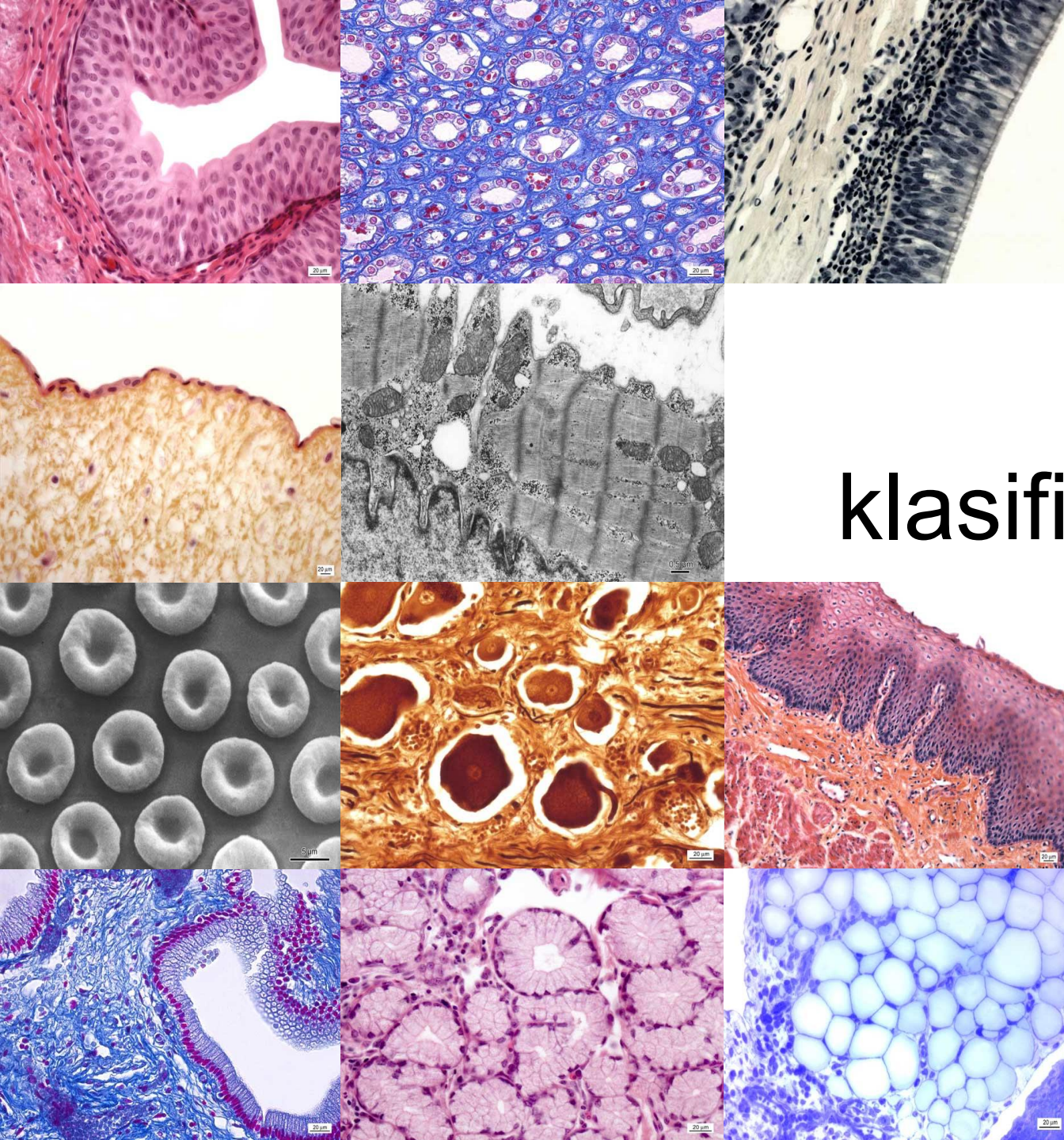


# Koncept a klasifikace tkání

Petr Vaňhara



# KONCEPT TKÁNÍ

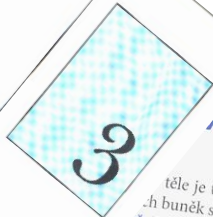
## 3. PŮVOD TKÁNÍ A JEJICH ROZDĚLÍ

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

Tkáň se vyvíjejí ze zárodečných listů ontogeneze v průběhu embryonálního ontodermu a mezodermu a vyznačují se Mezenchymem je embryonální (ektodermu) a vyplňuje mezibuněčné prostory sifovitou texturou.

Tkáň se na základě původu dělí na tkáň epitelovou, tkáň pojivovou, tkáň svalovou a tkáň nervovou.

## Tissues: Concept and Classification



rod

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

**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, 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 body's functions.

Despite the variations in general appearance, structural organization, and physiological 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.

## Epitelová (epitely)

85

Epitelová tkáň je tvořena z buněk, které jsou uspořádané do vrstev a budou proto probrány zřejměji. Lze prokázat v různé míře a zastoupenost ostatních typů tkání.

## Mezibuněčné spoje, kontakty epitelových buněk

Kontakty epitelových buněk je podmíněna specializací soudních buněk ve strukturu, která je zabezpečena jejich koheze. Koheze volného povrchu buněk je intercelulární utvářena tzv. **tmelovými lištami**. Lze je zbarvit impregnací roztokem soli stříbra, podobně barvením železitým hematoxylinem podle Van Gieyona, či jinými metodami. Na řezu vedle tmelových lišt s povrchem buněk vytvářejí tmelové lišty obraz zřetěhelnic. Na řezech kolmých k tmelové liště patří jako tmavé body apikální povrchu buněk (obr. 67). V elektronovém mikroskopu byla tato specializovaná struktura popsána jako tzv. **spojovací komplex**, složený třemi složkami (obr. 64). Těsně pod povrchem epitelových buněk leží tmelová lišta tvořená dvěma

ik

Vz.

## Tkáň pojiv.

Pojivová tkáň. Skládá se z buněk a mezibuněčné hmoty.

## Část II. Čtyři zák.

## Epitelová tkáň

### CÍLE STUDIA

- 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 speciální vlastnosti každého typu epitelové tkáně a uvést jejich vztah ke struktuře tkáně
- popisat 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

### OZNAČENÍ KE STUDIU

1. Vymenujte hlavní funkce epitelových tkání (II.A.1).
2. Ze kterého(ých) embryonálního(z) zárodečného(ých) listu(ů) se epitelová tkáň vyvíjí? Uveďte příklady epitelů 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 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. Které struktury a molekuly pomáhají připevnit epitelové buňky k podkladu (IV.C.1)?
5. Které struktury a molekuly pomáhají připevnit epitelové buňky k sobě navzájem (IV.B.2)?
6. Porovnejte bazální (IV.B.1.)

# OTCOVÉ ZAKLADATELÉ A OBJEV BUNĚK

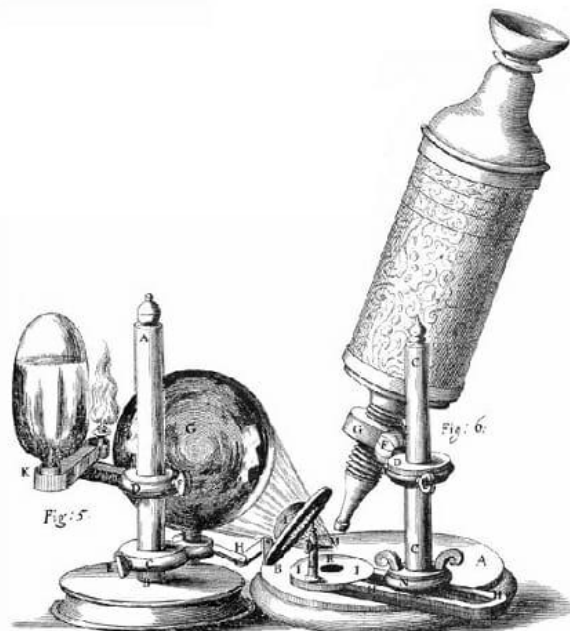
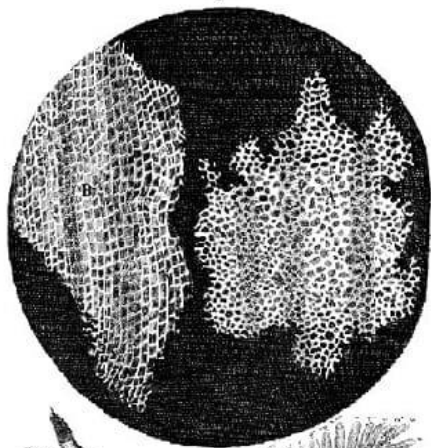
R. Hooke



Buňky!

Sche. xi

Fig. 1.



## MICROGRAPHIA:

OR SOME

*Physiological Descriptions*

OF

## MINUTE BODIES

MADE BY

MAGNIFYING GLASSES.

WITH

OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.

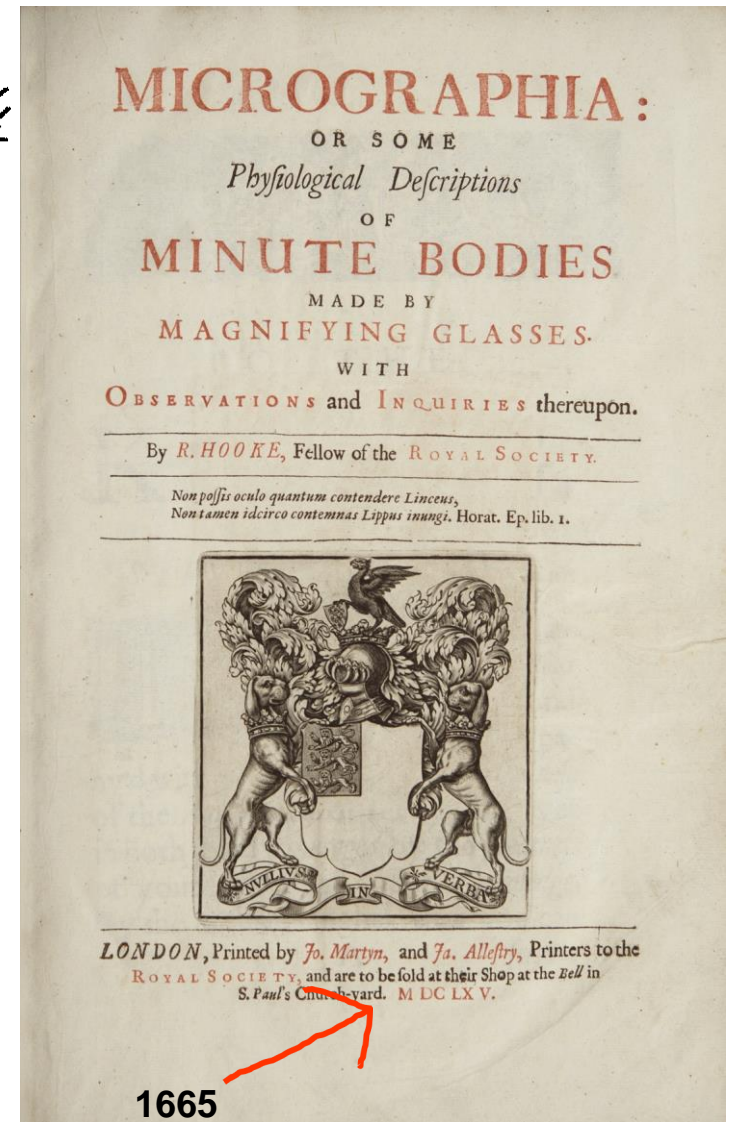
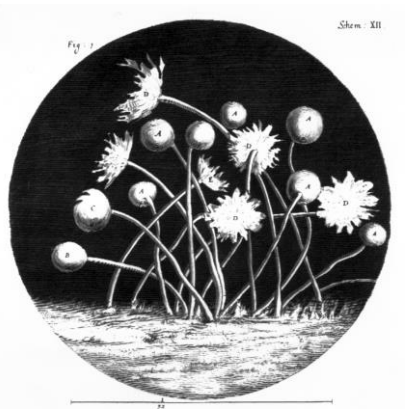
By R. HOOKE, Fellow of the ROYAL SOCIETY.

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



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.

