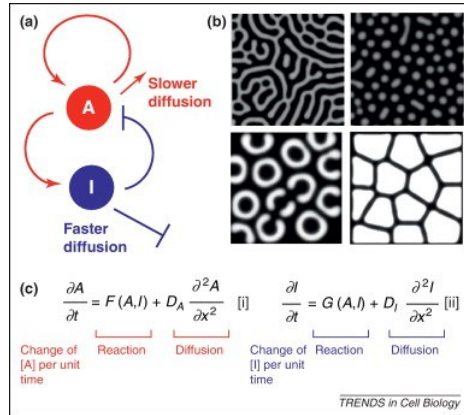
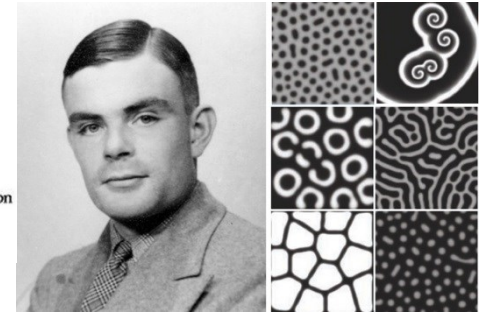
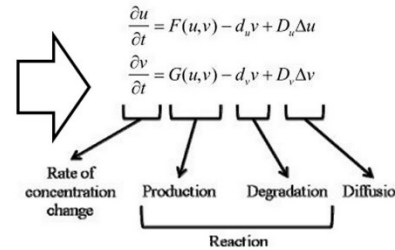
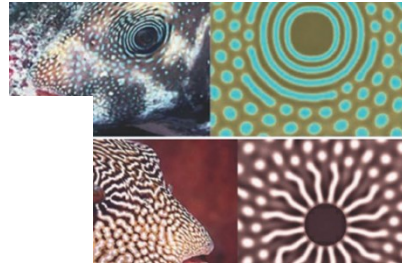
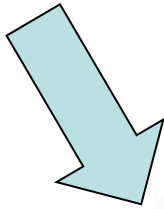


Cellular phenotype: A A B B C C



# PROČ MAJÍ TYGŘI PRUHY?

## Reakčně-difúzní systém



### THE CHEMICAL BASIS OF MORPHOGENESIS

By A. M. TURING, F.R.S. *University of Manchester*

(Received 9 November 1951—Revised 15 March 1952)

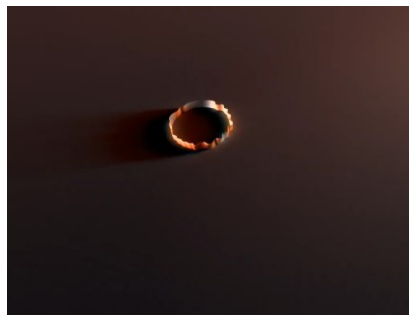
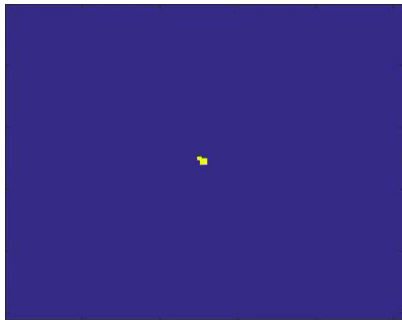
It is suggested that a system of chemical substances, called morphogens, reacting together and diffusing through a tissue, is adequate to account for the main phenomena of morphogenesis. Such a system, although it may originally be quite homogeneous, may later develop a pattern or structure due to an instability of the homogeneous equilibrium, which is triggered off by random disturbances. Such reaction-diffusion systems are considered in some detail in the case of an isolated ring of cells, a mathematically convenient, though biologically unusual system. The investigation is chiefly concerned with the onset of instability. It is found that there are six essentially different forms which this may take. In the most interesting form stationary waves appear on the ring. It is suggested that this might account, for instance, for the tentacle patterns on *Hydra* and for whorled leaves. A system of reactions and diffusion on a sphere is also considered. Such a system appears to account for gastrulation. Another reaction system in two dimensions gives rise to patterns reminiscent of dappling. It is also suggested that stationary waves in two dimensions could account for the phenomena of phyllotaxis.

The purpose of this paper is to discuss a possible mechanism by which the genes of a zygote may determine the anatomical structure of the resulting organism. The theory does not make any new hypotheses; it merely suggests that certain well-known physical laws are sufficient to account for many of the facts. The full understanding of the paper requires a good knowledge of mathematics, some biology, and some elementary chemistry. Since readers cannot be expected to be experts in all of these subjects, a number of elementary facts are explained, which can be found in text-books, but whose omission would make the paper difficult reading.

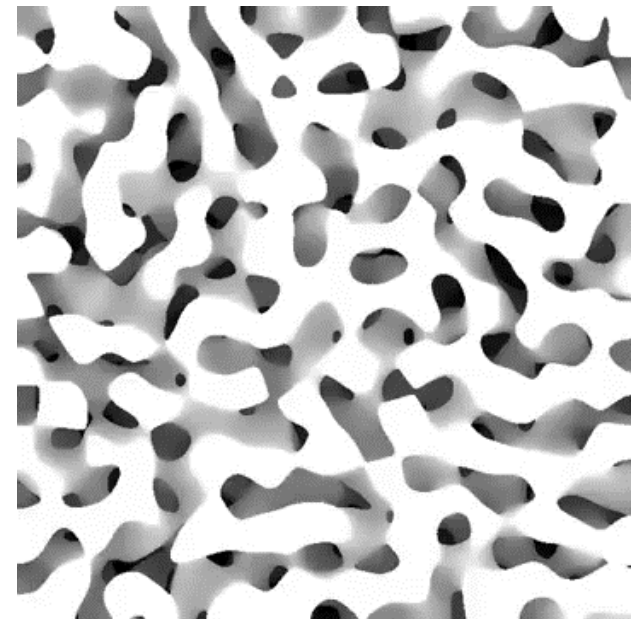
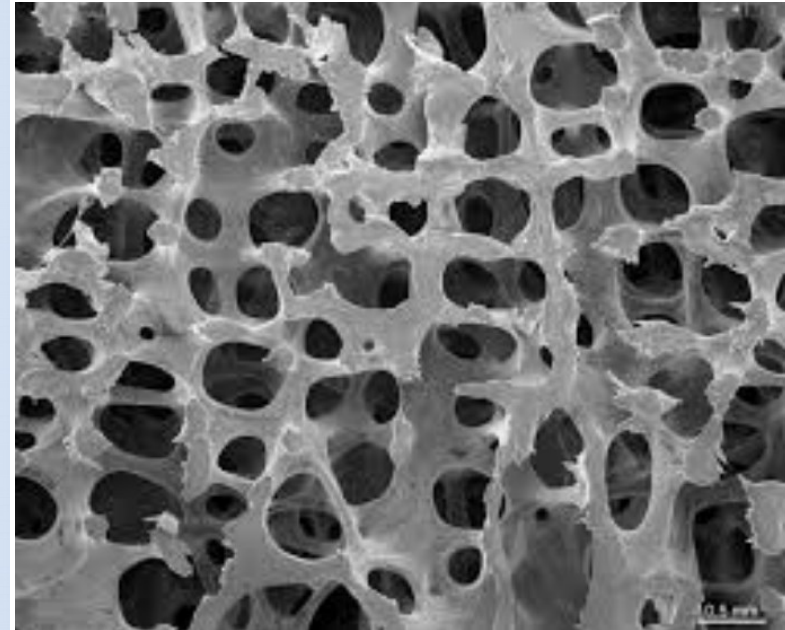
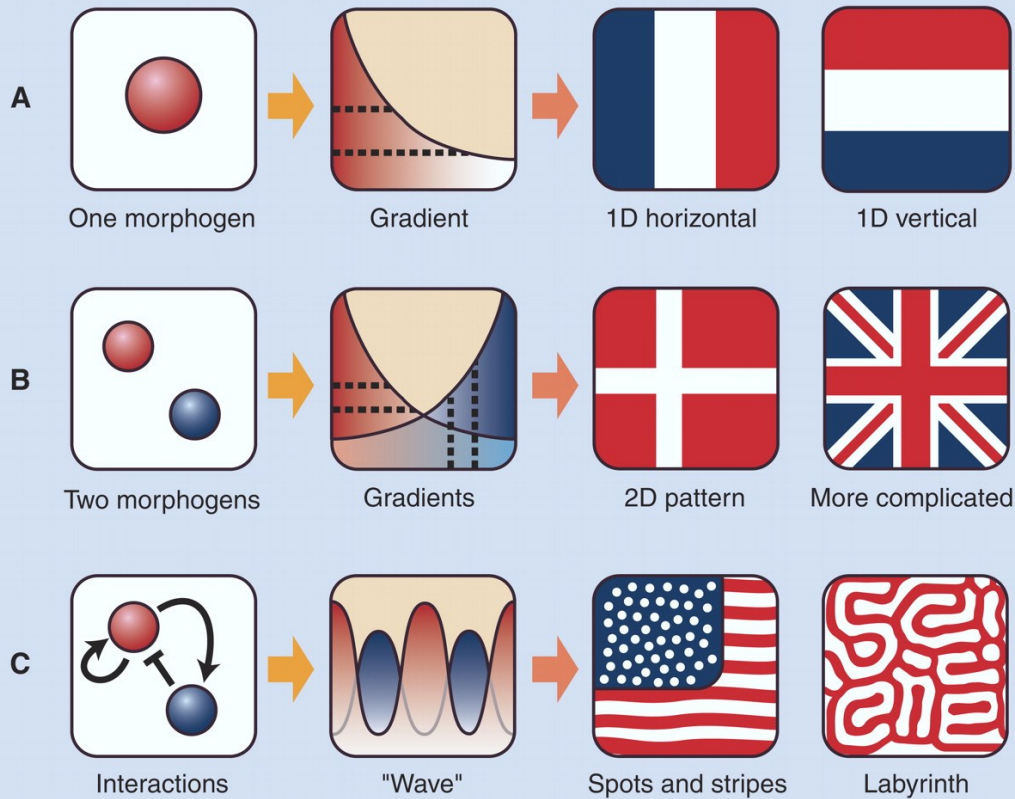
#### 1. A MODEL OF THE EMBRYO. MORPHOGENS

In this section a mathematical model of the growing embryo will be described. This model will be a simplification and an idealization, and consequently a falsification. It is to be hoped that the features retained for discussion are those of greatest importance in the present state of knowledge.

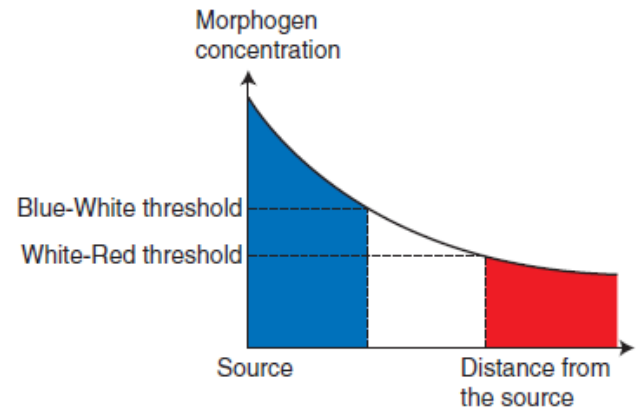
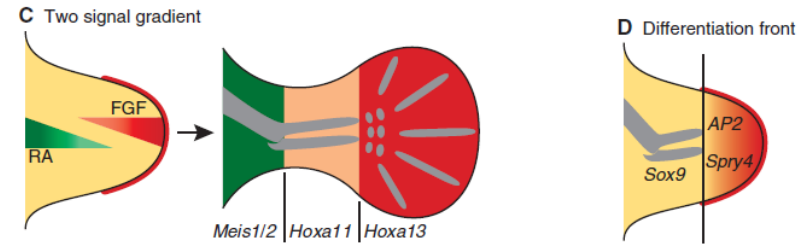
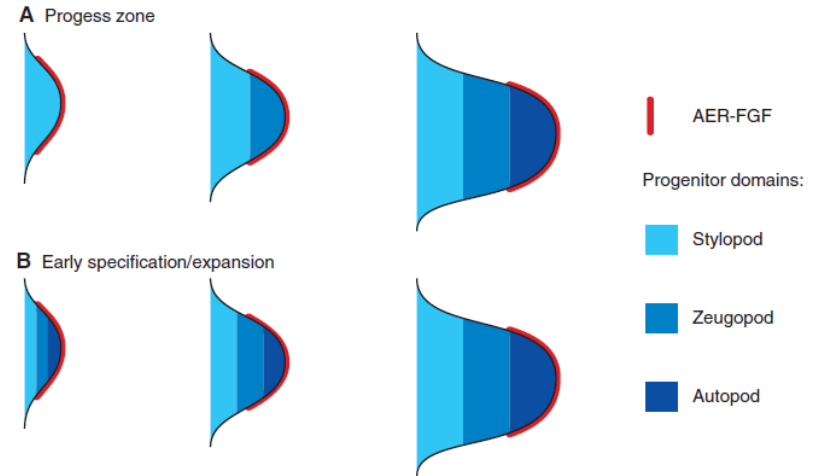
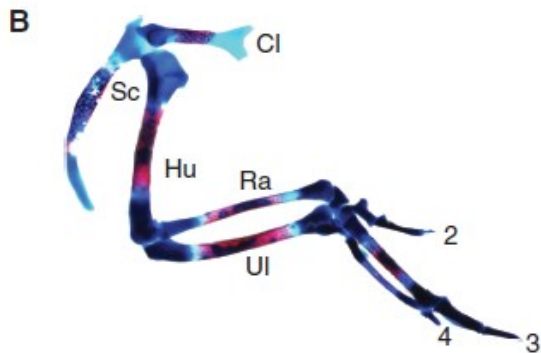
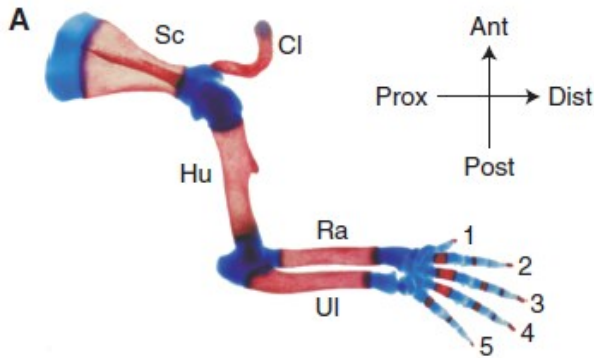
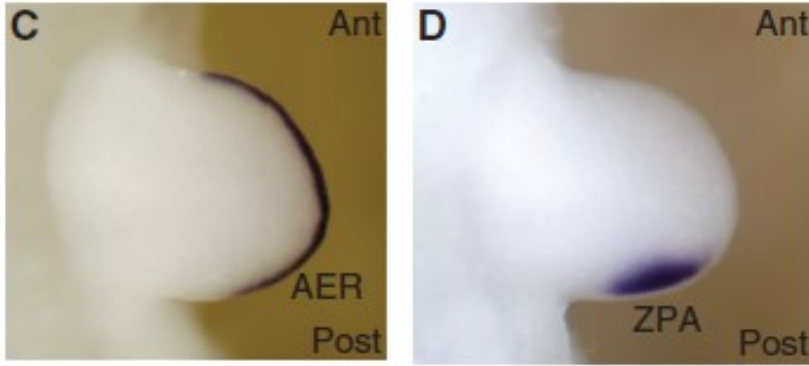
The model takes two slightly different forms. In one of them the cell theory is recognized but the cells are idealized into geometrical points. In the other the matter of the organism is imagined as continuously distributed. The cells are not, however, completely ignored, for various physical and physico-chemical characteristics of the matter as a whole are assumed to have values appropriate to the cellular matter.