## Robert Hooke

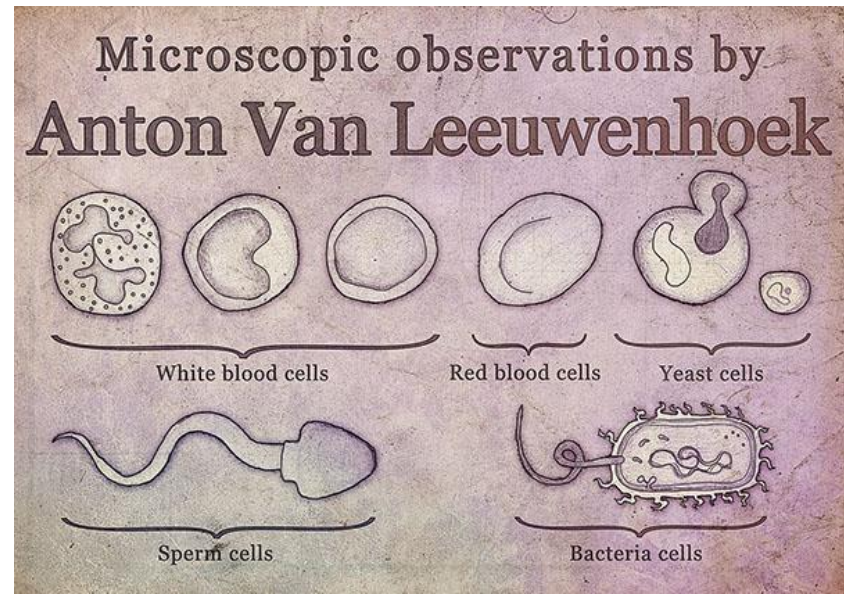


# Anthony van Leeuwenhoek

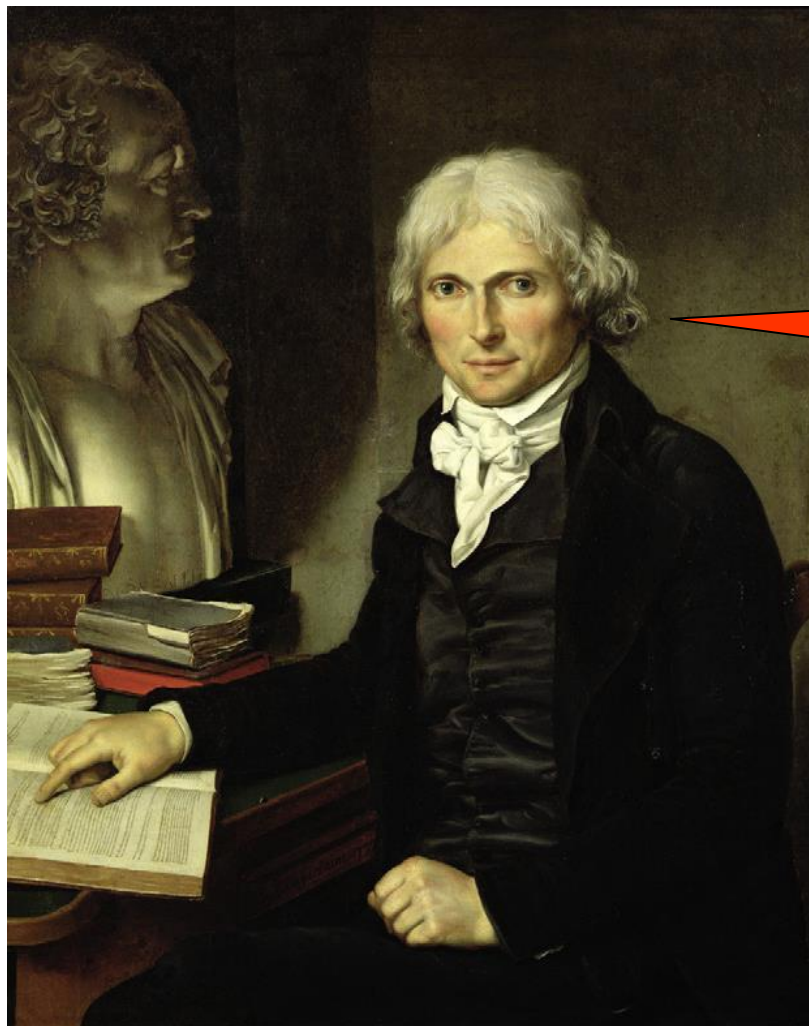


- nálevníci
  - orální bakterie (Selenomonády)
  - spermatozoa
  - krvinky
  - svalová vlákna
- 
- histologická barvení

1674-1683



Xavier Bichat 1799



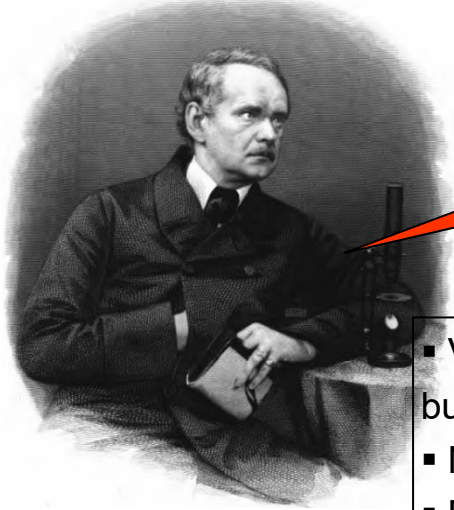
Tkáně!

*„V lidském těle vidím různé struktury. Nepotřebuji mikroskop abych jich rozlišil 21! Nazvu je tkáně.*

*V nemocném těle mají tkáně poškozenou strukturu!“*

# OTCOVÉ ZAKLADATELÉ A 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



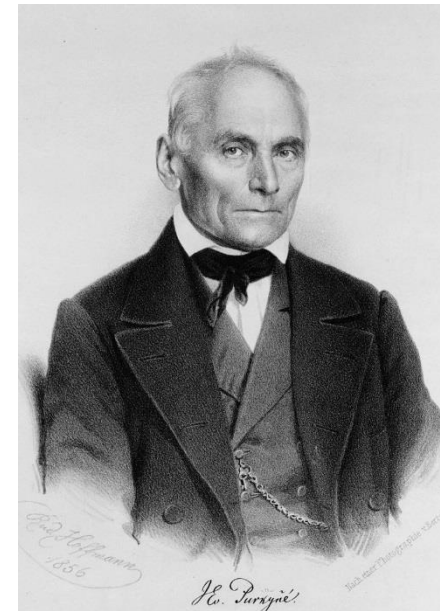
J.E.P.

Rudolf Virchow

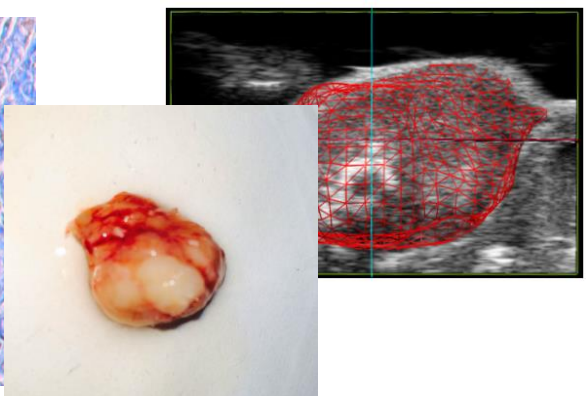
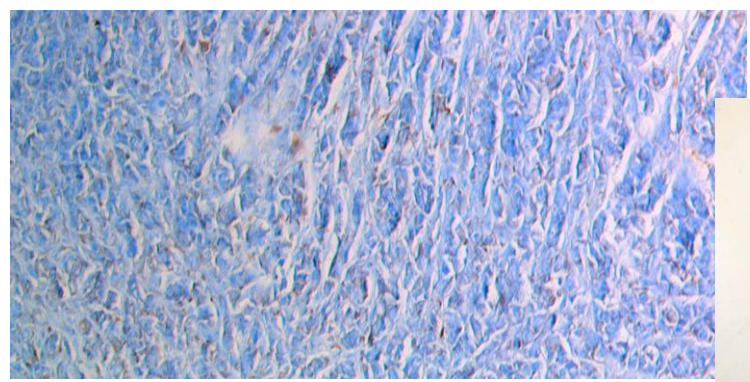
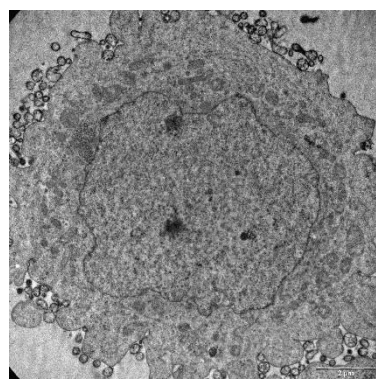
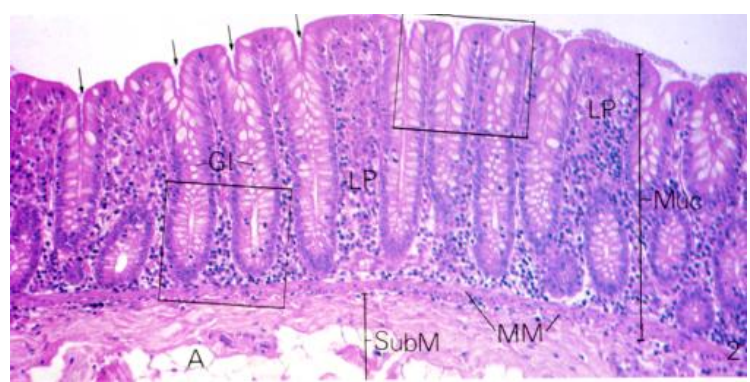
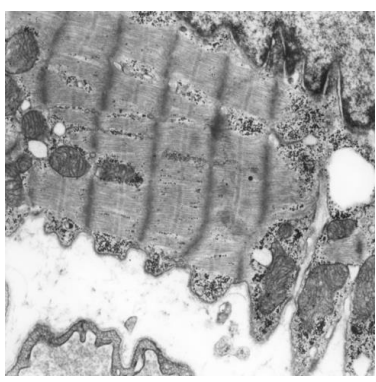
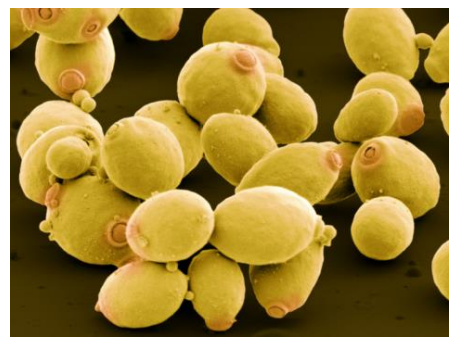
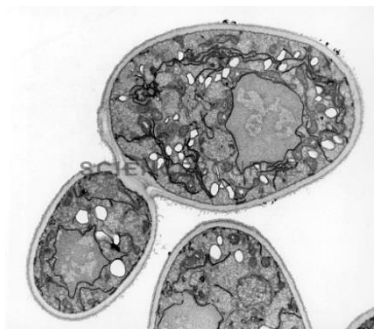


*Omnis cellula e cellula!*

Robert Remak



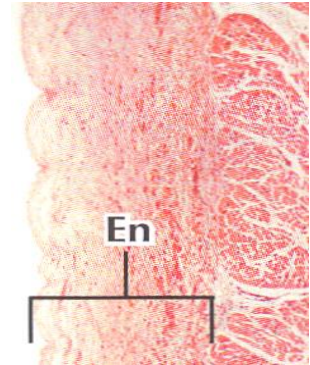
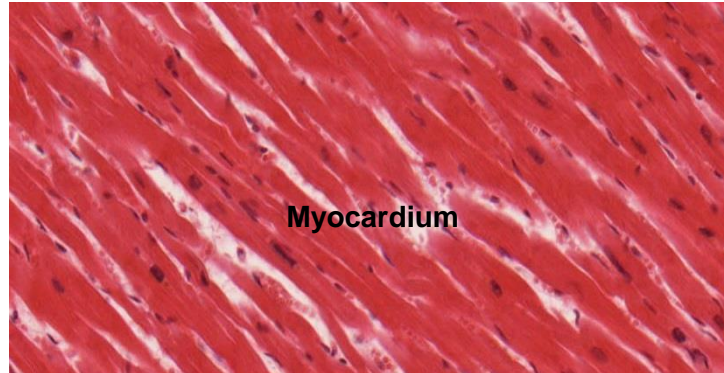
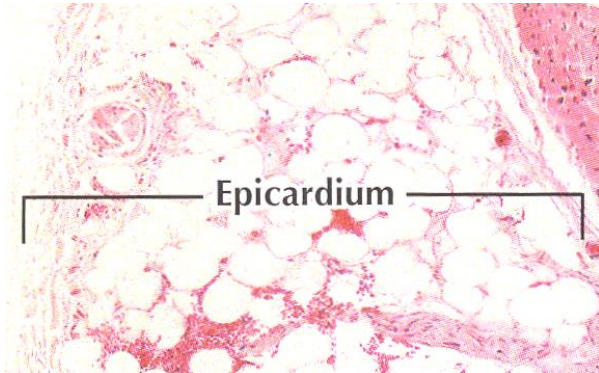
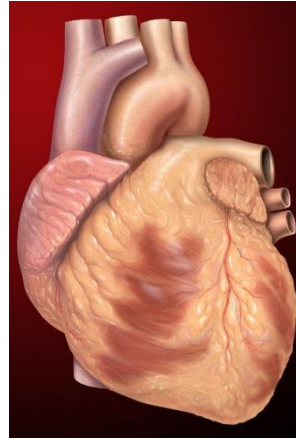
# OBDIVUHODNÁ VARIABILITA BUNĚK SDÍLI STEJNÉ PRINCIPY





# 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

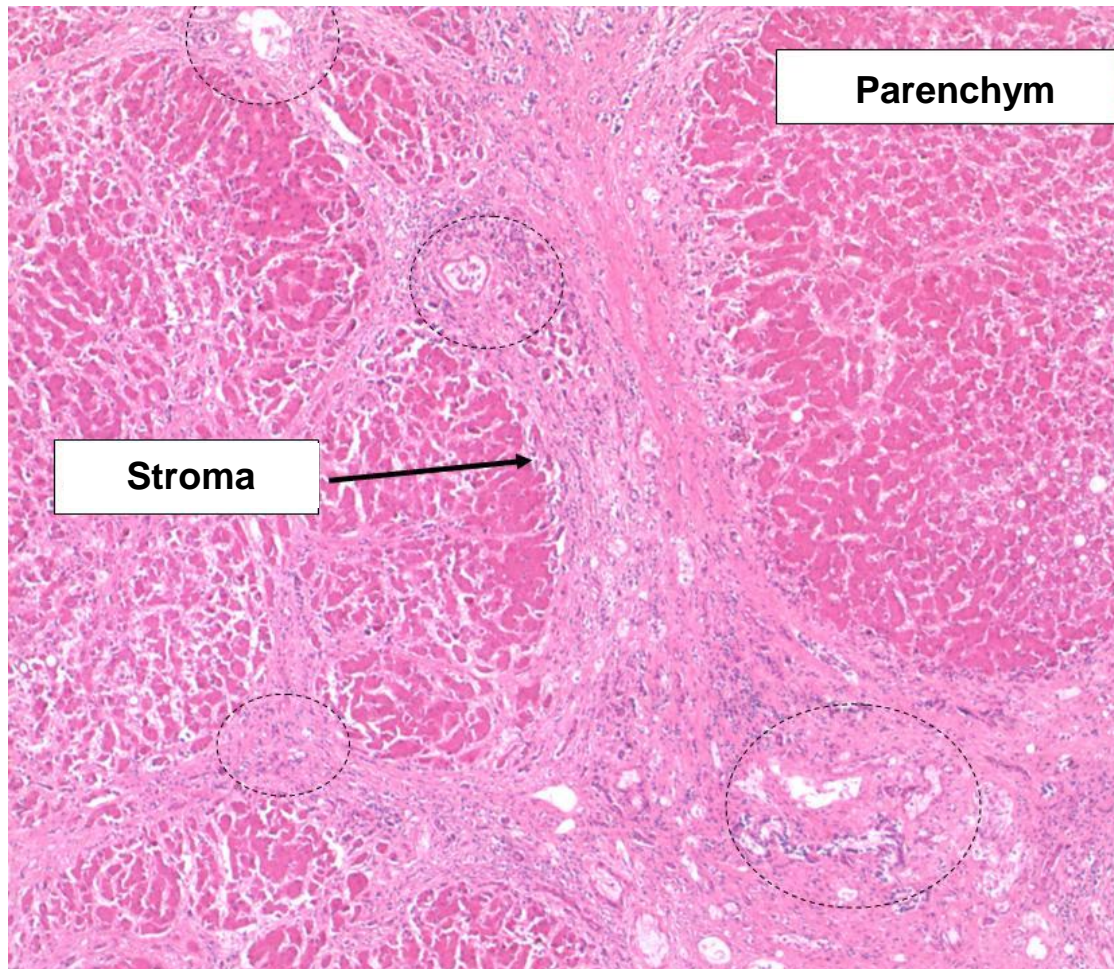
## Příklad: jaterní tkáň

**Parenchym:**  
*Funkční komponenta*

- Hepatocyty
- Sinusoidy a přidružené struktury

**Stroma:**  
*Podpůrná komponenta*

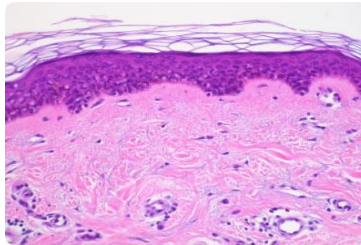
- Vazivo a s ním spojené struktury
- Cévy
- Nervy
- Žlučovody



# SOUČASNÁ KLASIFIKACE ZÁKLADNÍCH TYPŮ TKÁNÍ

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

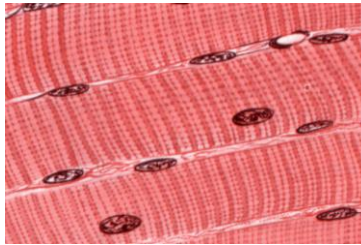
## Epitelová



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

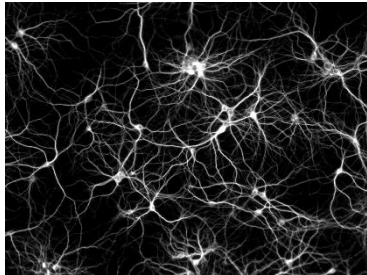


Obsahují myofibrily → **schopnost kontrakce**

Derivát mezodermu - KS, myokard, mezenchymu - HS

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

## Nervová

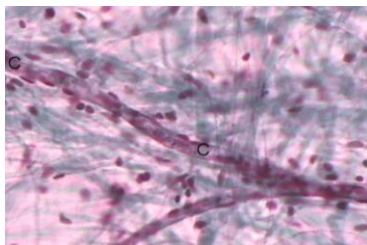


Neurony a neuroglie

Příjem a přenos **elektrického vzruchu**

Derivát ektodermu, výjimečně mezenchymu (mikroglie)

## Pojivová



Dominantní přítomnost **extracelulární matrix**

Vazivo, chrupavka, kost, tuková tkáň

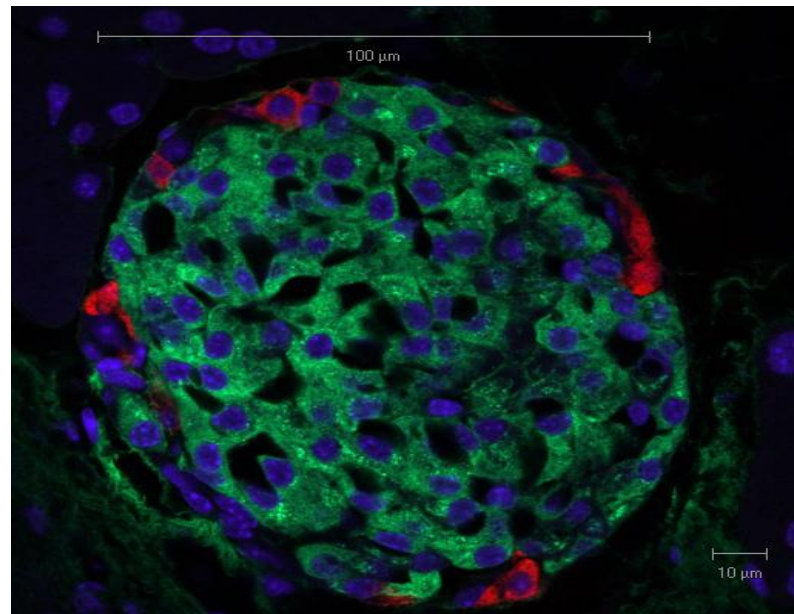
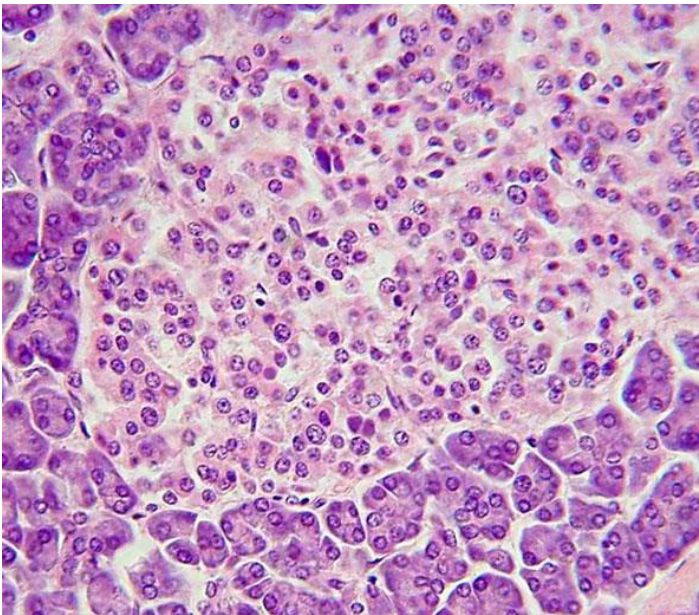
Derivát zejména mezenchymu

# 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**



# ZÁKLADNÍ PRINCIPY HISTOGENEZE

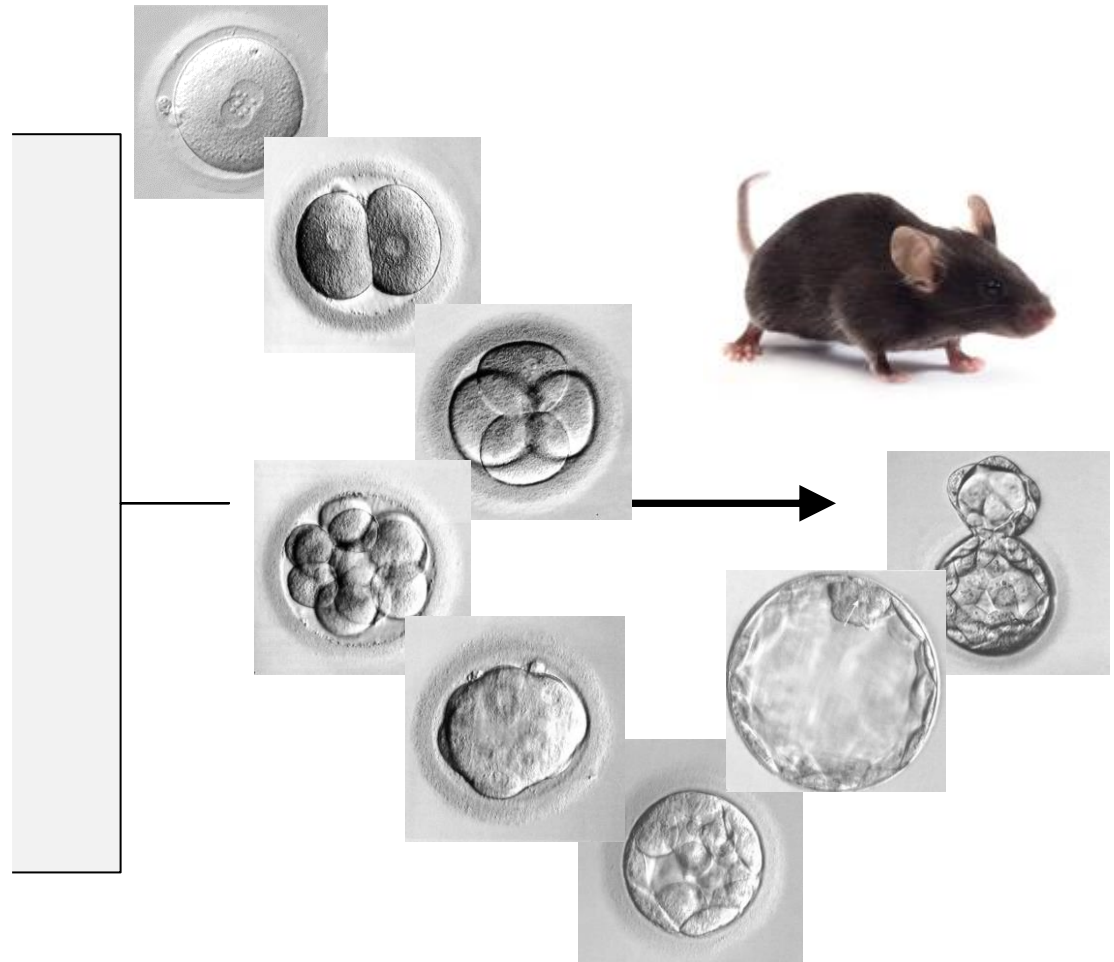
Proliferace

Diferenciace

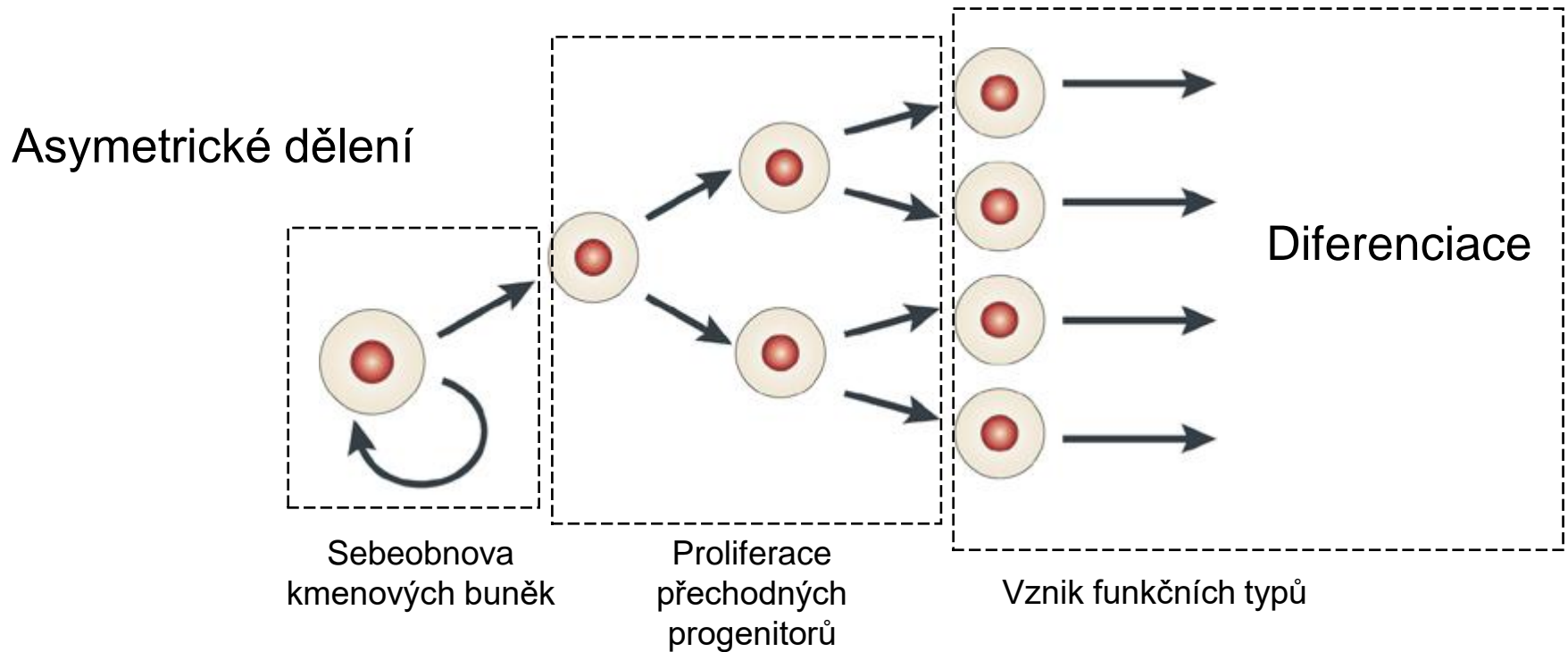
Migrace

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



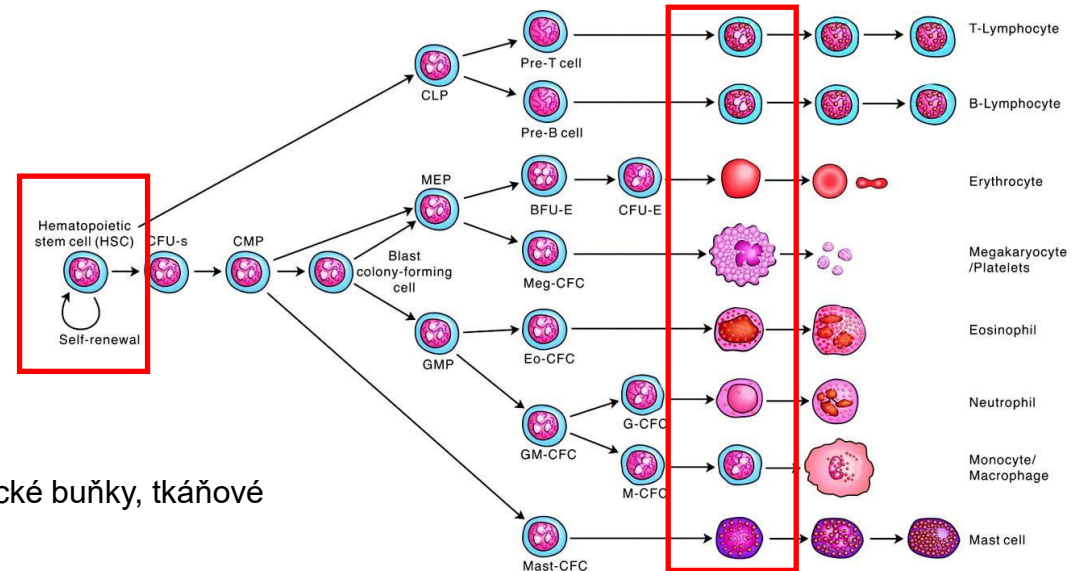
## Pluripotence

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



## Multipotence

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



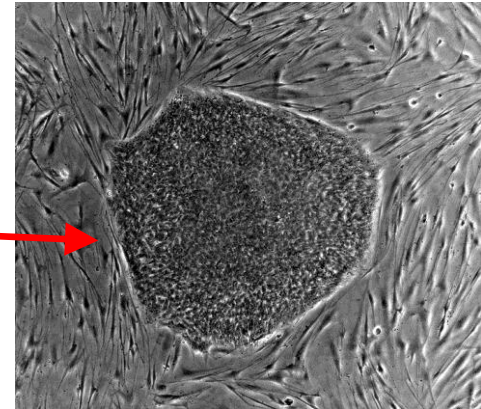
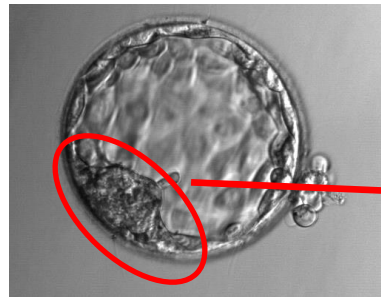
## Oligo- a unipotence