# ODPOVĚĎ NA MORFOGENY URČUJE TKÁŇOVÉ VZORY

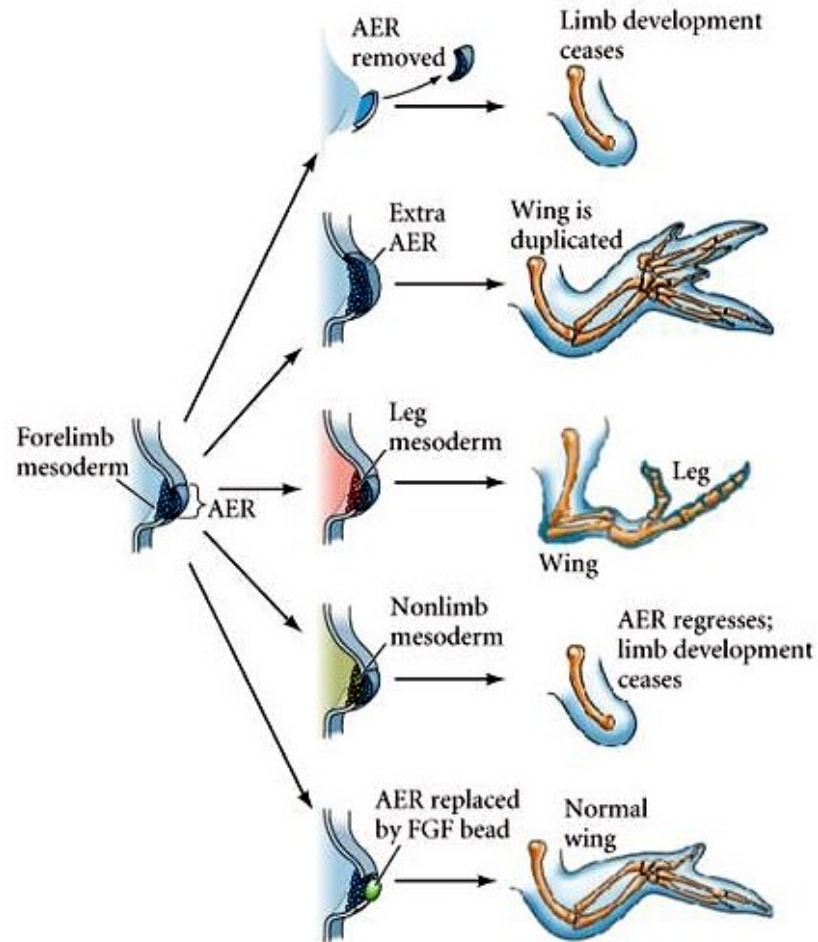


# TEMPORO-SPACIÁLNÍ EXPRESE RŮZNÝCH REGULÁTORŮ URČUJE FINÁLNÍ LOKALIZACI, ORIENTACI A MORFOLOGII TKÁNÍ A ORGÁNŮ

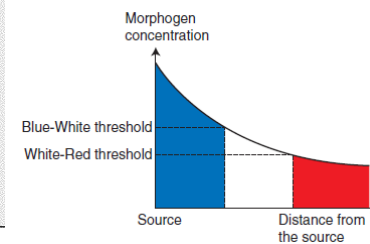
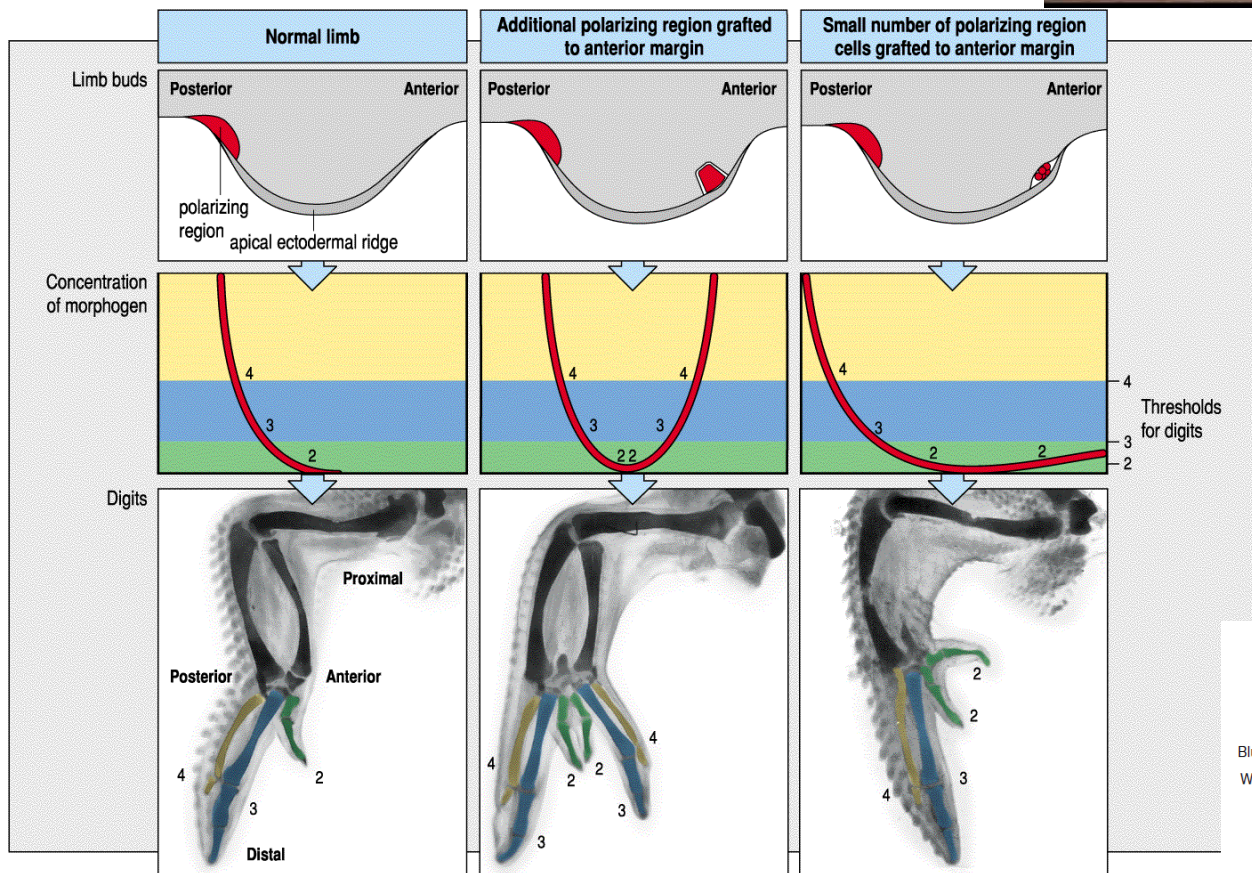




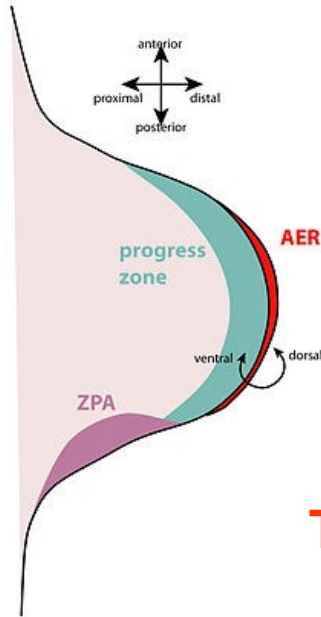
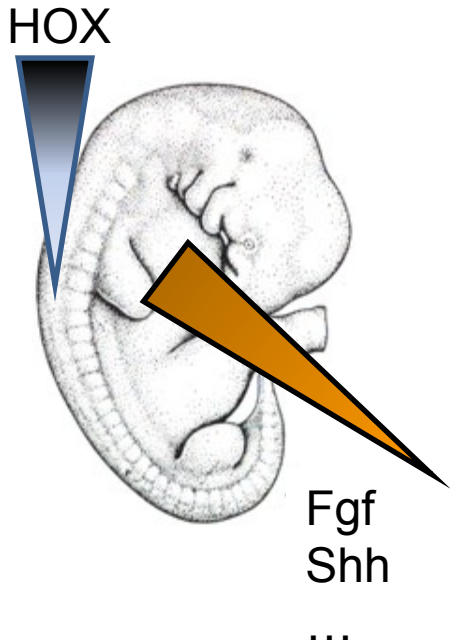
# MANIPULACE S AER NEBO ZPA MĚNÍ VÝVOJOVÉ INSTRUKCE



# RŮST KONČETIN DEFINUJÍ GRADIENTY MORFOGENŮ Z AER A ZPA



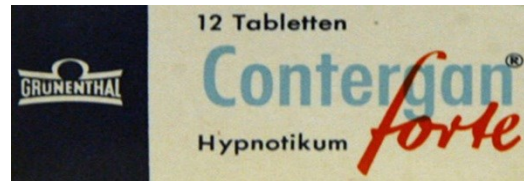
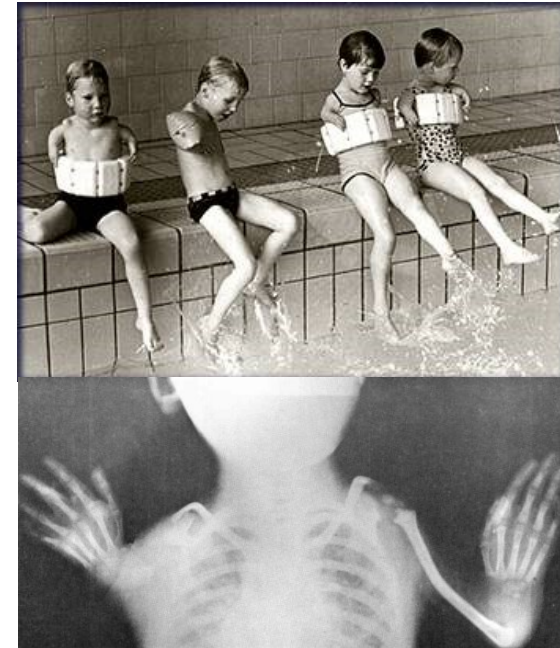
# THALIDOMID



Proliferace

Vaskularizace

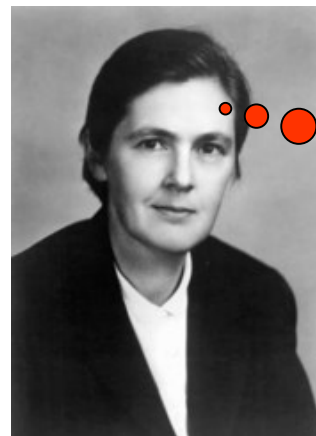
Thalidomid



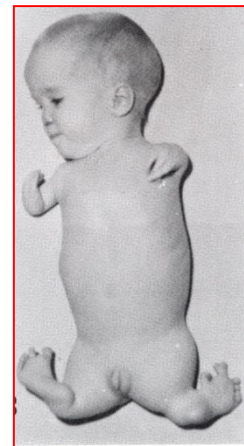
## Thalidomidová embryopatie

- fokomelie
- amelie
- anocie/mikrocie
- anoftalmie/mikroftalmie
- poškození ledvin, srdce, GIT, genitálu

Frances Oldham Kelsey,  
FDA USA

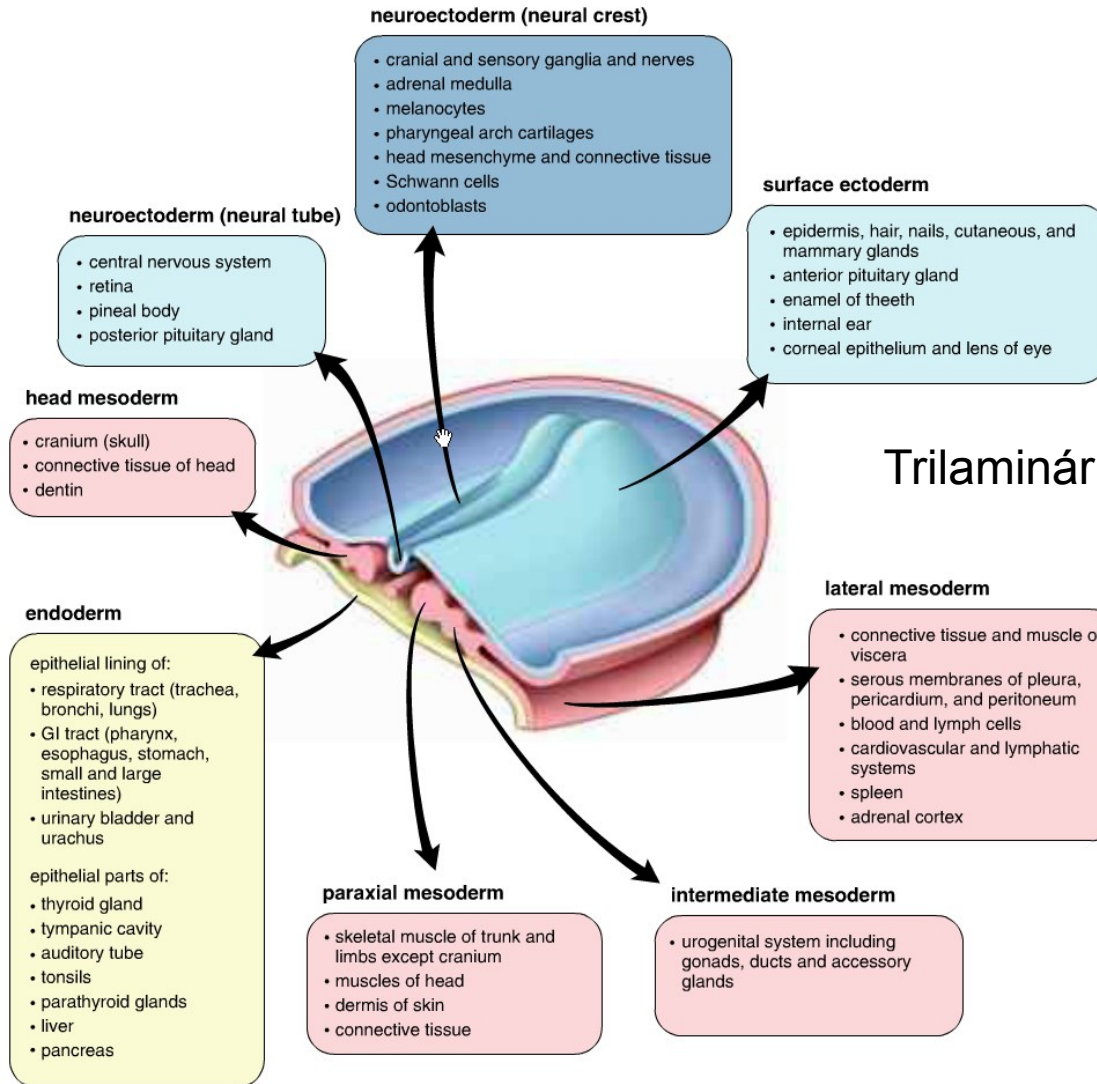


Untested drug  
to pregnant  
mothers?!!  
Not in U.S.!



# 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

### Paraxiální

- Kosterní svalovina hlavy, trupu a končetin
- Dermis
- Pojivová tkáň

### Intermediální

- Urogenitální systém + vývody a přídatné žlázy

### Laterální

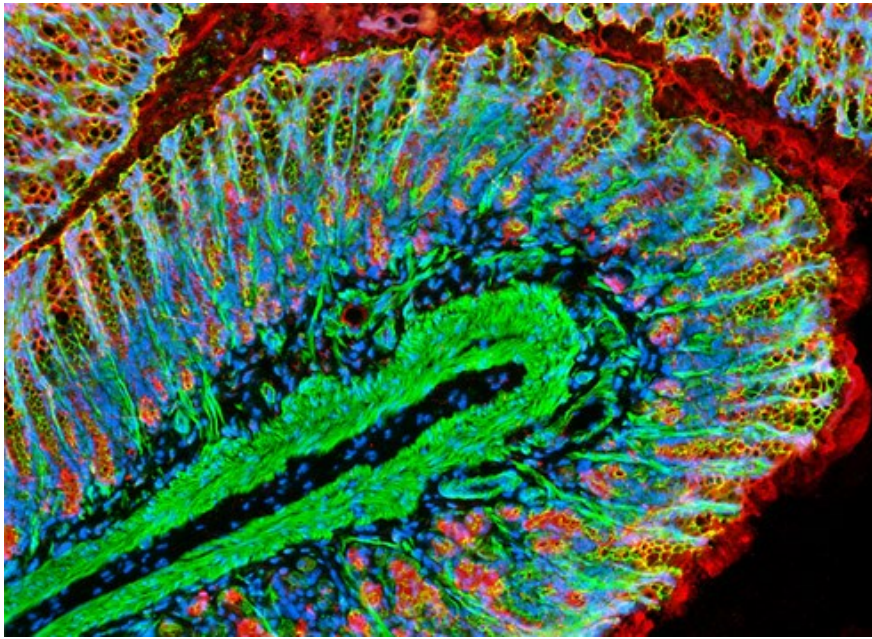
- Viscerální pojivová tkáň
- Serózní membrány pleury, peritonea a perikardia
- Krevní buňky, leukocyty
- Kardiovaskulární a lymfatický systém
- Slezina
- Adrenální kortex

## Entoderm

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

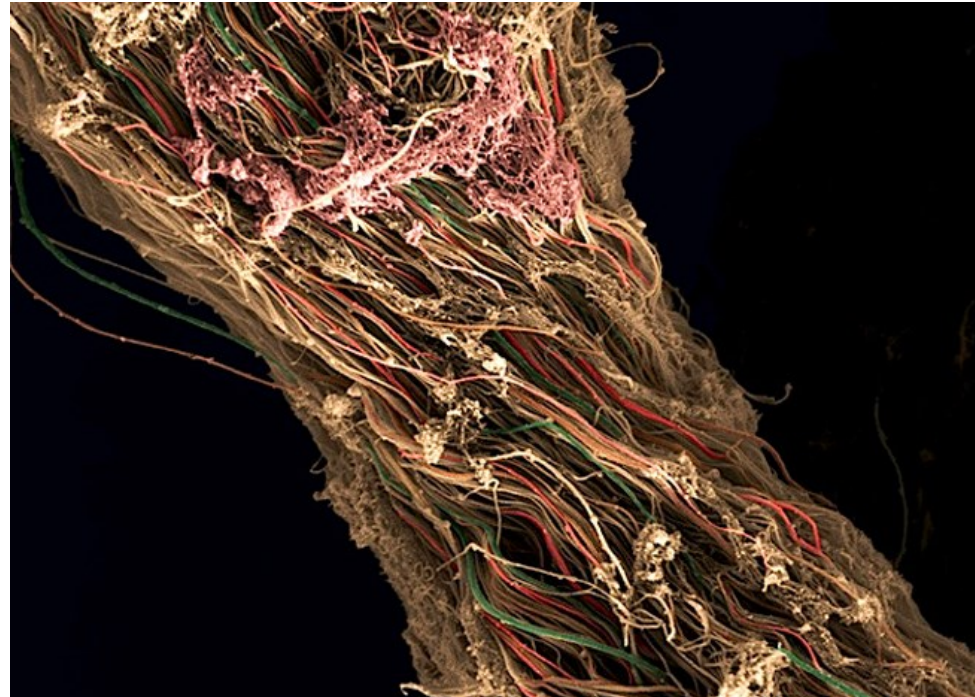
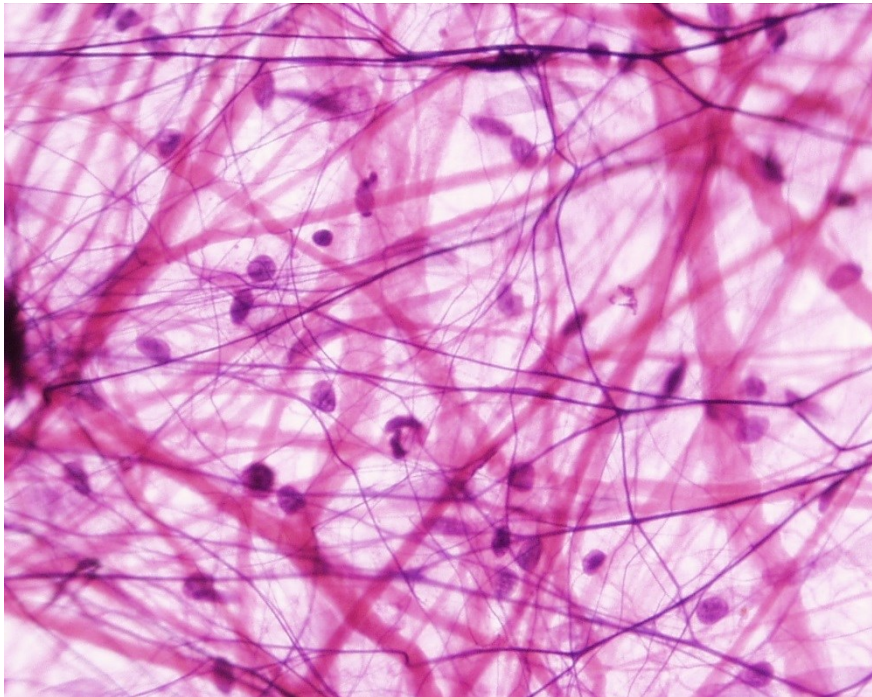
**Přestávka**





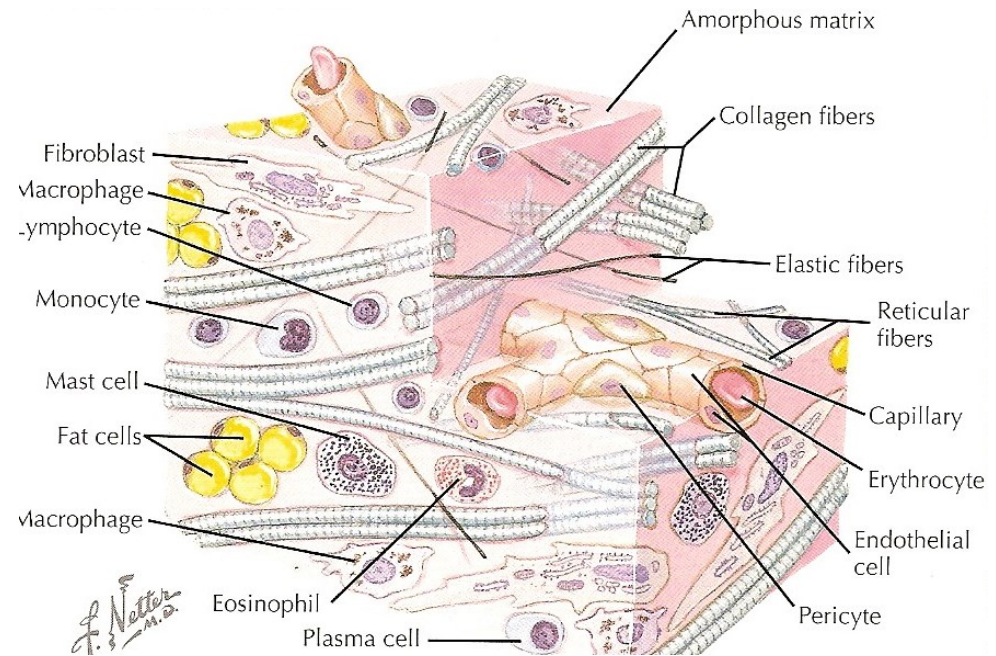
## 6. Pojivové tkáně

*Not only a tissue glue...*



# POJIVOVÁ TKÁŇ A JEJÍ FUNKCE

Funkce je podmíněna mechanickými vlastnostmi → spojování ostatních tkání, kompartmentalizace, opora, fyzikální a chemické prostředí, imunologická podpora, uchovávání zásobních látek, homeostáza a regenerace





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)

## 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

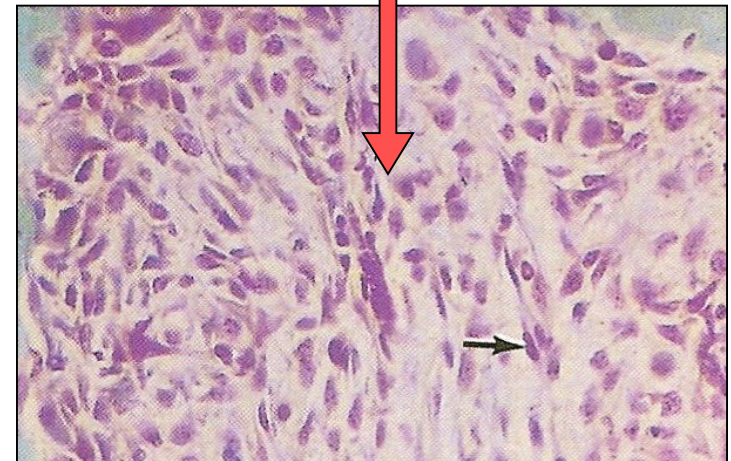
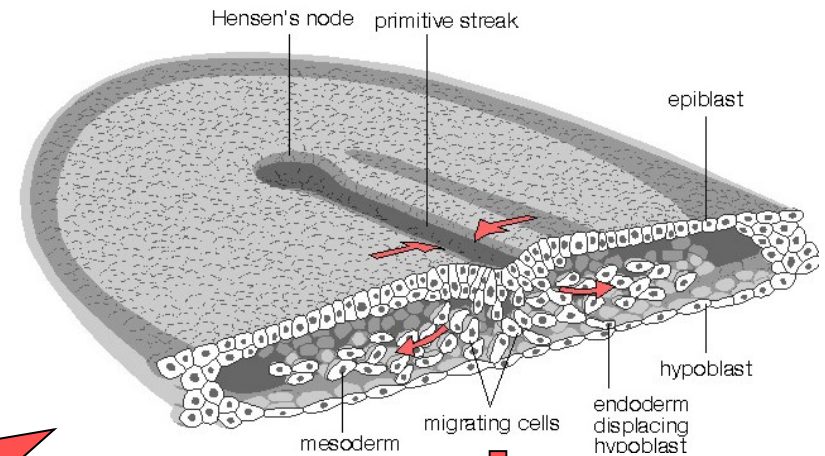
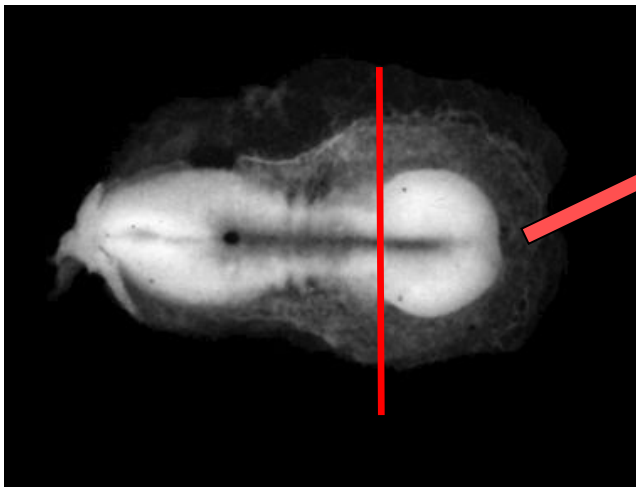
- Krev a hematopoetická tkáň
- Lymfatická tkáň

} Trofická pojivová tkáň (tělní tekutiny)