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

# KMENOVÉ BUŇKY V ORGANISMU

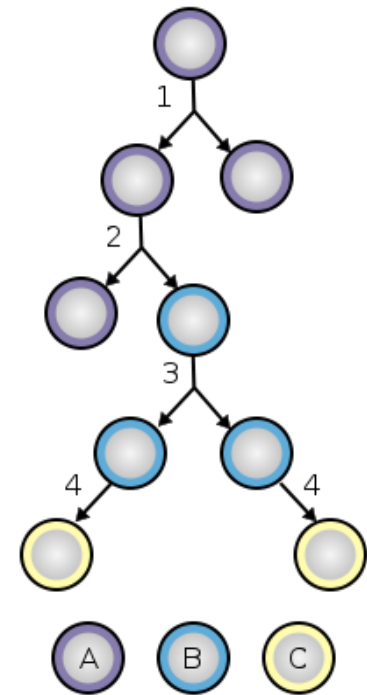
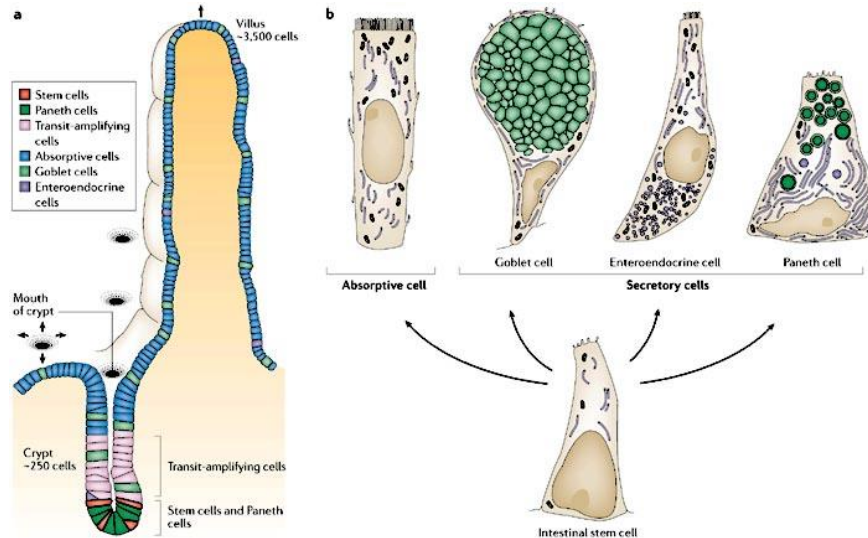
## Embryonální kmenové buňky (ESCs)

- 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



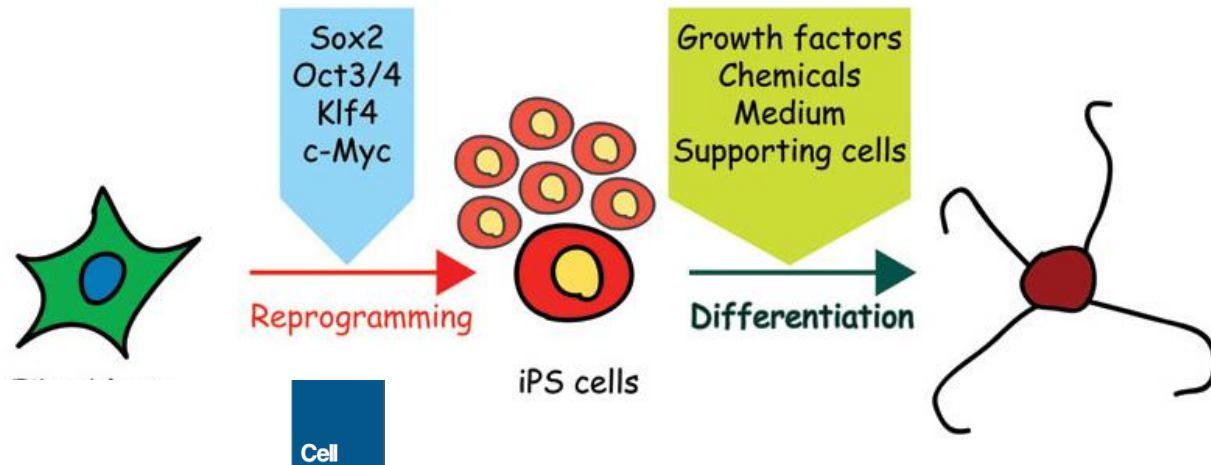
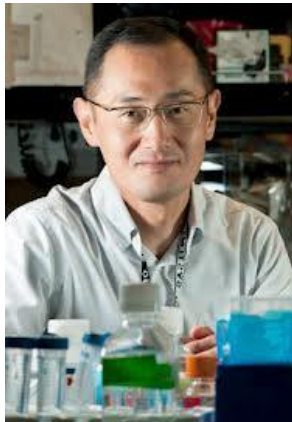




Nobel prize 2012

## Indukované pluripotentní kmenové buňky (IPSc)

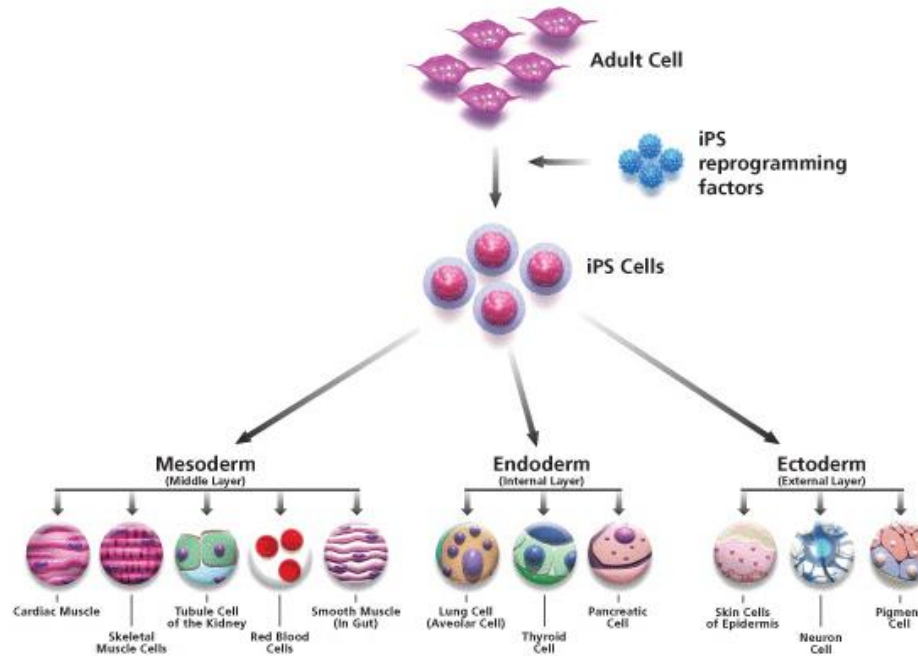
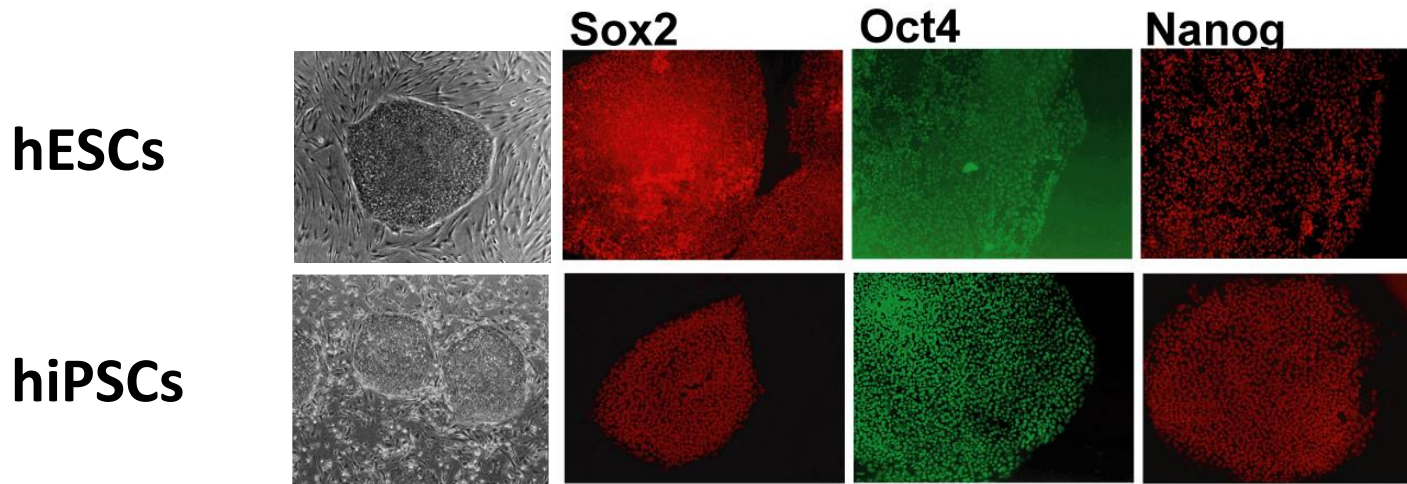
- dospělá diferencovaná buňka (fibroblast) je dediferencovaná do pluripotentního stavu (reprogramována)
- diferenciace do žádaného buněčného typu
- regenerativní medicína, buněčná a genová terapie



### 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

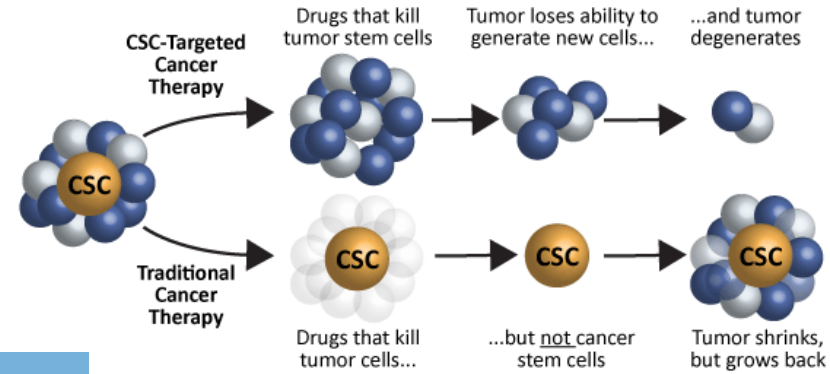
# iPSCs MAJÍ VLASTNOSTI EMBRYONÁLNÍCH KMENOVÝCH BUNĚK



# 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

Sebeobnova

Quiescence

Multipotence

Nízká četnost (<1%)

Dlouhá životnost

Rezistence k terapii

Tumorigenicita

Vysoká proliferativní kapacita

Nádorová kmenová buňka

# BUNĚČNÁ DIFERENCIACE URČUJE ROZDÍLY MEZI TKÁNĚMI

## Příklad: krvetvorba v kostní dřeni

Indukce diferenceiace

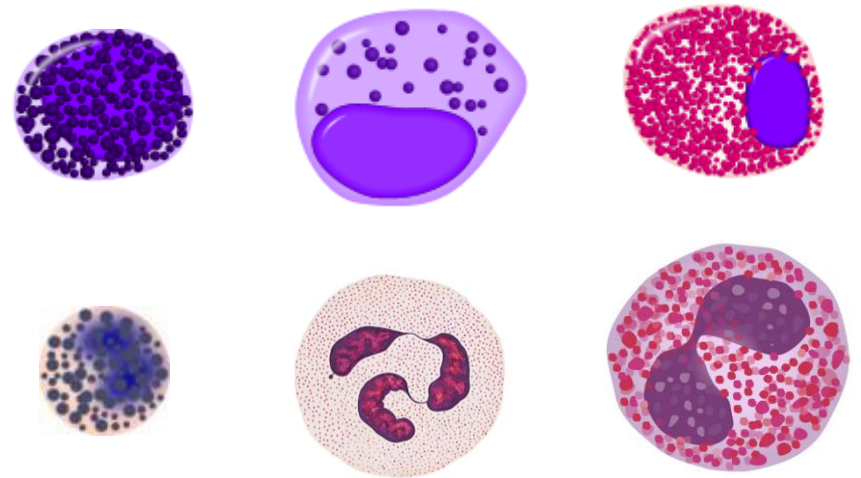
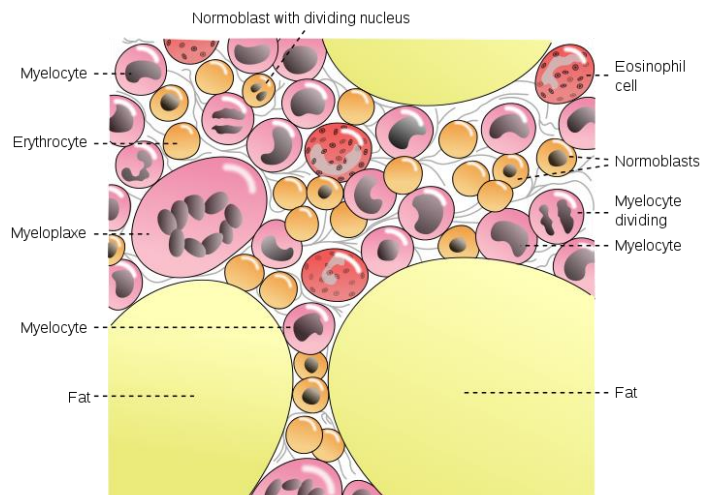