# EMBRYONÁLNÍ MESENCHYM

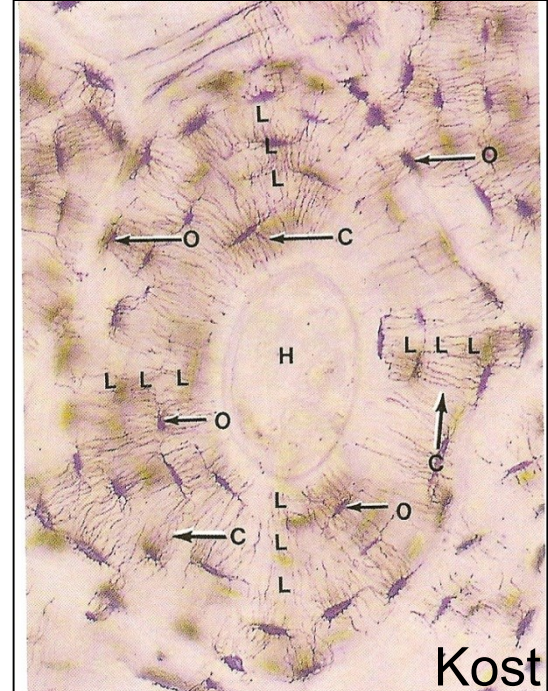
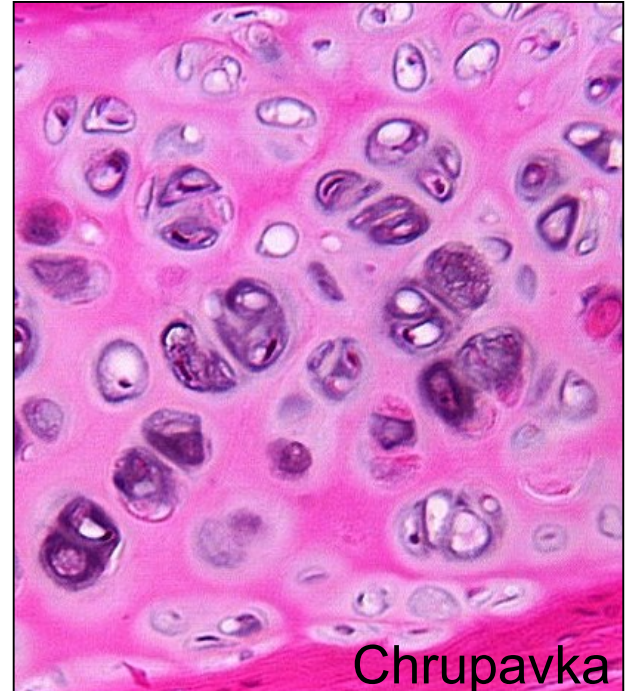
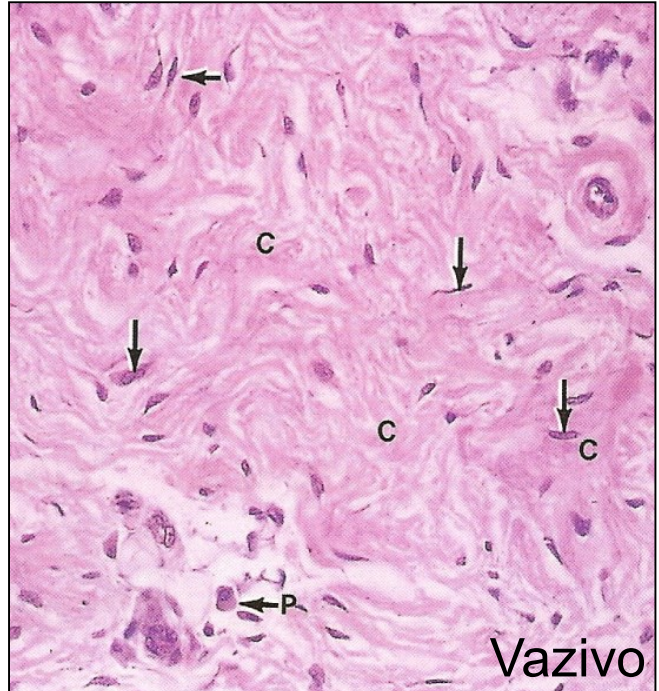
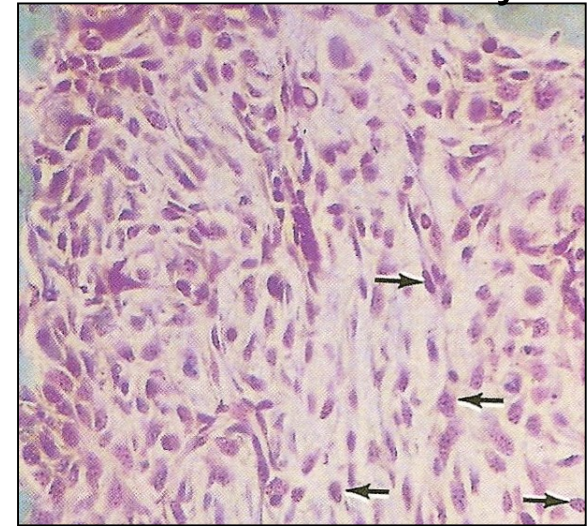
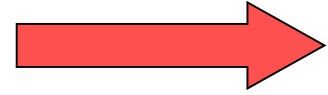
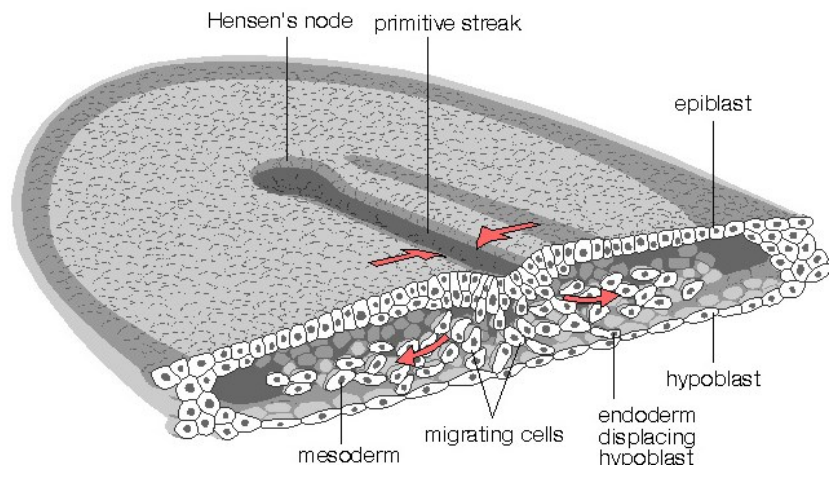
- Řídká houbovitá tkáň mezi zárodečnými listy
- mezoderm; kraniofaciální mezenchym z buněk neurální lišty
- Prostorová síť hvězdicovitých nebo vřetenovitých buněk
- Rosolovitá základní amorfní hmota

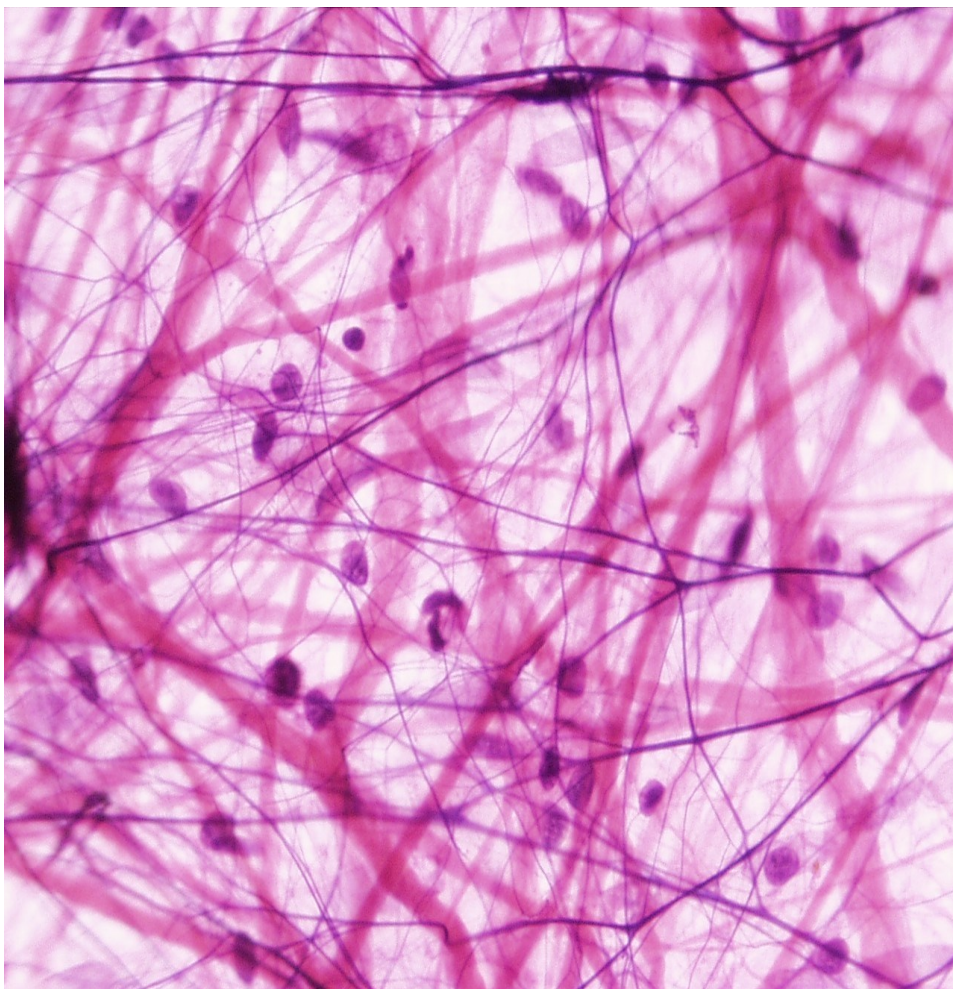
DEN 12 embryonálního vývoje



# EMBRYONÁLNÍ MESENCHYM A PŮVOD POJIVOVÉ TKÁNĚ

## Mesenchym

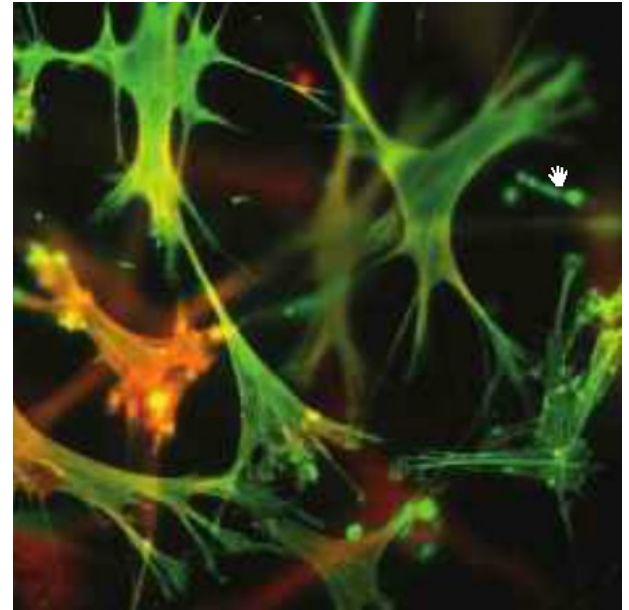




1. Vazivo
2. Chrupavka
3. Kost

## 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
  - ...

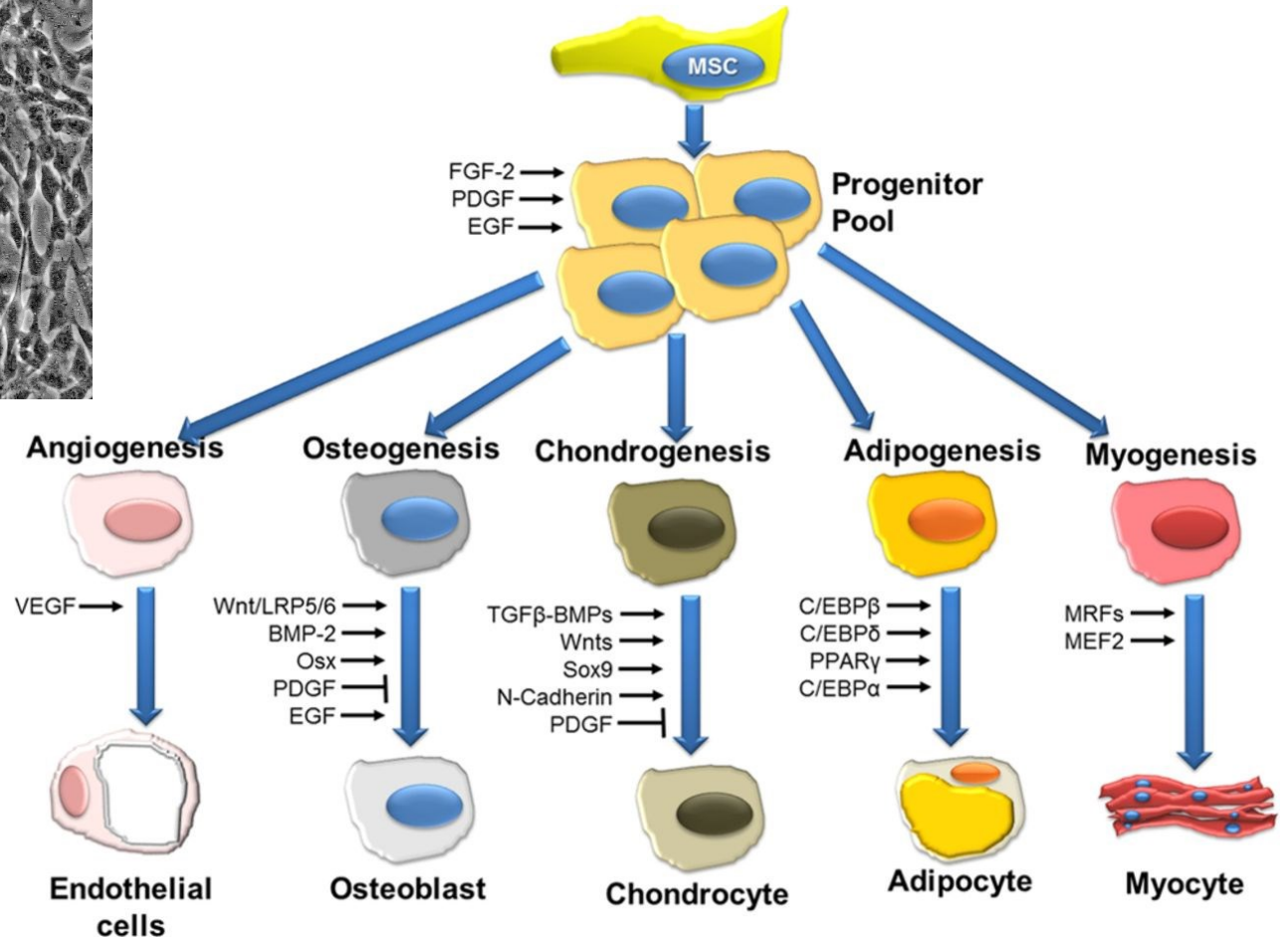
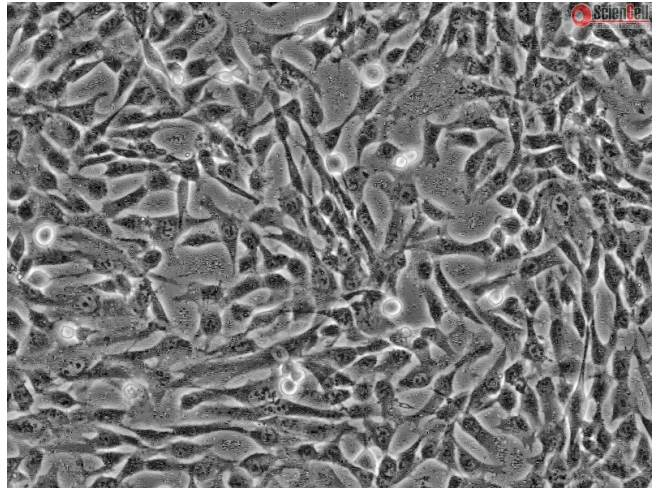


## Extracelulární matrix (mimobuněčná hmota)

- Vlákniťá (fibrilární) složka
- Základní amorfní hmota

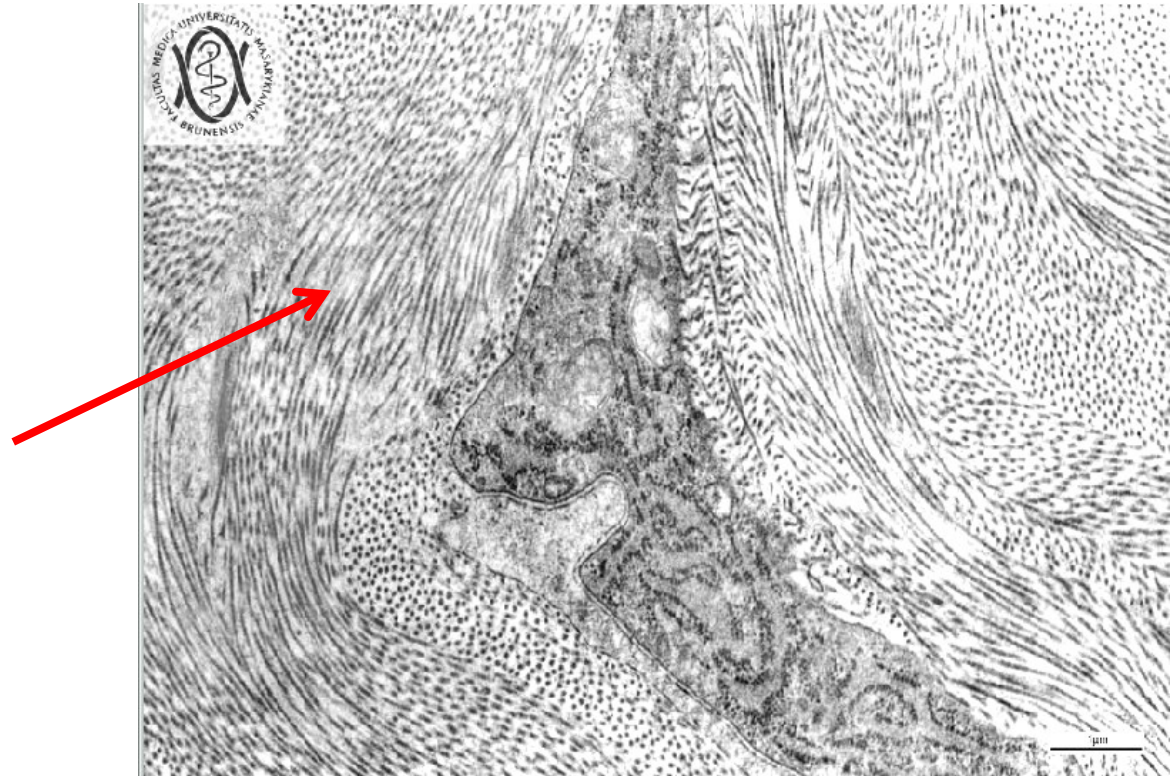
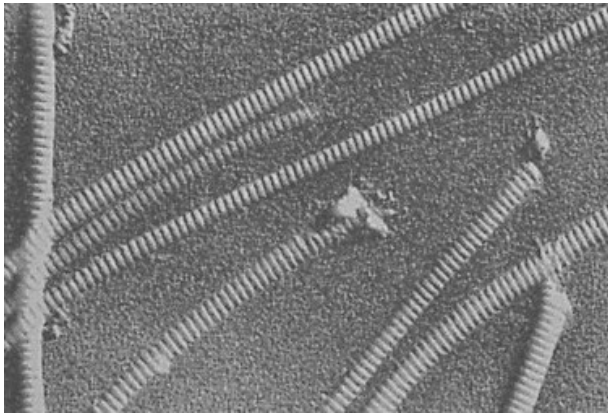
# OBEČNÉ SLOŽENÍ VAZIVA

- Mesenchymální kmenové buňky a jejich deriváty



## Kolagenní vlákna

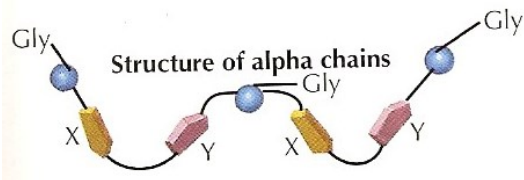
- skupina fibrilárních proteinů kódovaných 28 geny
- polymer – podjednotka = tropokolagen; trojitá šroubovice
- různé strukturní a mechanické vlastnosti (tuhost, pružnost, tloušťka...)
- nejhojnější protein lidského těla (až 30% suché hmotnosti)





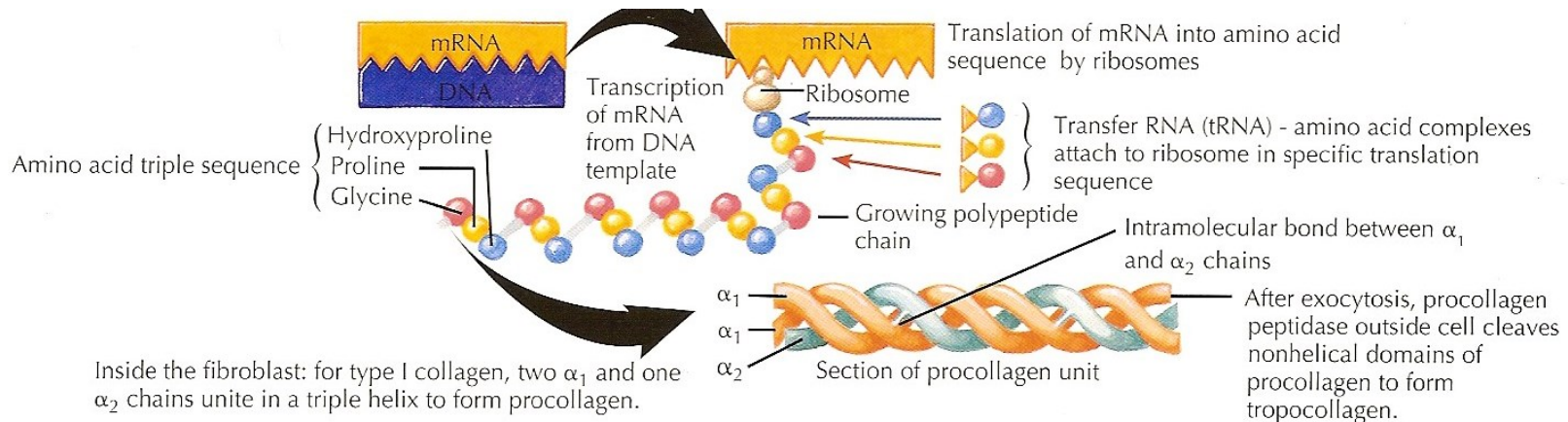
# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA - SYNTÉZA KOLAGENU

- Polyribozomy se váží na RER a syntetizují peptidové řetězce  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  (cca 250 AA, 28kDa)



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

Řetězce tvoří trojitou šroubovici - **prokolagen**



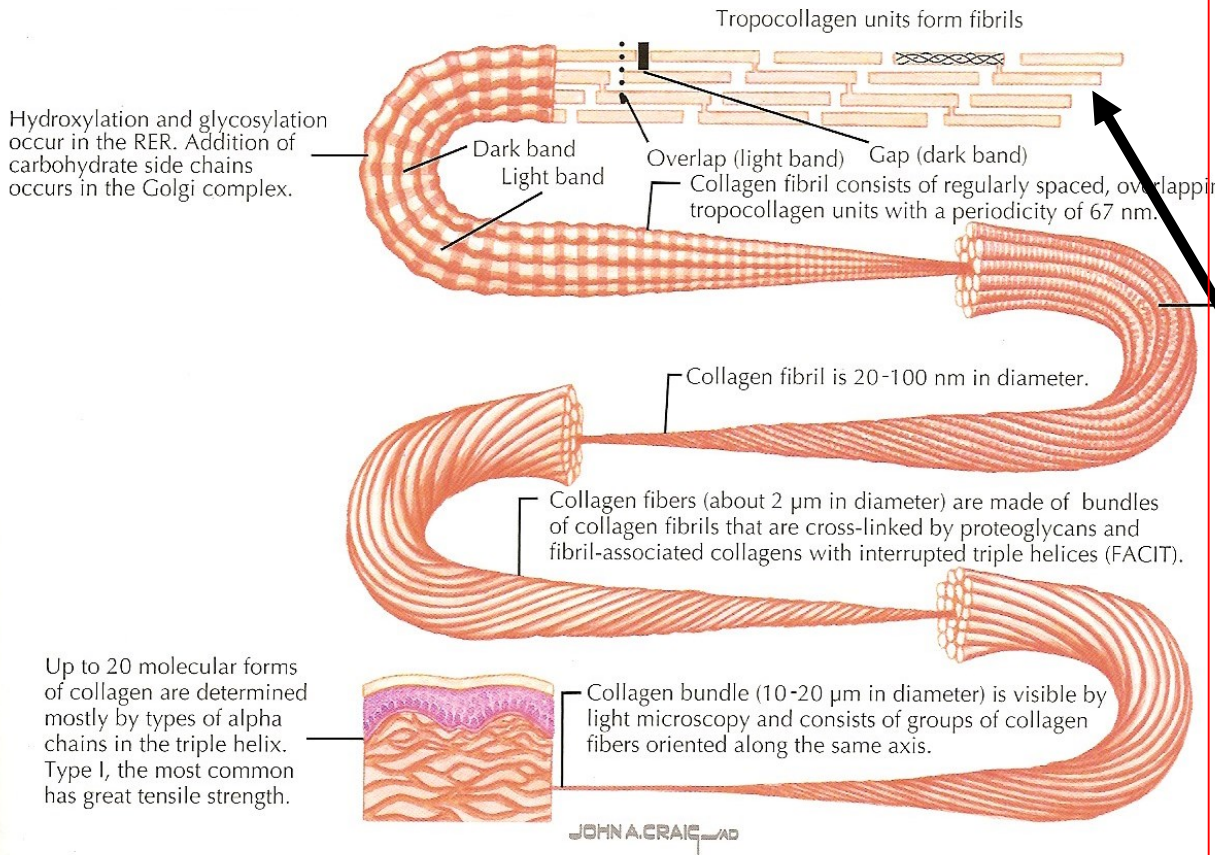
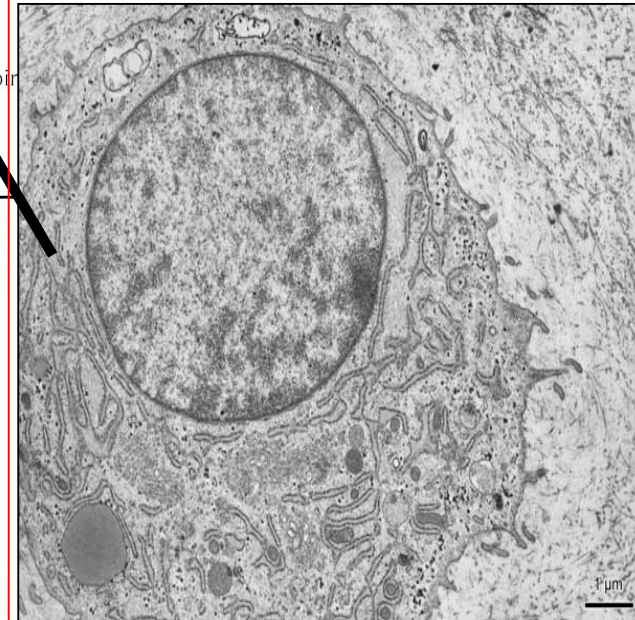
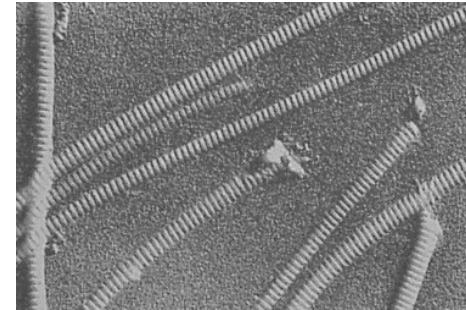
- V GA je prokolagen dále modifikován a sekretován z buňky

# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA - SYNTÉZA KOLAGENU

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

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

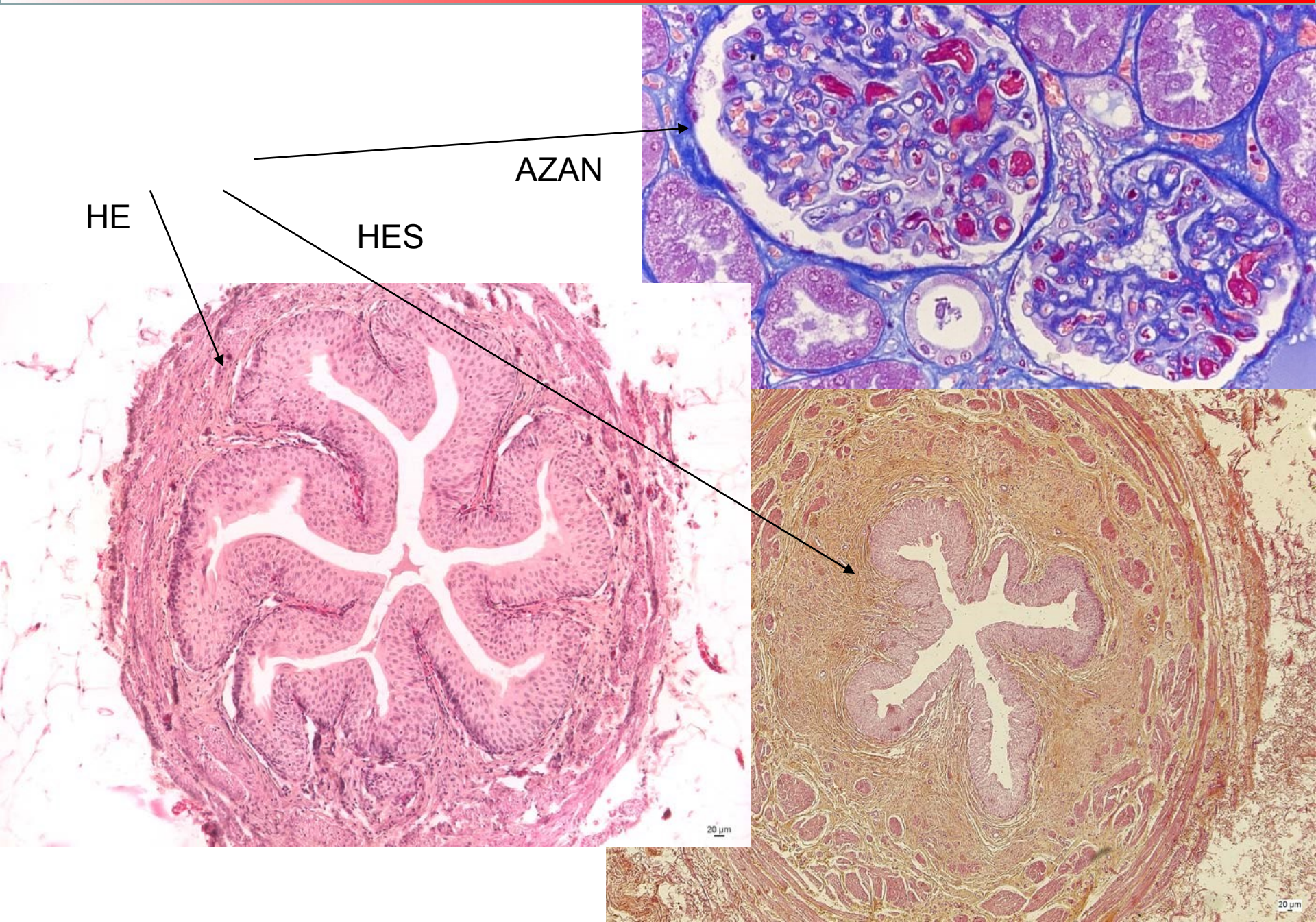
Vlákna jsou vzájemně propojena (lysyoxidázy)



# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA - 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 $\mu$ 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)   |   |   |
| IX, X | Růstová ploténka, mineralizující chrupavka                                     | Síťovité uspořádání   | růst kostí, mineralizace                            |

# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – KOLAGEN VE SVĚTELNÉM MIKROSKOPU