Determinace

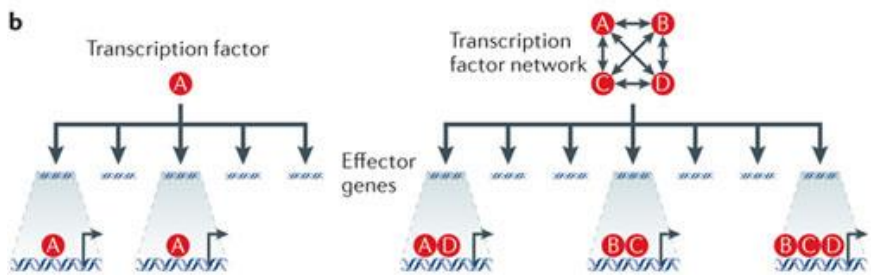
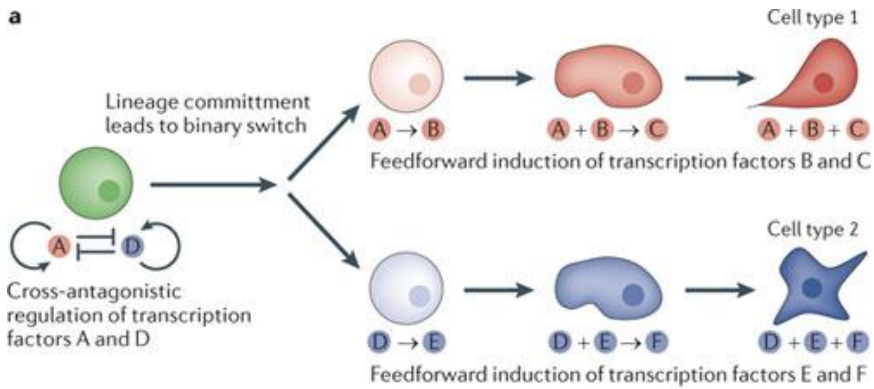
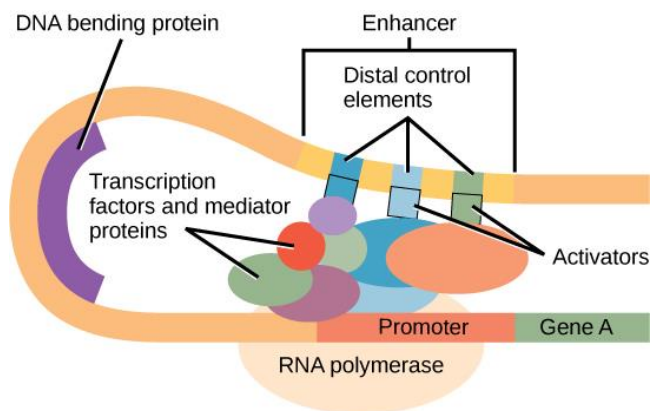
*-blast*

Terminální diferenceiace

*-cyt*



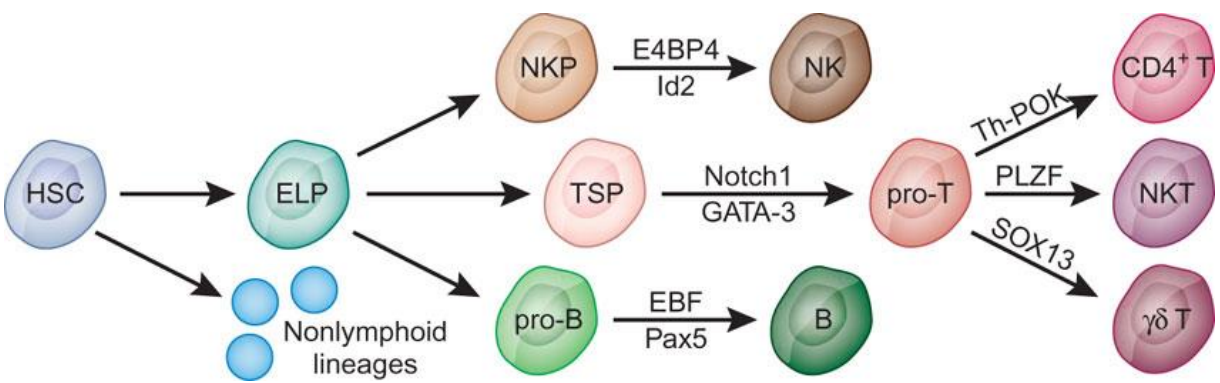
# DIFERENCIACE JE URČENA HIERARCHICKOU TRANSKRIPČÍ GENŮ



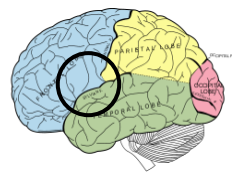
'Terminal selector' regulation in, for example, *C. elegans* neurons

Hypothetical more complex regulatory logic in higher vertebrates

Nature Reviews | Genetics

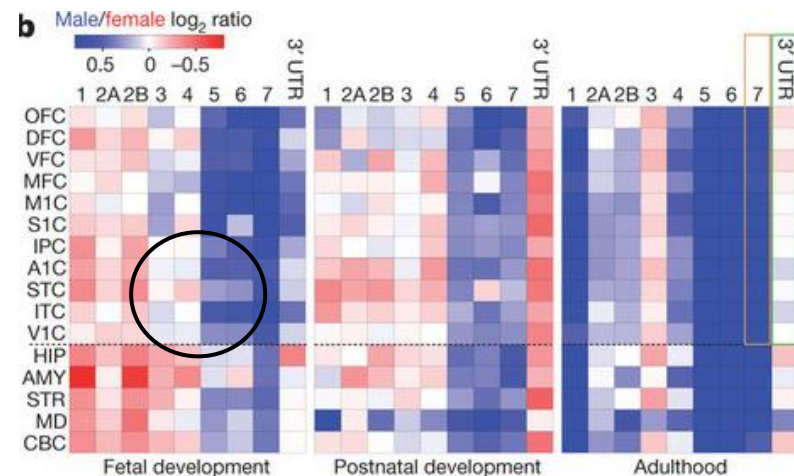
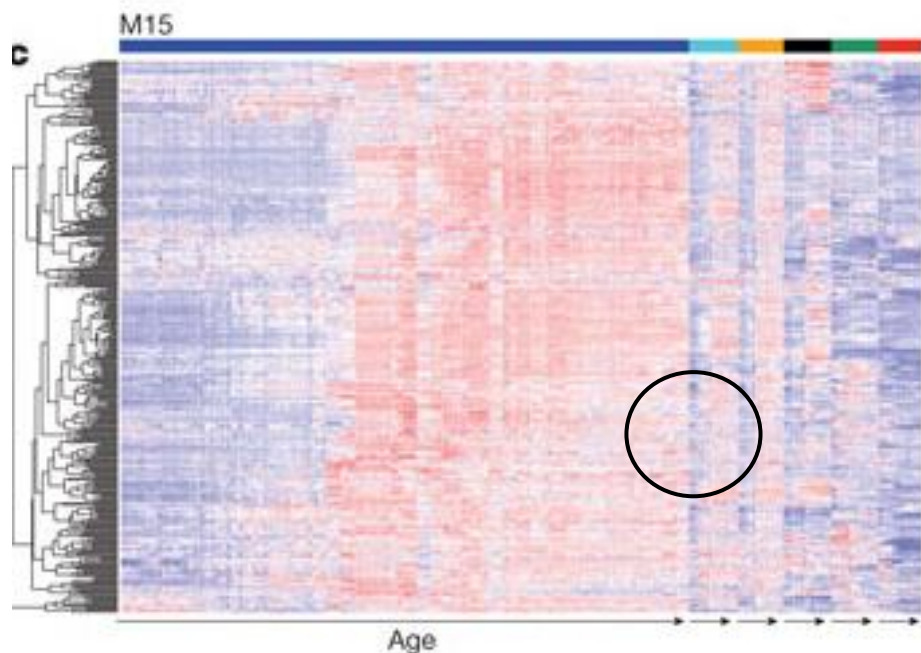


# TKÁŇĚ SE LIŠÍ SVÝM GENETICKÝM A EPIGENETICKÝM PROFILEM



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

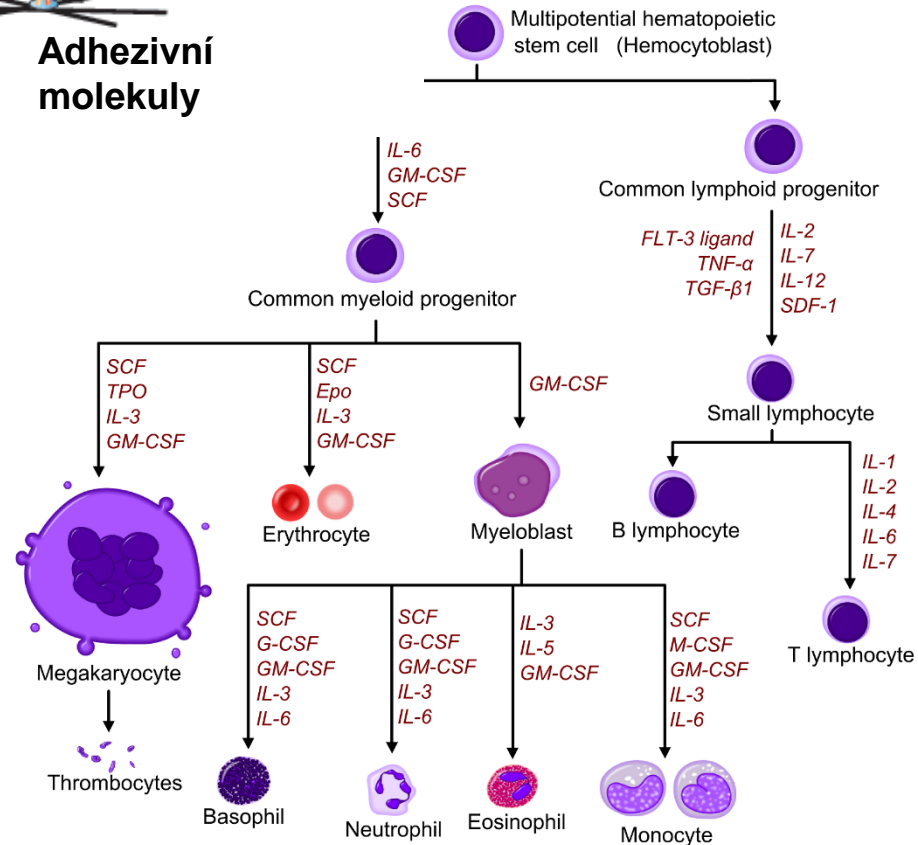
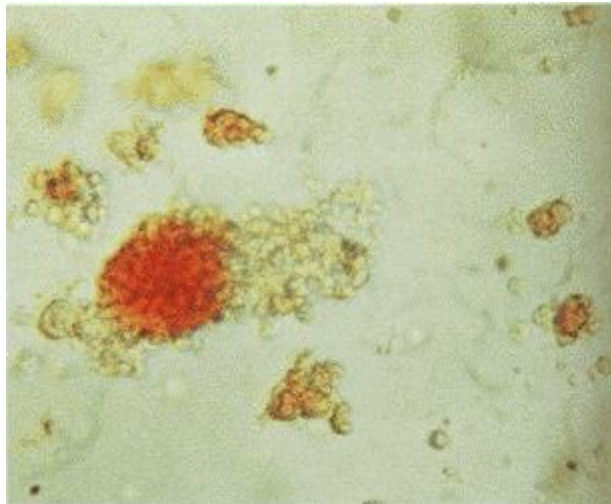
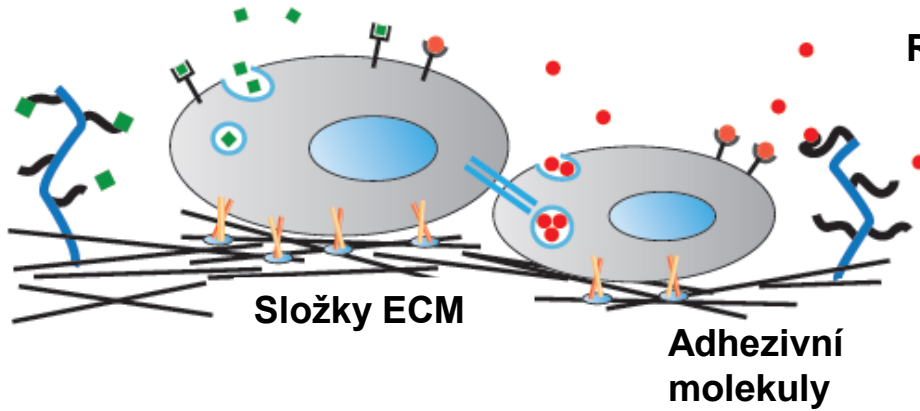
# TKÁŇOVOU IDENTITU URČUJÍ I EXTRACELULÁRNÍ MOLEKULY