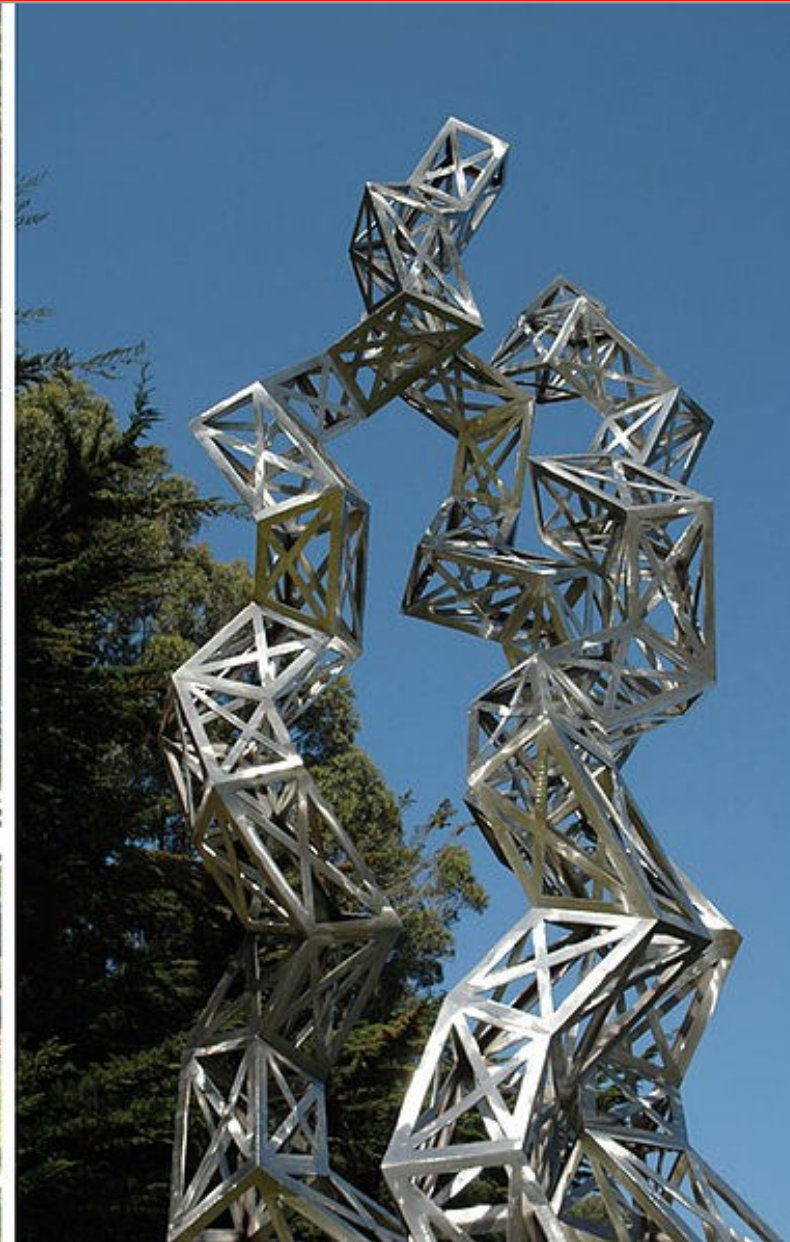


# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – KOLAGEN V KALIFORNII

**Julian Voss-Andreae**  
**"Unraveling Collagen",**

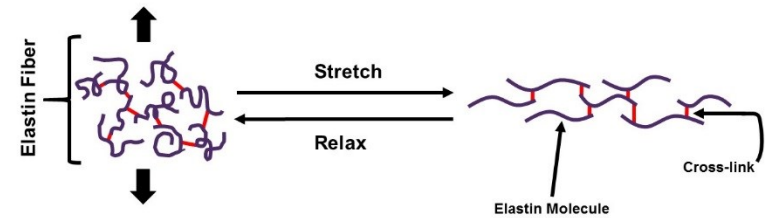
**2005**

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



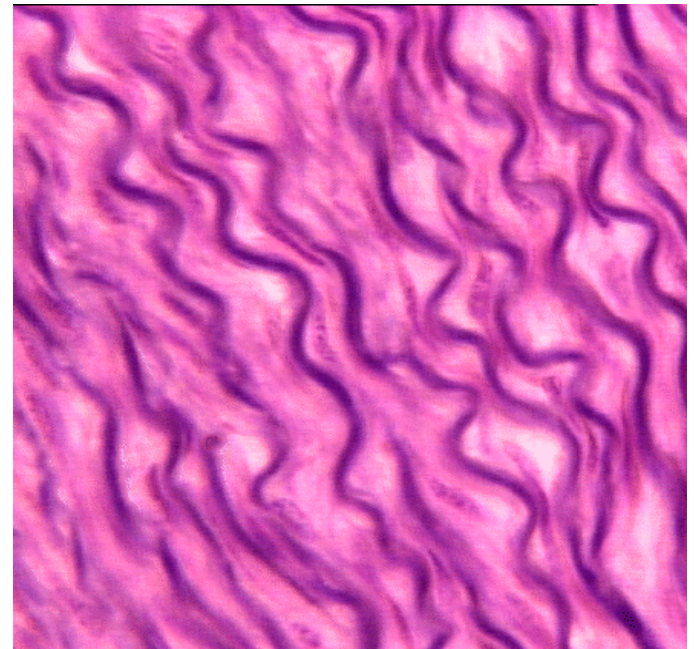
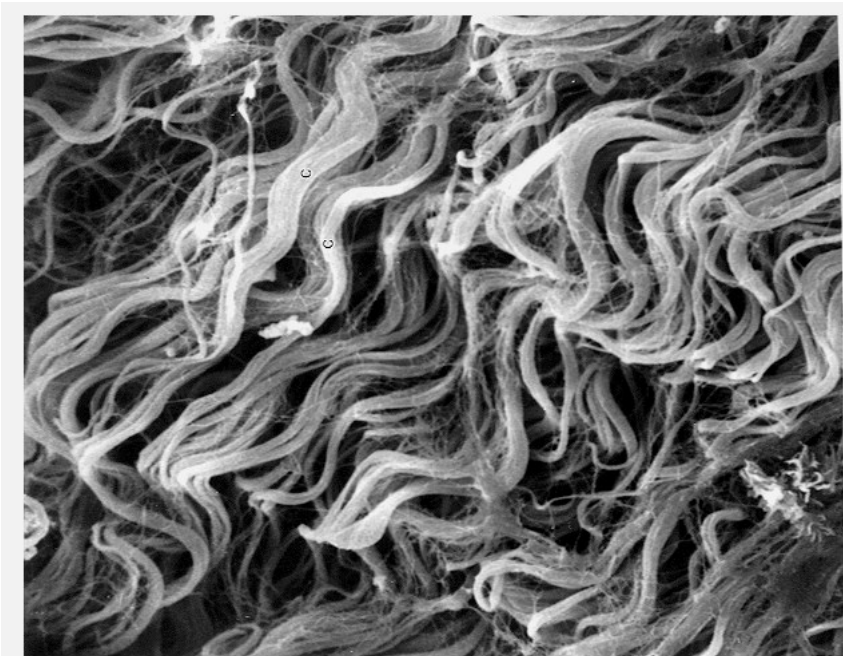
# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – ELASTICKÁ VLÁKNA

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



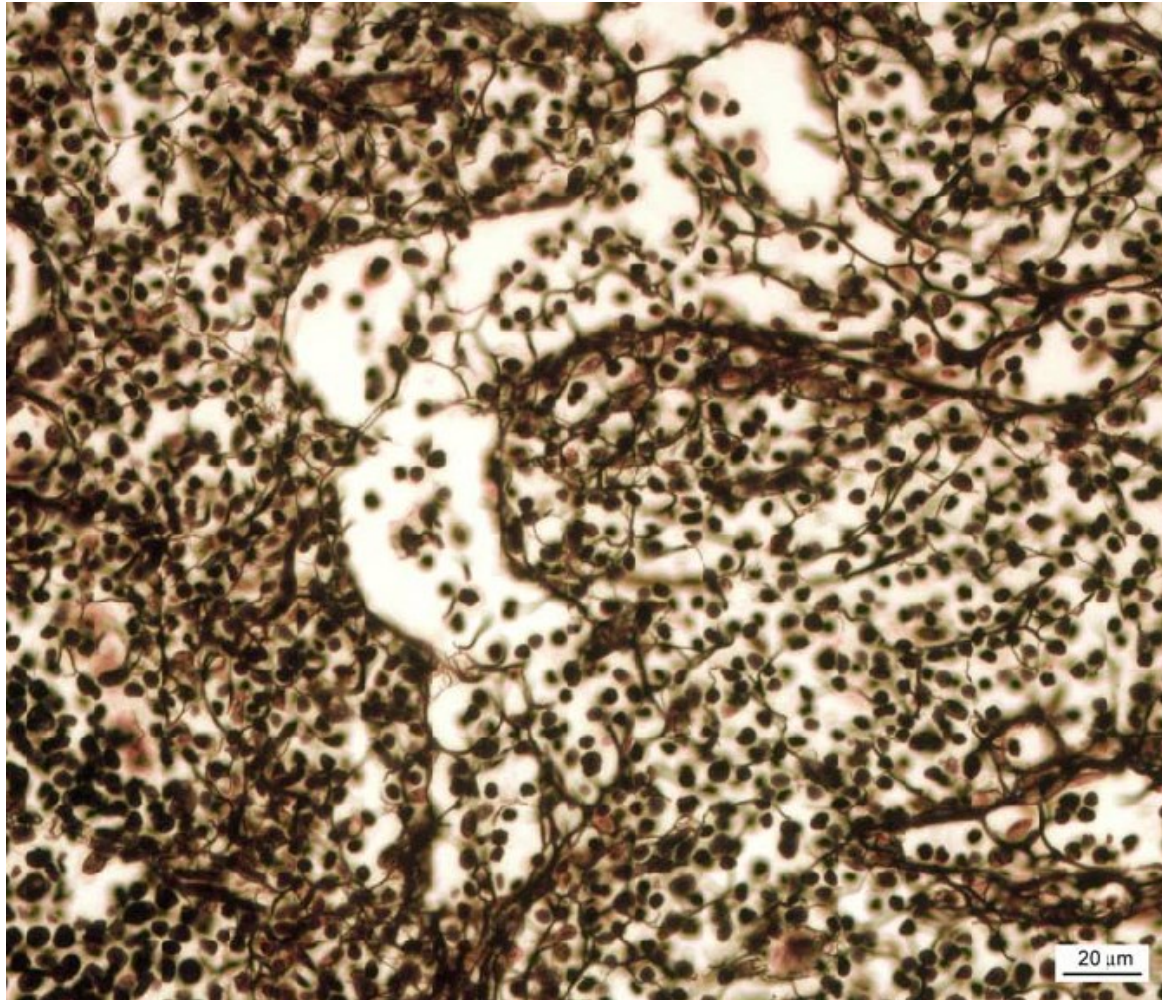
Lineage ©

Moises Dominguez

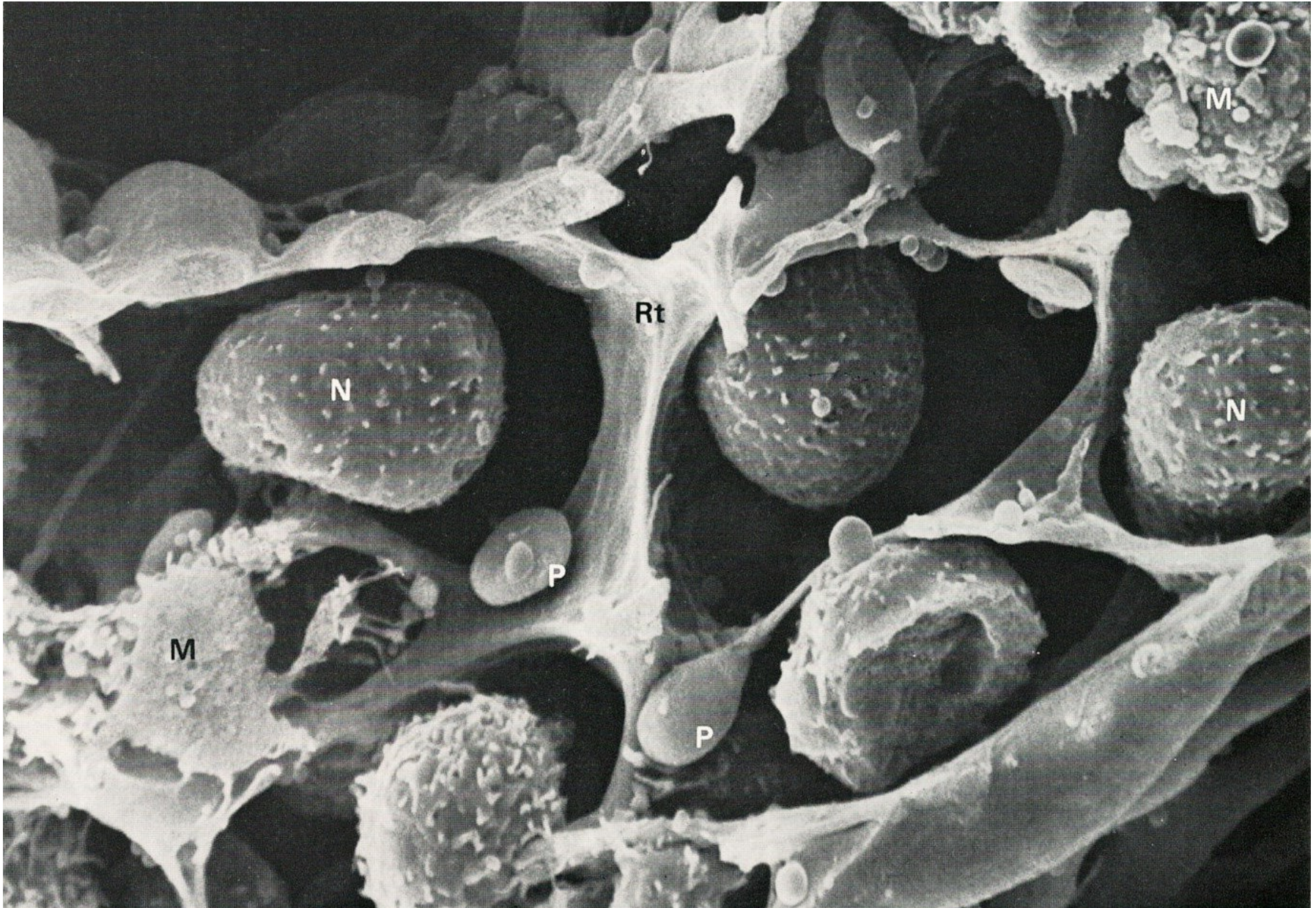


# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – RETIKULÁRNÍ VLÁKNA

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



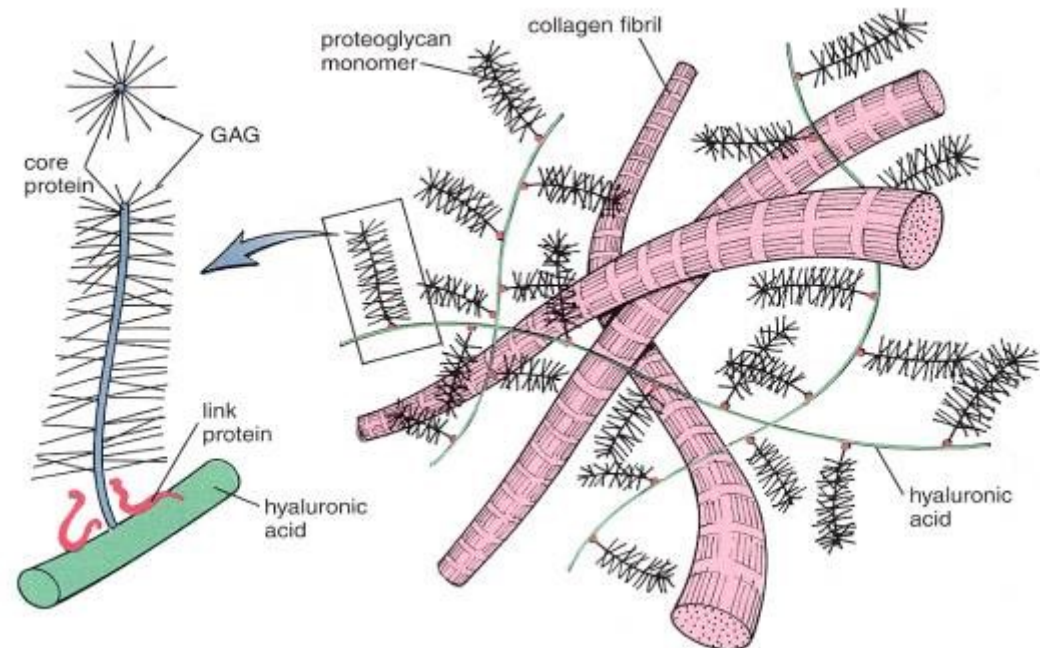
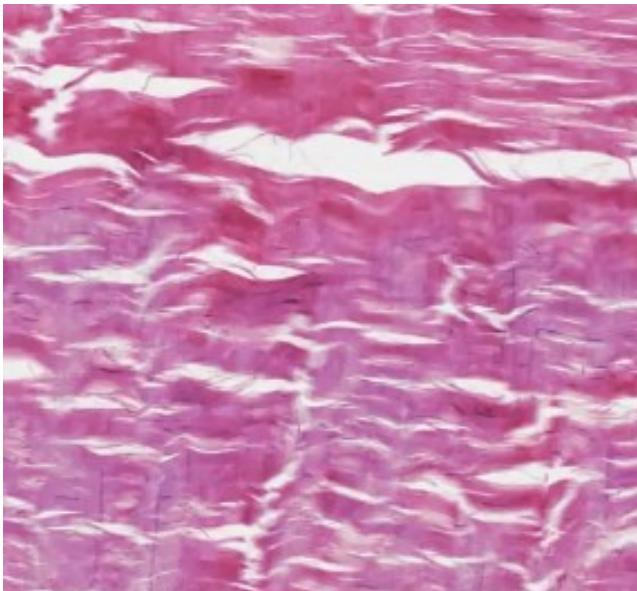
# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – RETIKULÁRNÍ VLÁKNA A TKÁŇOVÁ NICHE





# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA

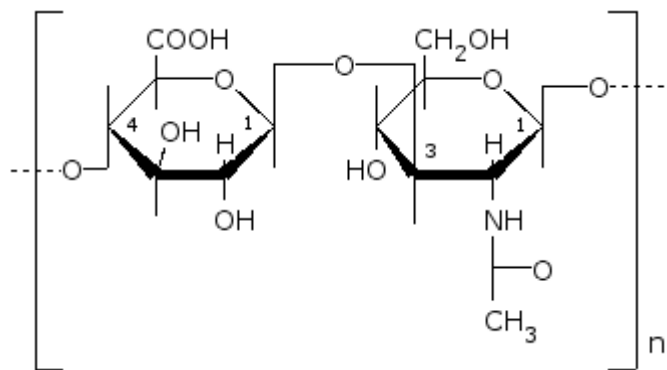
- Amorfní, mezibuněčná hmota (extracelulární matrix)
- Bezbarvá, průsvitná homogenní směs glykosaminglykanů, proteoglykanů a strukturálních glykoproteinů



# ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA – GAG

- lineární polysacharidy tvořené disacharidovými podjednotkami - **kyselinou uronovou a hexosaminem**
- polysacharidy bohaté na hexosaminy - kyselé mukopolysacharidy

kys. glukuronová nebo iduronová



glukosamin nebo galaktosamin

- s výjimkou kys. hyaluronové se váží i na proteinové struktury - proteoglykany

## **Glykosaminoglykan**

Kyselina hyaluronová

Chondroitinsulfát

Dermatansulfát

Heparansulfát

Keratansulfát

## **Výskyt**

Pupečník, synoviální tekutina, sklivcová tekutina, chrupavka

Chrupavka, kost, rohovka, kůže, notochord, aorta

Kůže, šlachy, aorta (adventicie)

Aorta, plíce, játra, bazální laminy

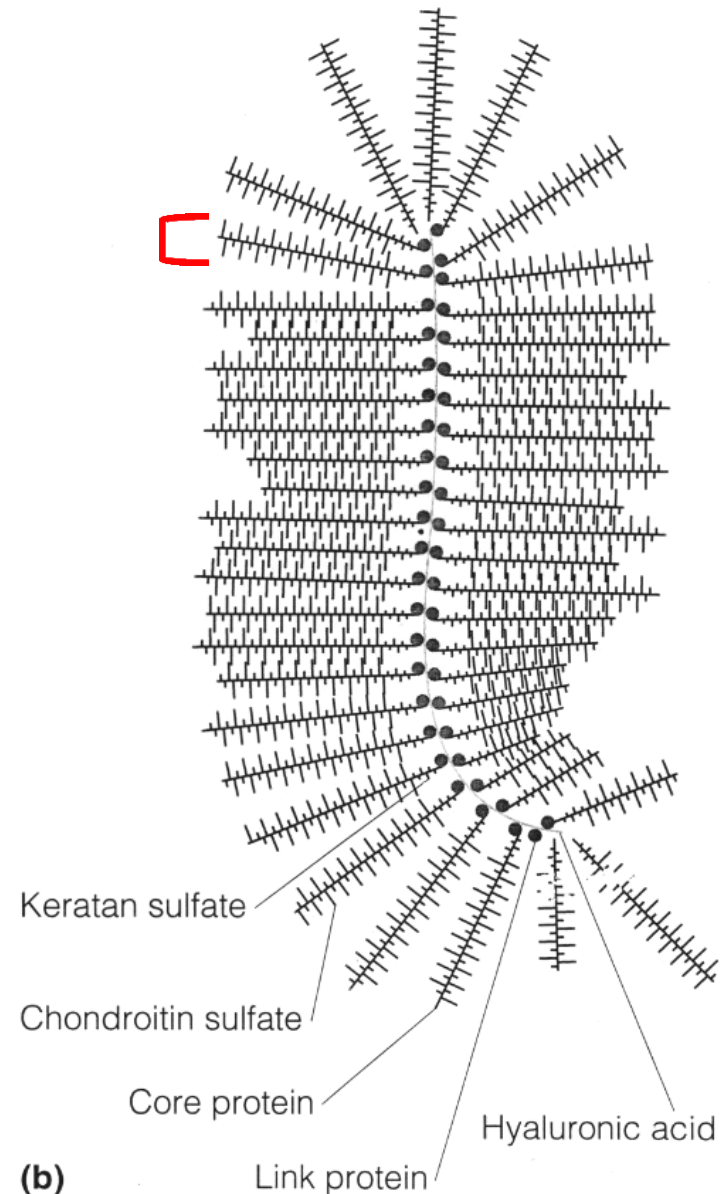
Rohovka, chrupavka , meziobratlová ploténka (nucleus pulposus, anulus fibrosus)

# ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA – PROTEOGLYKANY

- protein + převažující lineární sacharidová složka
- proteoglykanové agregáty
- vysoká schopnost vázat vodu
- objem závislý na stupni hydratace

příklady:

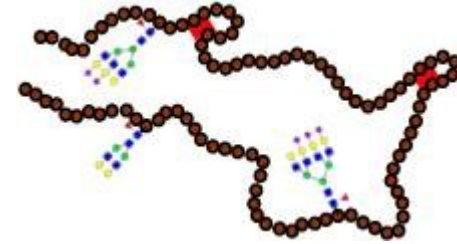
- **aggrecan** (chrupavka)
- **syndekan**
- **fibroglykan**



(b)

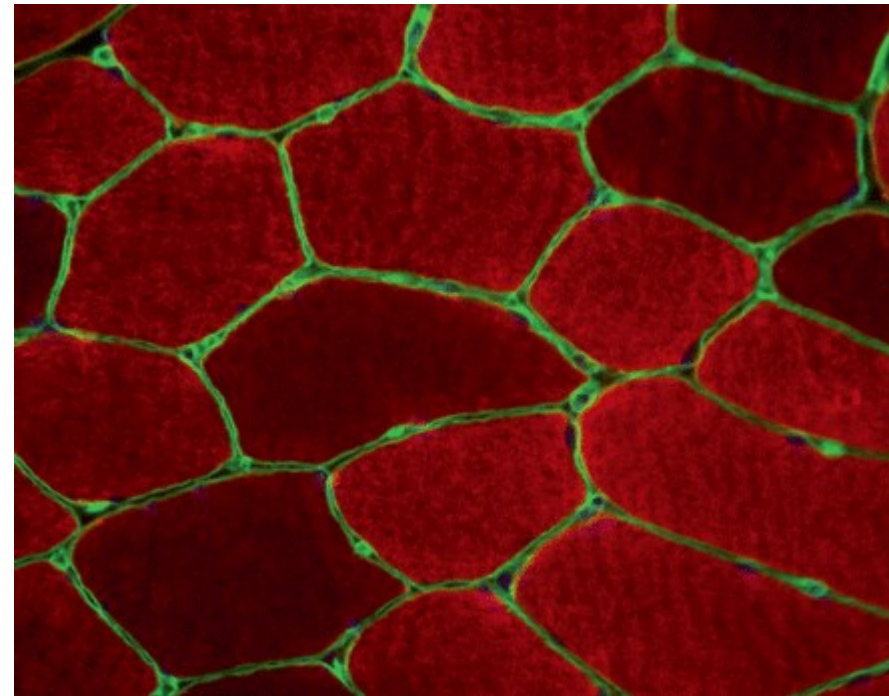
# ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA – STRUKTURÁLNÍ GLYKOPROTEINY

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

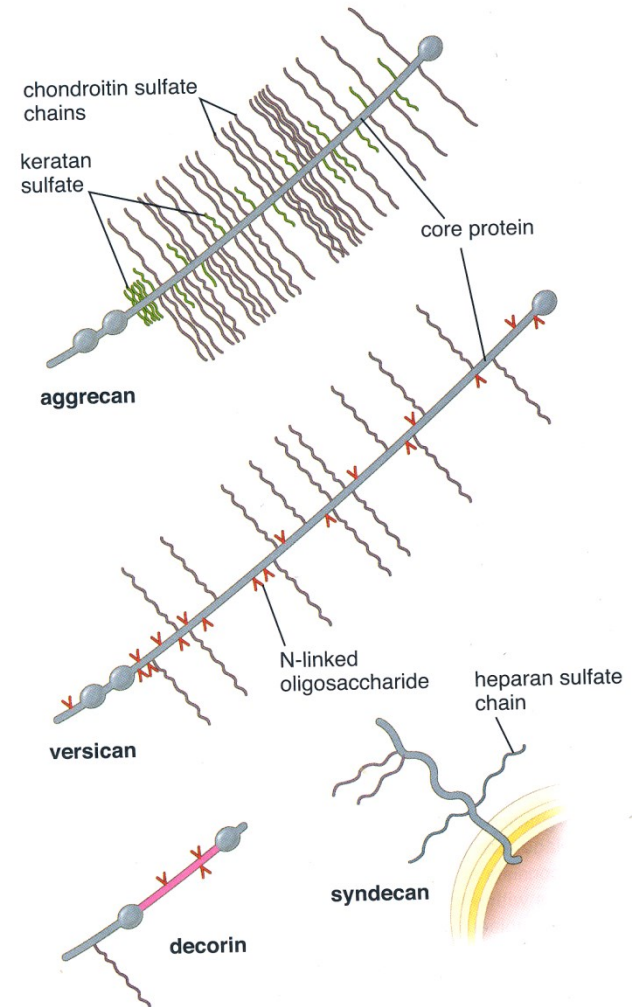
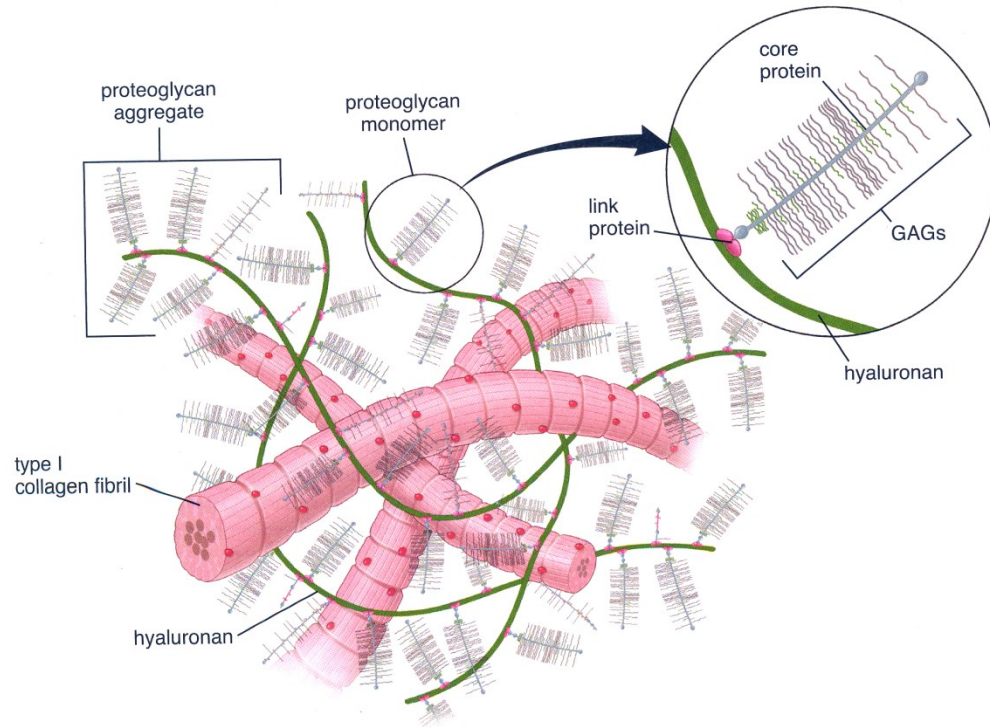