Příklad: krvetvorba v kostní dřeni

Metaboly

Mezibuněčné interakce

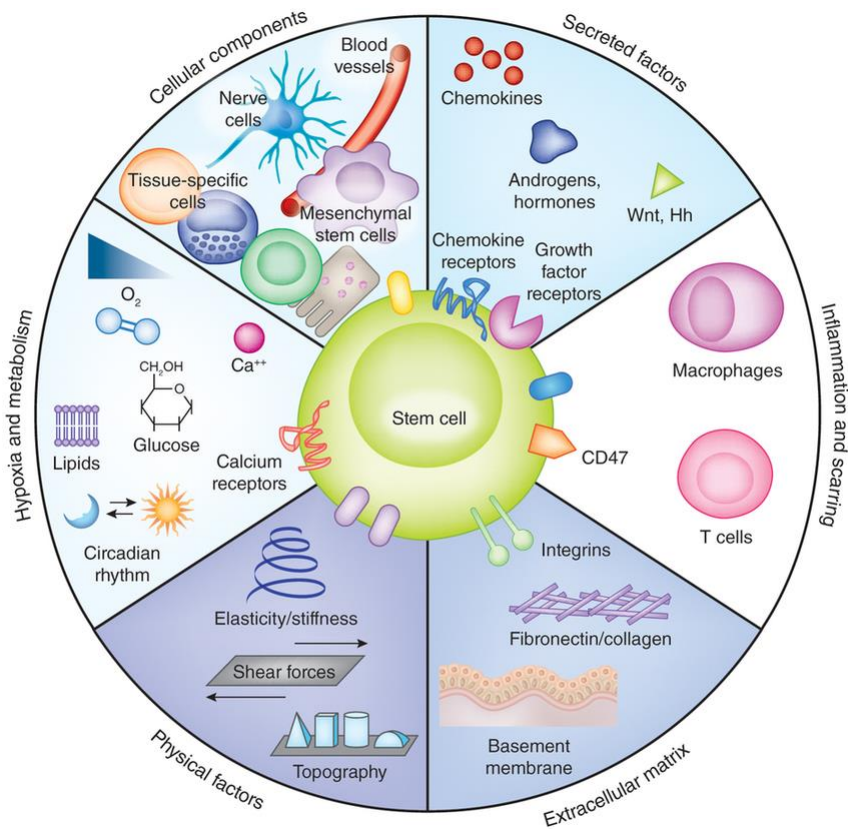
Růstové faktory



# MIKROPROSTŘEDÍ URČUJE VLASTNOSTI I STAVBU TKÁNÍ

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

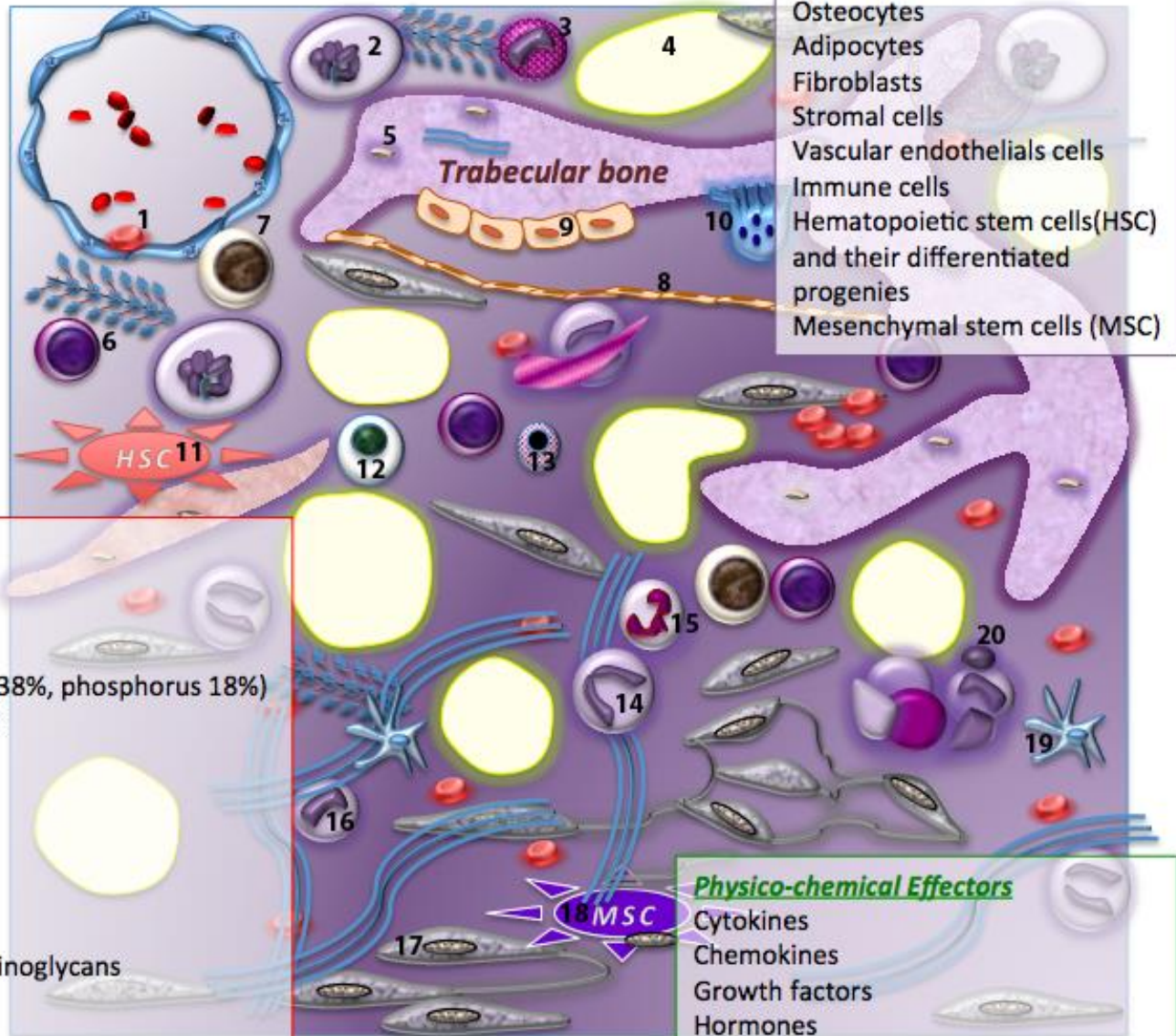
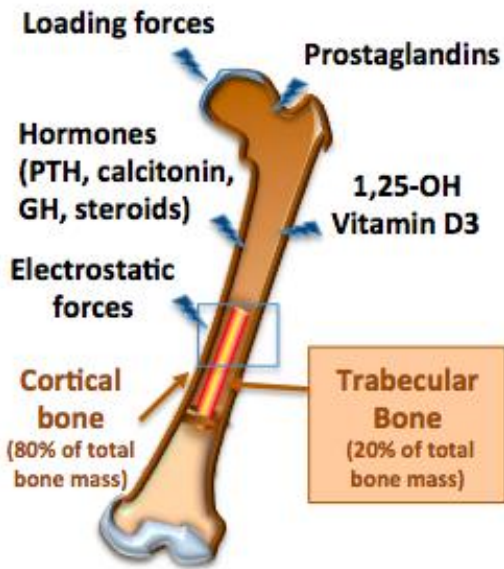
## Stem cell niche



- 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

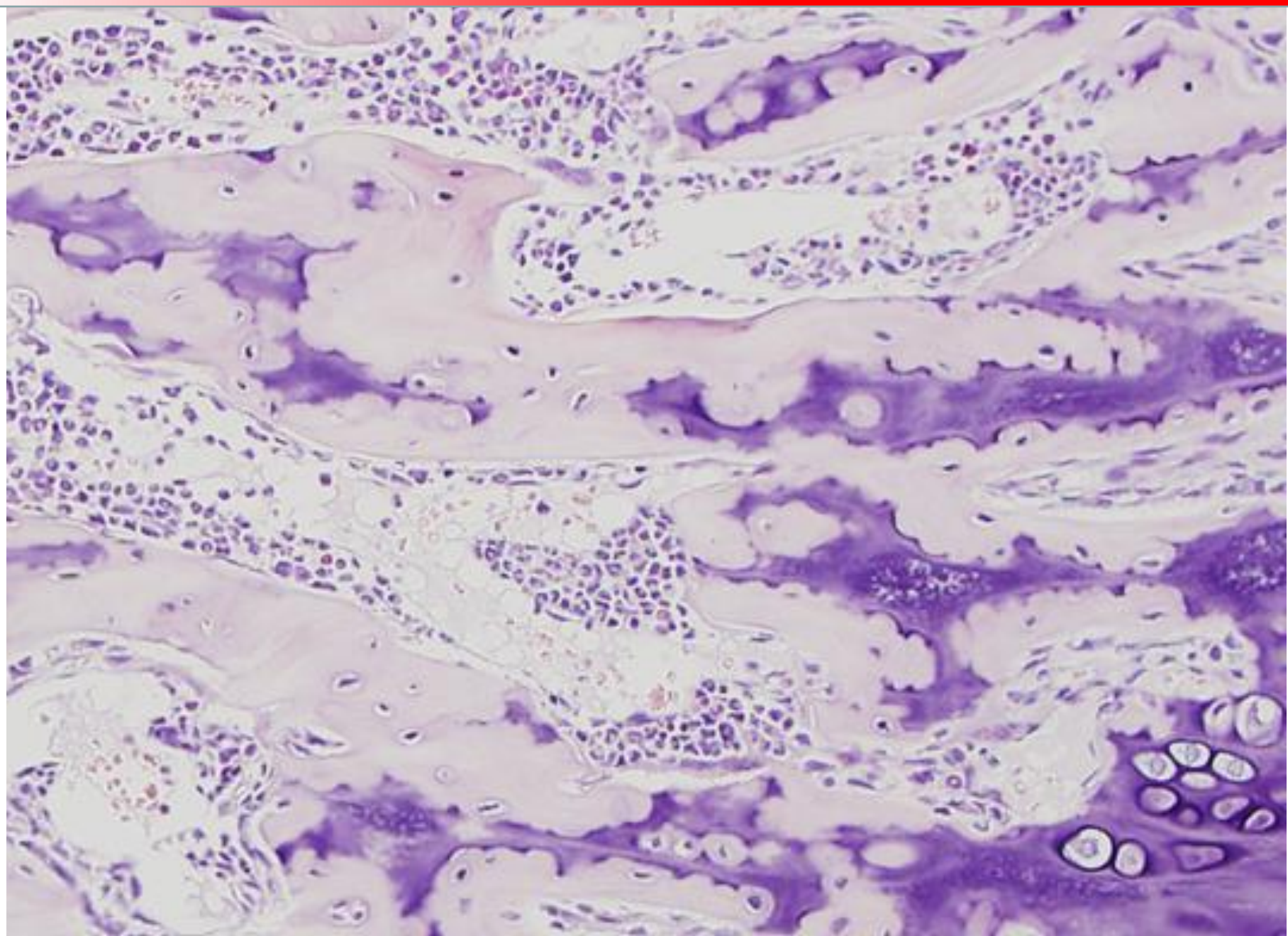


- Osteoclasts
- Osteocytes
- Adipocytes
- Fibroblasts
- Stromal cells
- Vascular endothelial cells
- Immune cells
- Hematopoietic stem cells (HSC) and their differentiated progenies
- Mesenchymal stem cells (MSC)

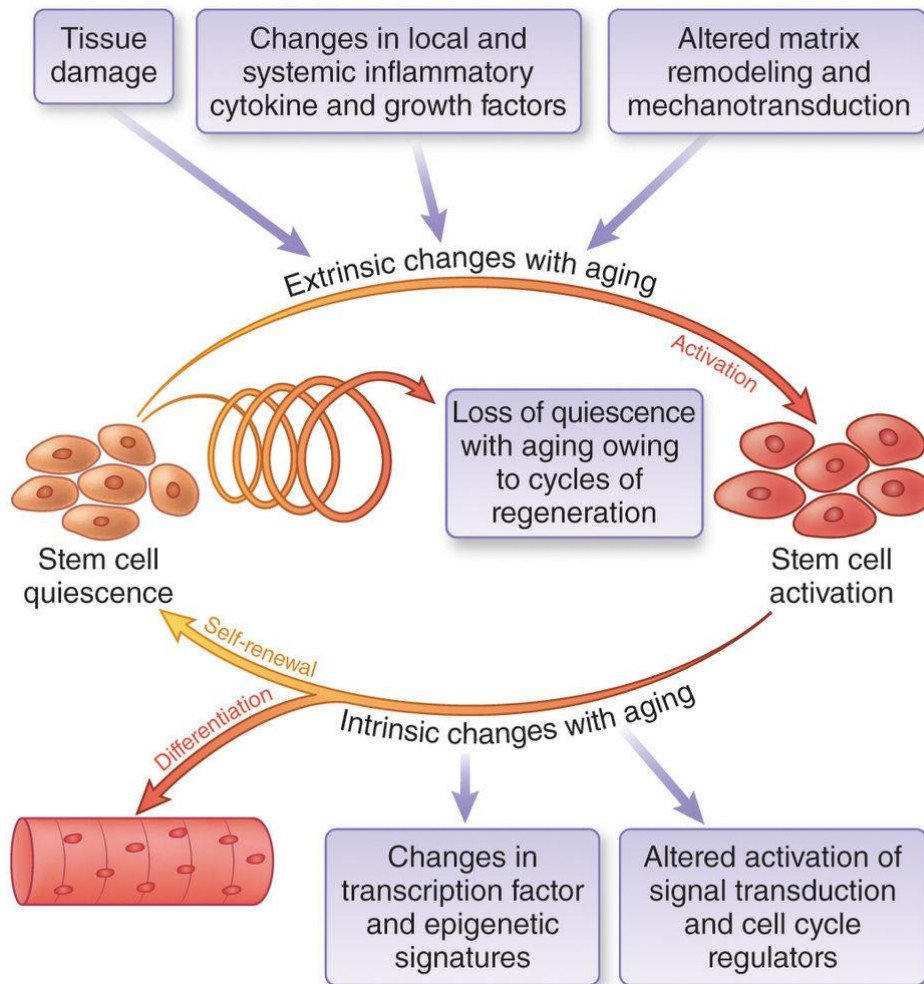
- ECM components**
- Fibronectin
  - Laminin
  - Collagens
  - Apatite crystals (calcium 38%, phosphorus 18%)
  - Bone promoting proteins
  - Bone sialoproteins
  - Osteonectin
  - Osteoprotegerin
  - Osteocalcin
  - Integrins
  - Alcaline Phosphatase
  - Proteoglycans, Glycosaminoglycans
  - Osteopontin
  - 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