## Příklady:

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

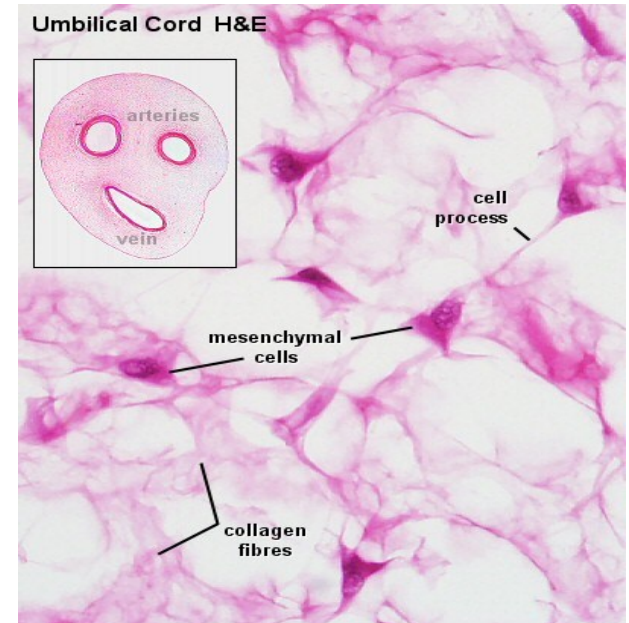
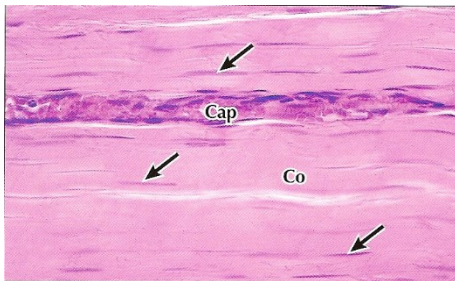
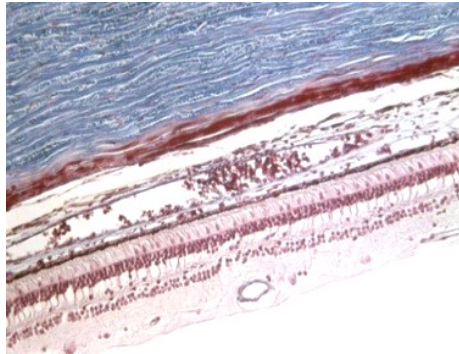
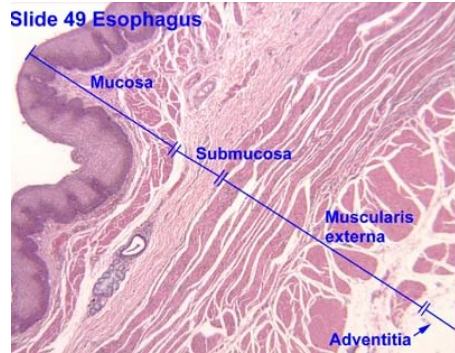
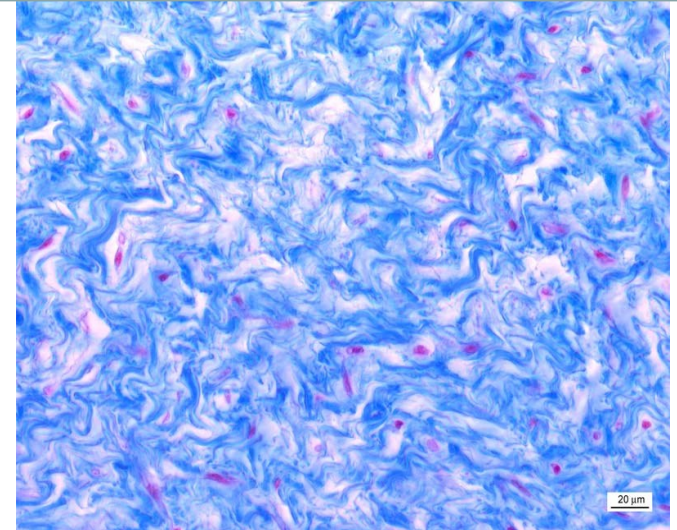


# ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA – SHRNUTÍ



# HISTOLOGICKÁ KLASIFIKACE VAZIVA

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



# TUKOVÉ VAZIVO

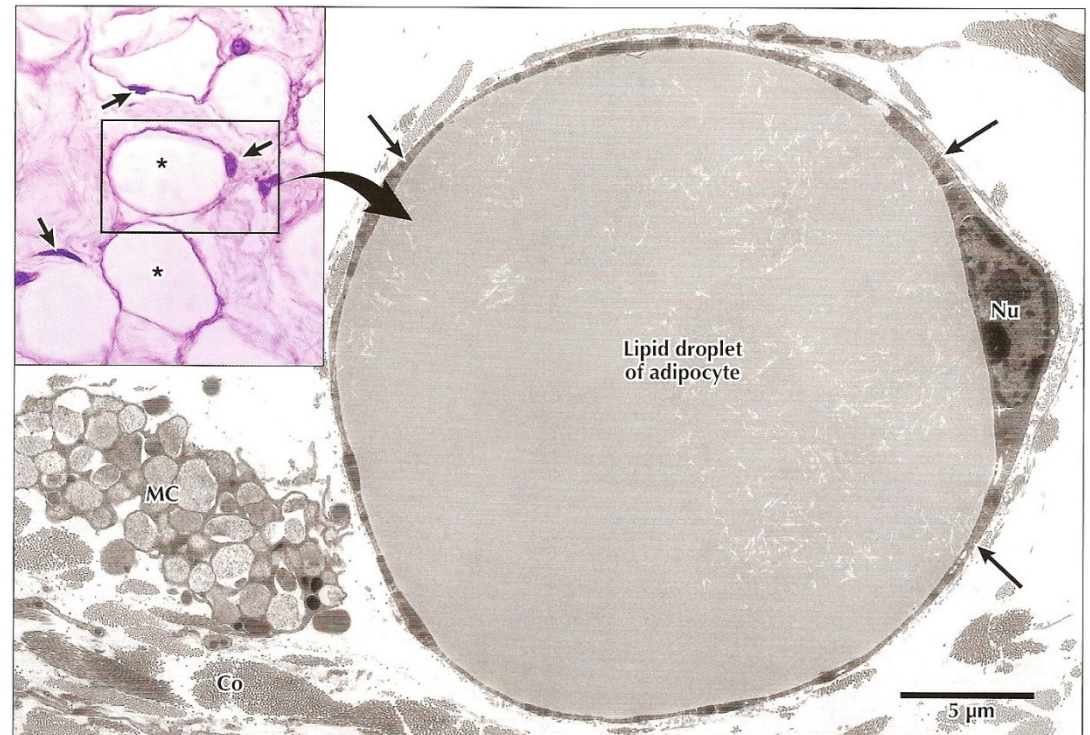
- bílá a hnědá tuková tkáň
- adipocyty, fibroblasty, retikulární, kolagenní a elastická vlákna
- vaskularizace





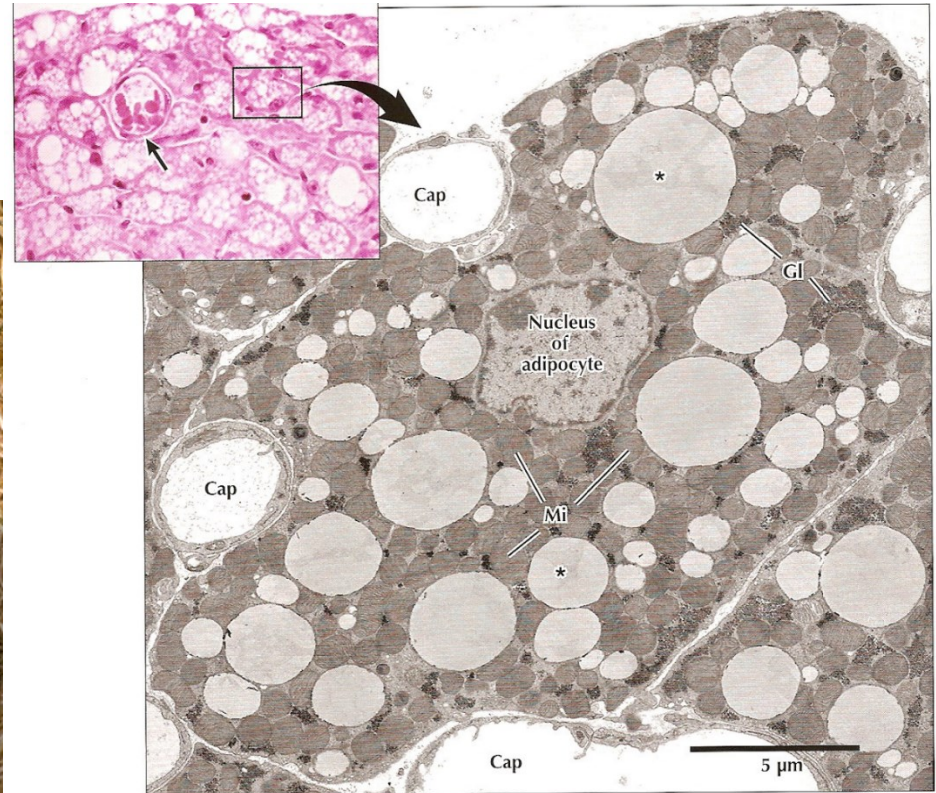
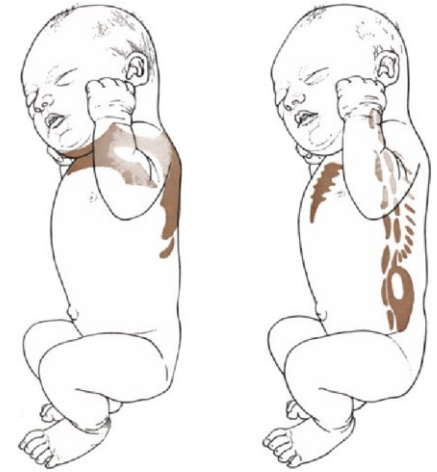
# TUKOVÉ VAZIVO – BÍLÁ TUKOVÁ TKÁŇ

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

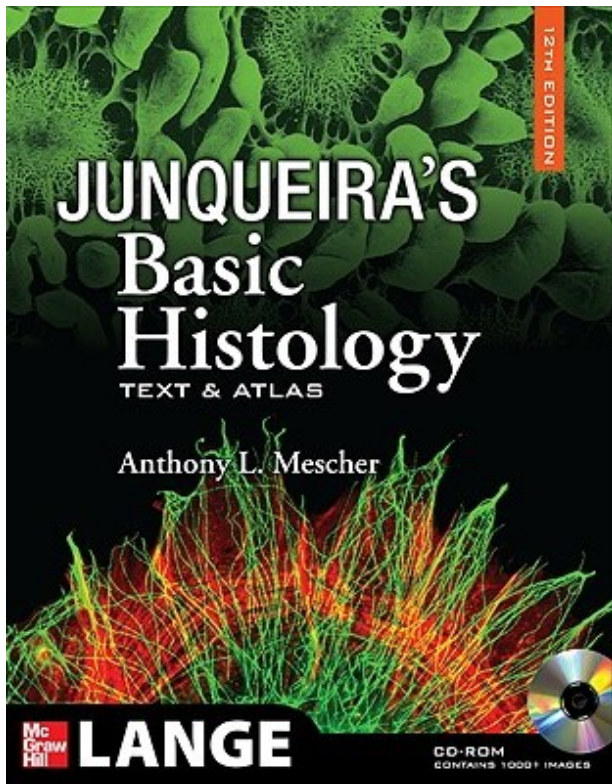
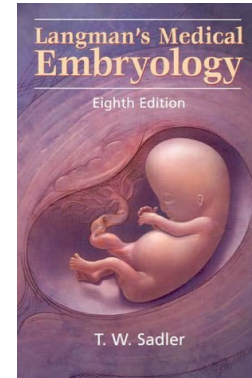
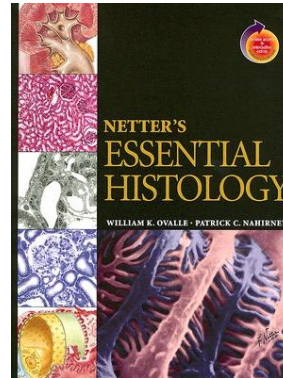
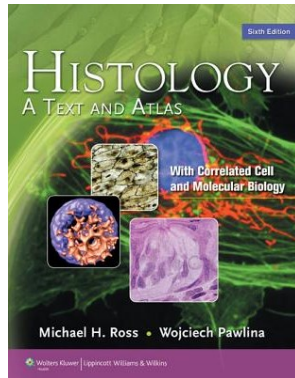
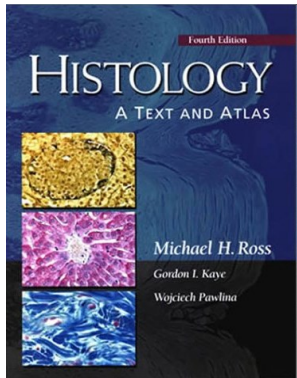


# TUKOVÉ VAZIVO – HNĚDÁ TUKOVÁ TKÁŇ

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



# DOPORUČENÁ LITERATURA



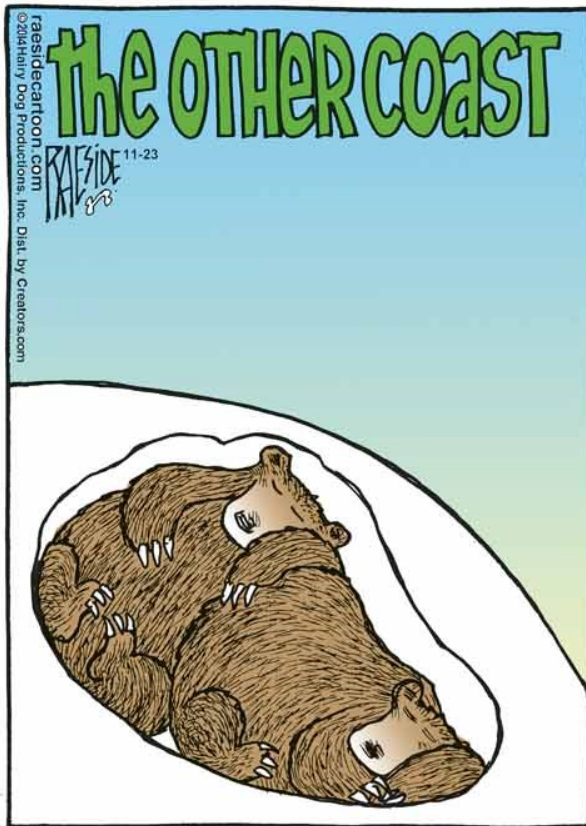
**ATLAS OF HISTOLOGY FM MU**  
DEPARTMENT OF HISTOLOGY AND EMBRYOLOGY, FACULTY OF MEDICINE, MASARYK UNIVERSITY  
PETR VAŇHARA ET AL.

Introduction | General Histology | Microscopic Anatomy | Practical test

1 Cell ultrastructure  
2 Epithelial tissue  
3 Connective tissue  
4 Muscle tissue  
5 Nerve tissue  
6 Blood morphology and hematopoiesis

General histology explains how cells and acellular components as tissues and defines the basic properties of individual tissue types, morphology of cells as well as on their molecular makeup, gene provides indispensable theoretical ground for microscopic anatomy (organs and organ systems) and for embryology (body development).

**FACULTY OF MEDICINE**  
**Guide to General Histology and Microscopic Anatomy**  
Petr Vaňhara, Miroslava Sedláčková,  
Irena Lauschová, Svatopluk Čech, Aleš Hampel  
Masaryk University, Brno 2017



# DĚKUJI ZA POZORNOST

[www.med.muni.cz/histology](http://www.med.muni.cz/histology)

[pvanhara@med.muni.cz](mailto:pvanhara@med.muni.cz)