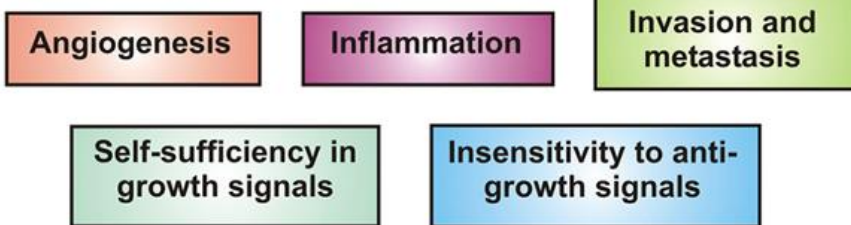
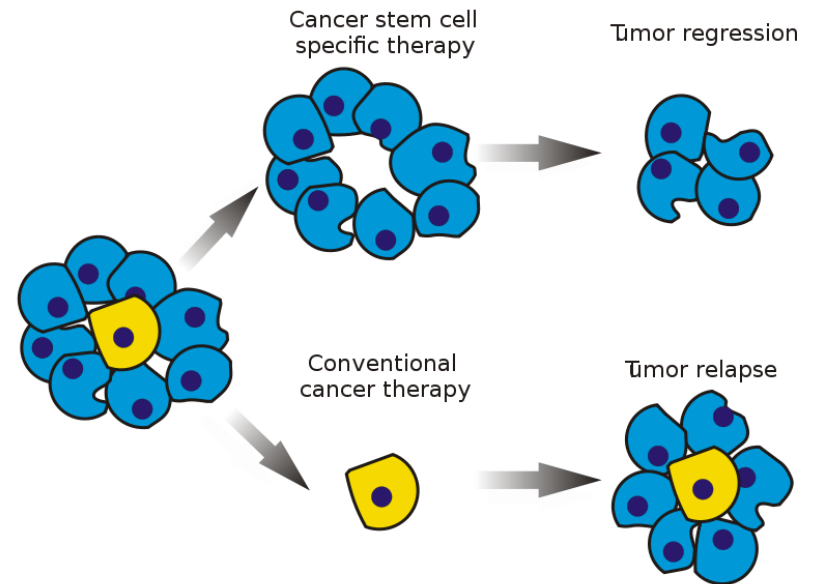
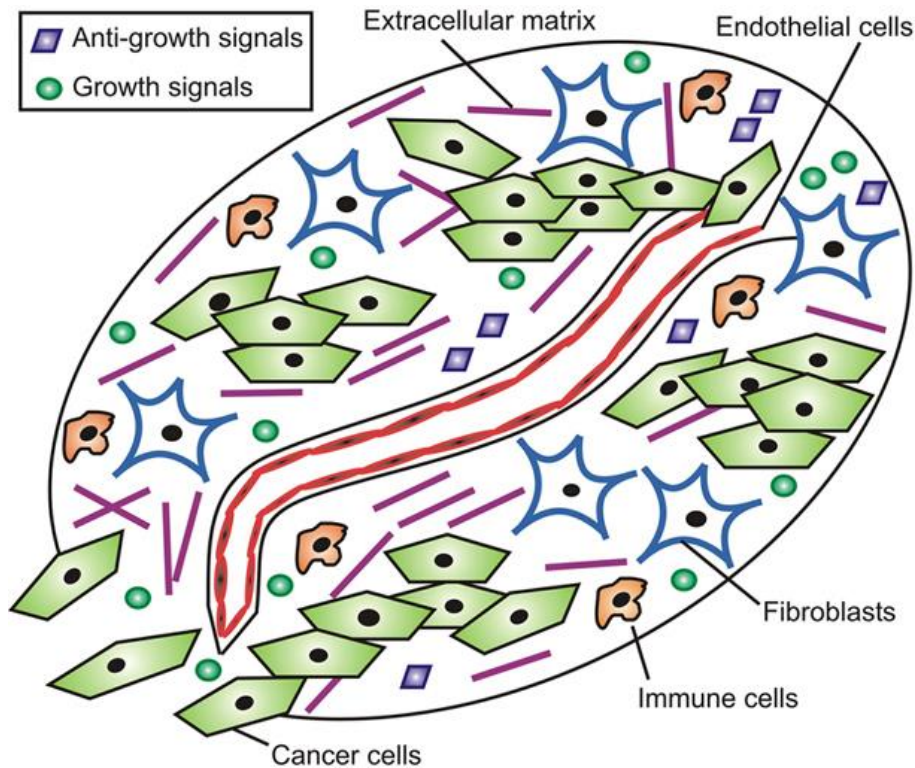
Apoptóza

Regenerace

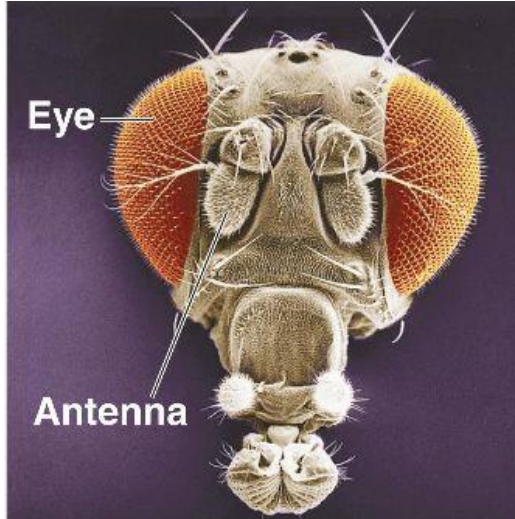
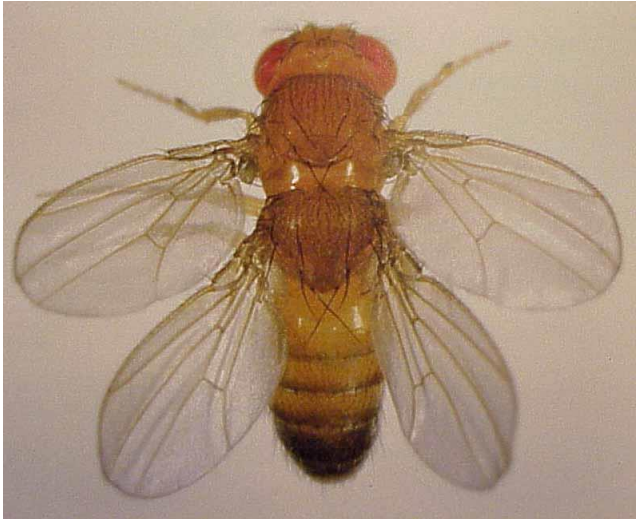
Senescence

Transformace

# MIKROPROSTŘEDÍ JE DŮLEŽITÉ V PATOGENEZI



# MOLEKULÁRNÍ PRINCIPY HISTOGENEZE



**Wild type**

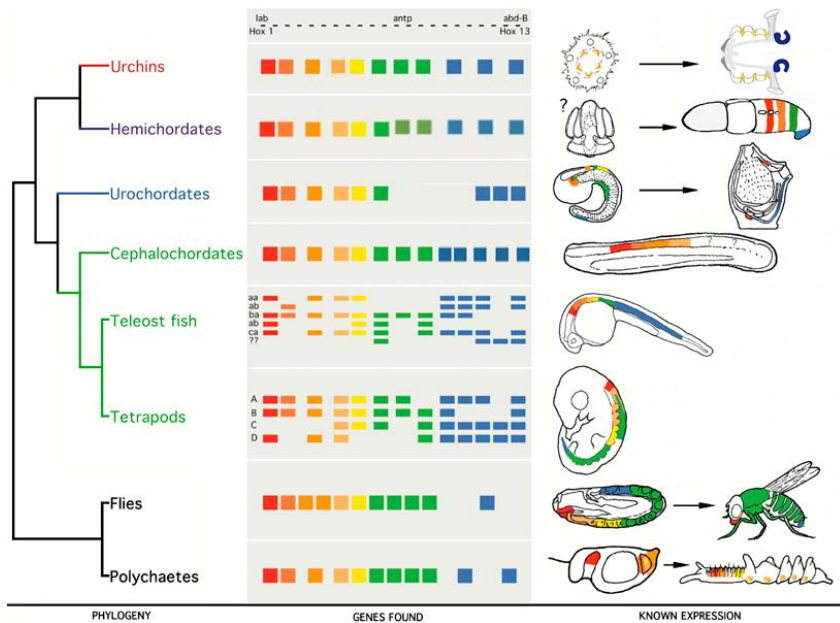


**Mutant**



UAS-eyeless/dpp-GAL4

# HOX KOMPLEX A MORFOGENETICKÉ POLE



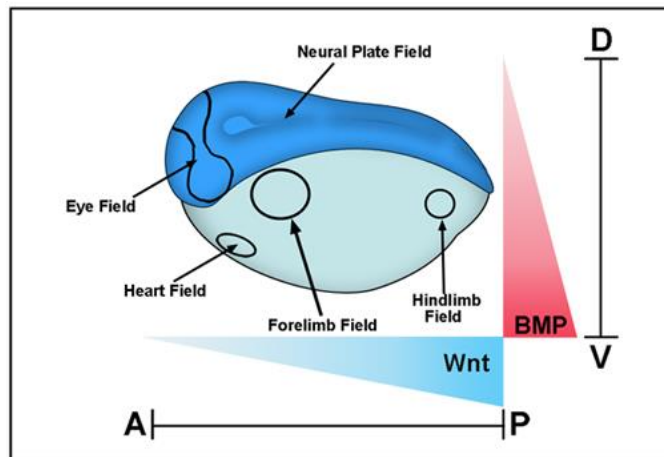
**Příklad: Hox komplex**  
 Vysoce konzervovaná skupina transkripčních faktorů určujících základní stavbu a orientaci těla

Tkáňová diferenciace podél antero-posteriorní osy

Člověk (39 genů)

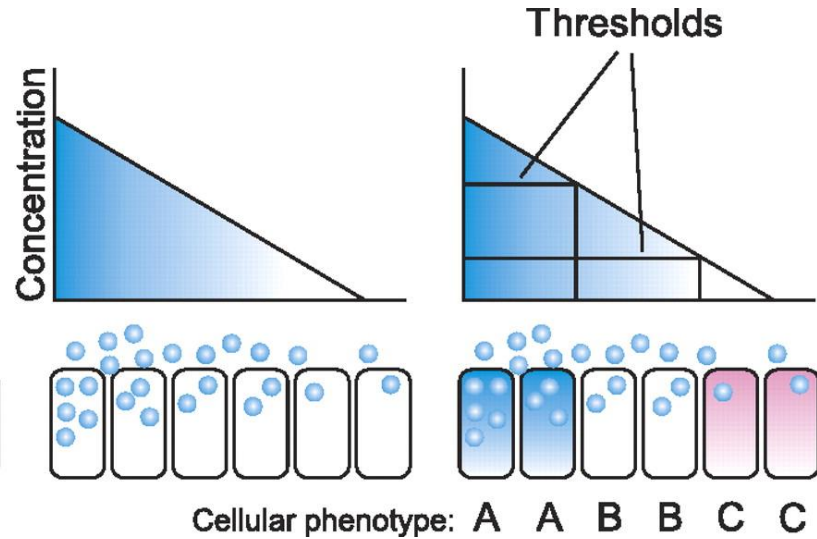
Cluster	Chromozom	Počet Hox genů
HoxA	7	11
HoxB	17	10
HoxC	12	9
HoxD	2	9

doi:10.1038/sj.hdy.6800872

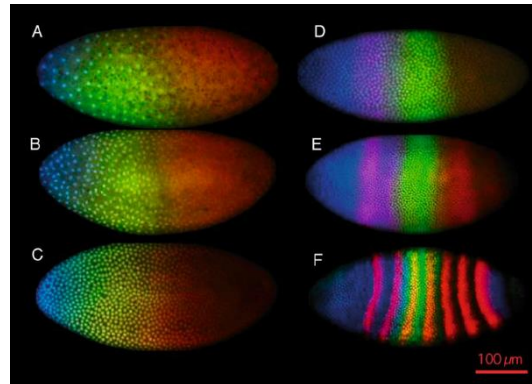
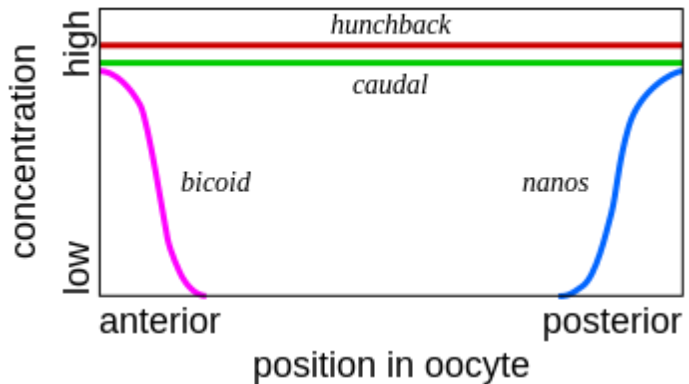




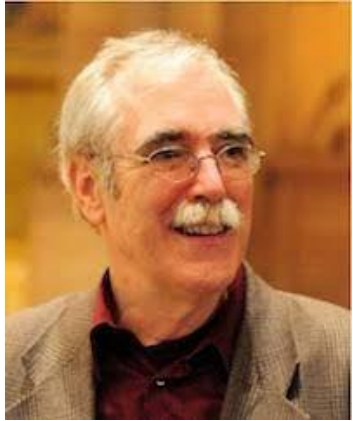
„Genetic control of pattern formation“



mRNA Molecules



Expression patterns of gap and pair-rule genes in *Drosophila* embryos.  
DOI: 10.1007/s10577-006-1068-z



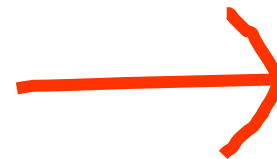
Eric Francis Wieschaus is an American evolutionary developmental biologist and 1995 Nobel Prize-winner.



Three short lectures on embryonic patterning



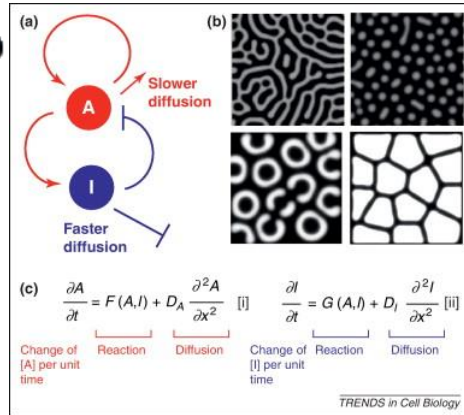
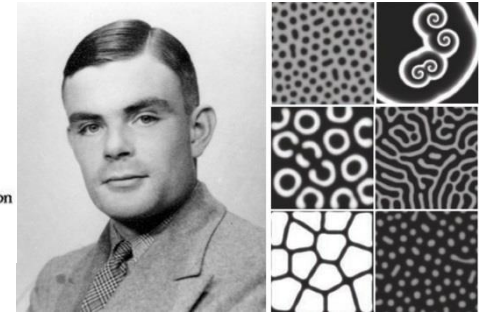
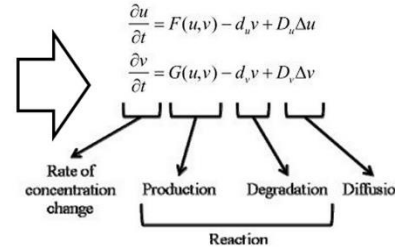
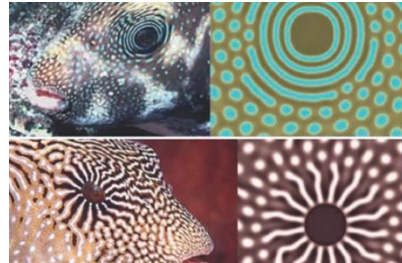
HydePark





# 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)

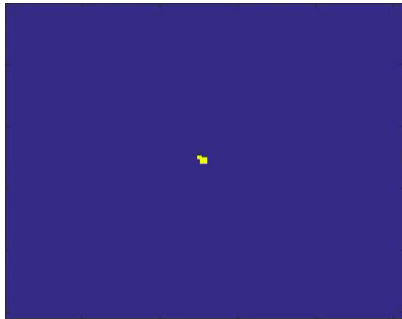
It is suggested that a system of chemical substances, called morphogens, reacting together and diffusing through a tissue, is adequate to account for the main phenomena of morphogenesis. Such a system, although it may originally be quite homogeneous, may later develop a pattern or structure due to an 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.

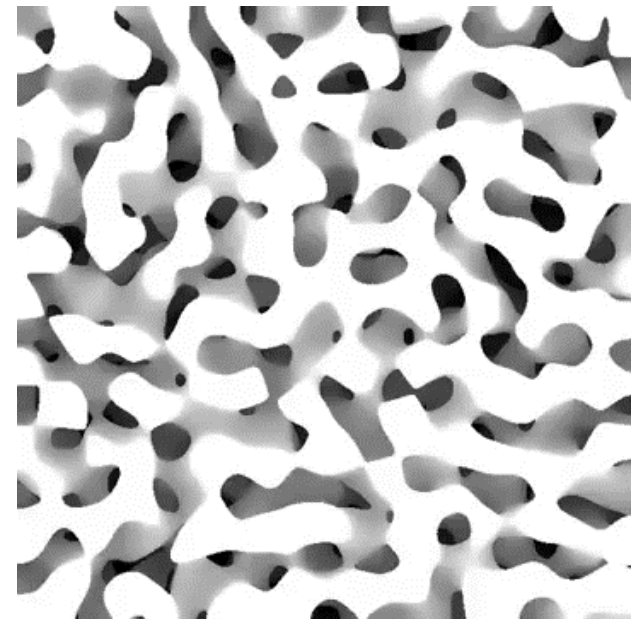
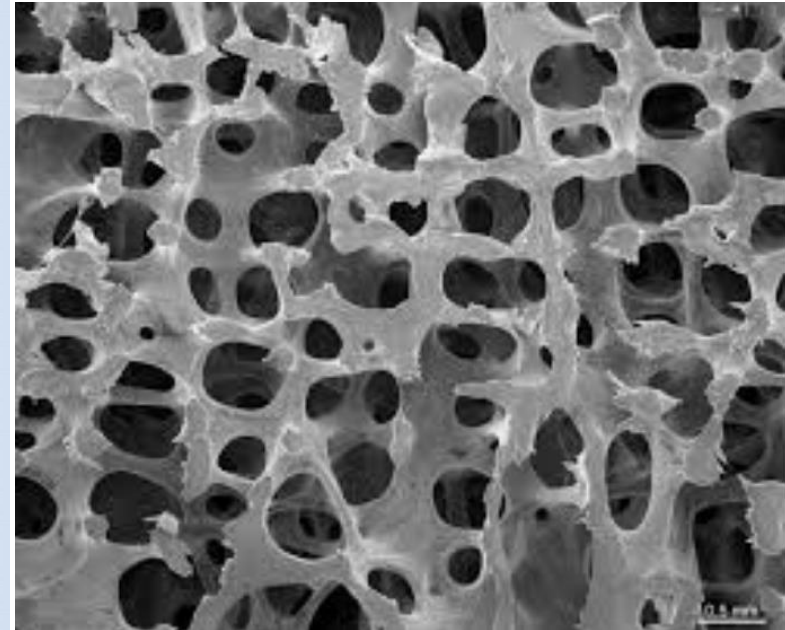
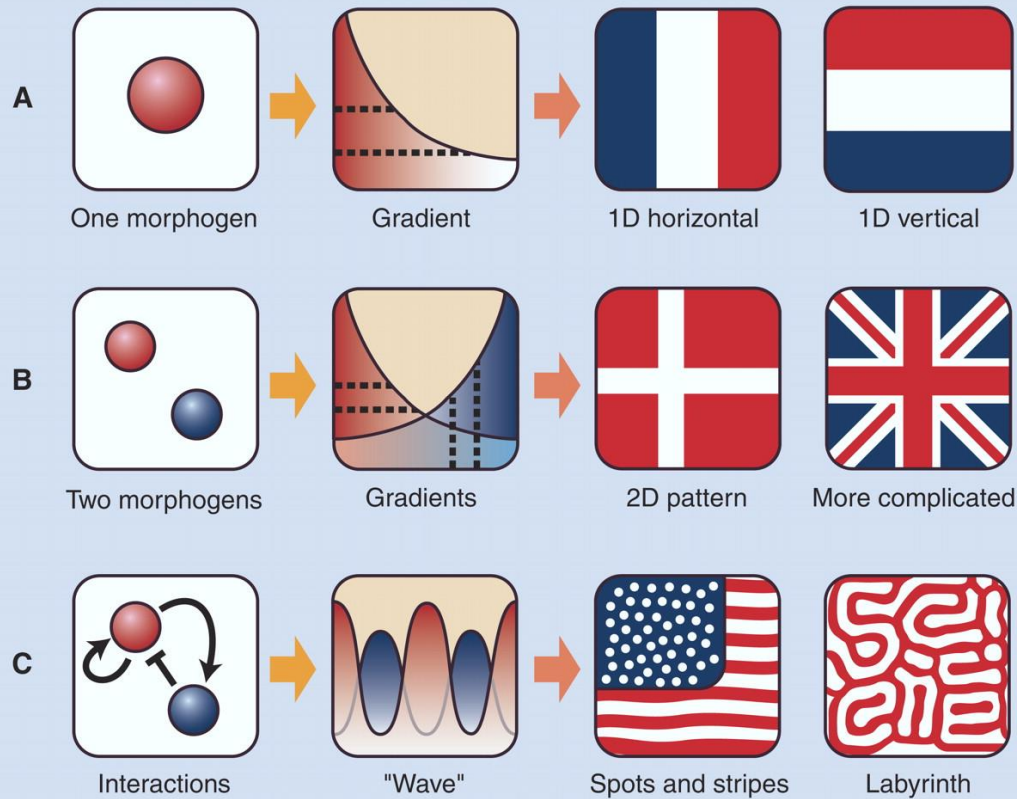
#### 1. A MODEL OF THE EMBRYO. MORPHOGENS

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.

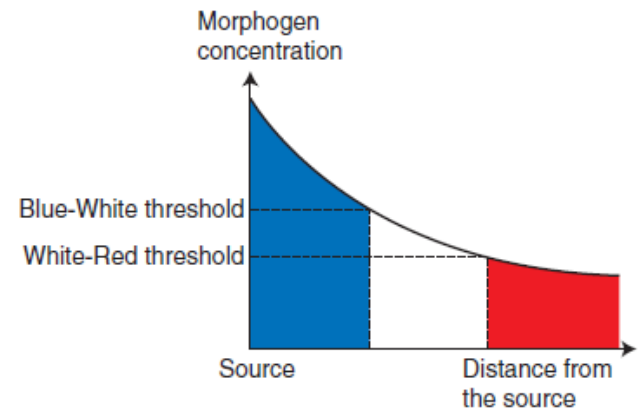
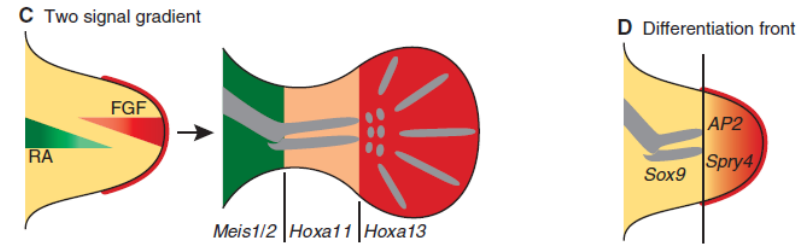
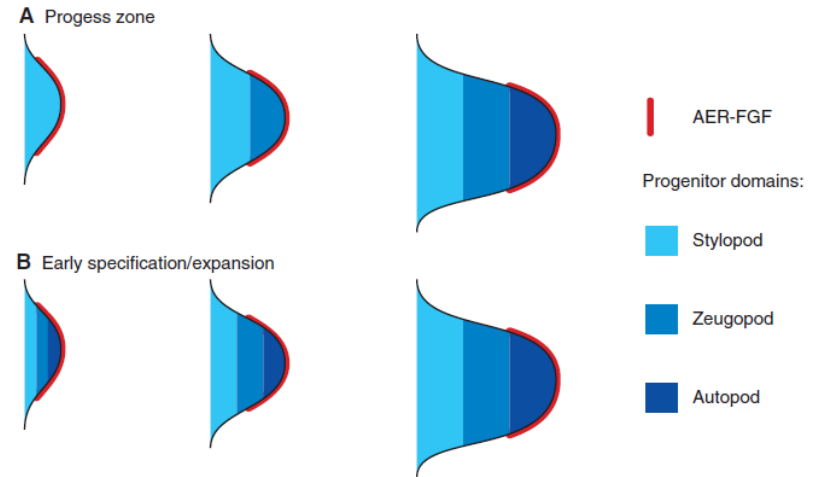
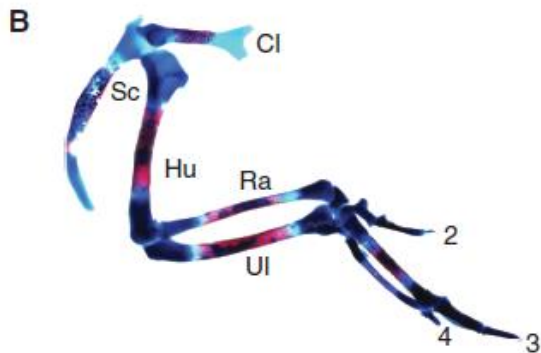
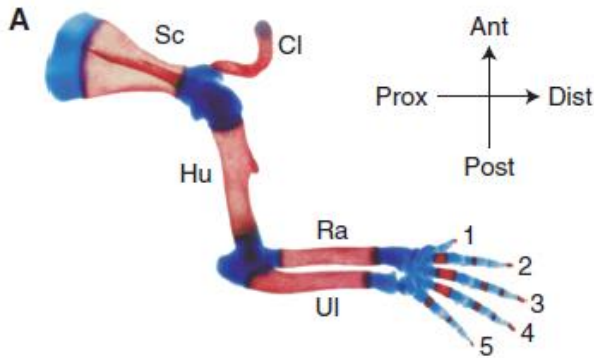
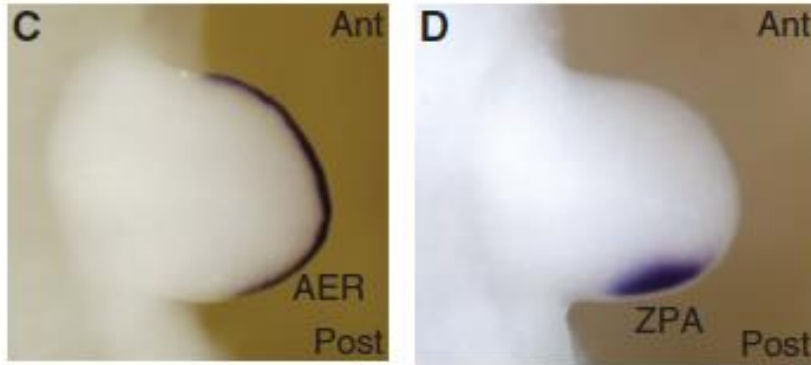
The model takes two slightly different forms. In one of them the cell theory is recognized but the cells are idealized into geometrical points. In the other the matter of the organism is imagined as continuously distributed. The cells are not, however, completely ignored, for various physical and physico-chemical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



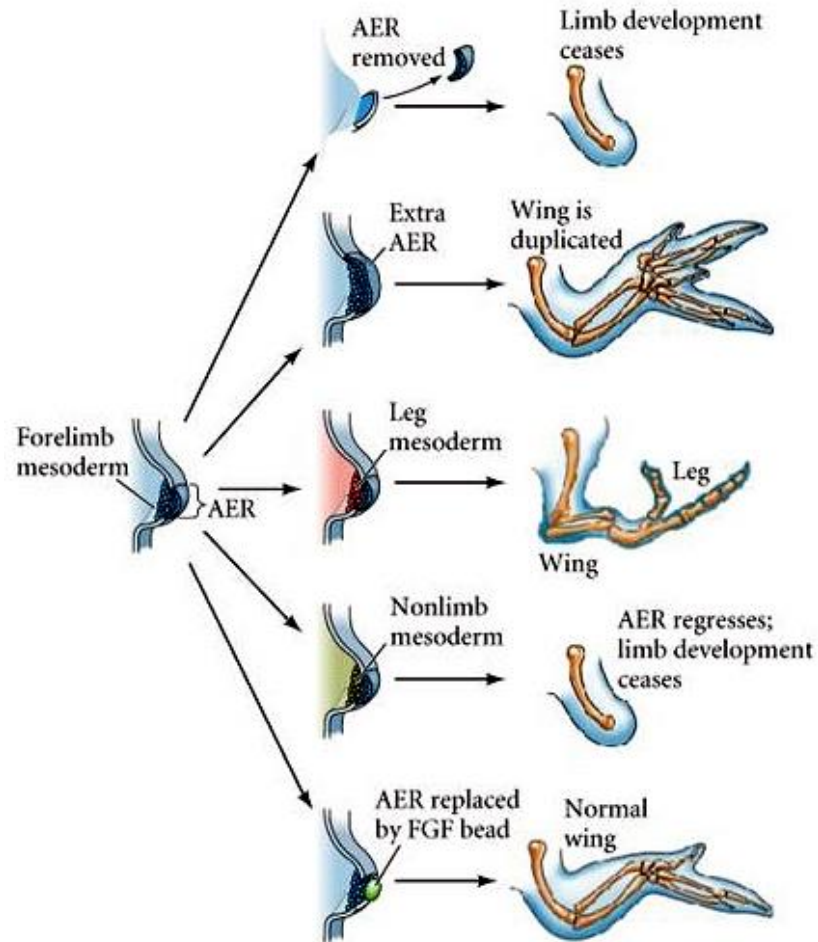
# ODPOVĚĎ NA MORFOGENY URČUJE TKÁŇOVÉ VZORY



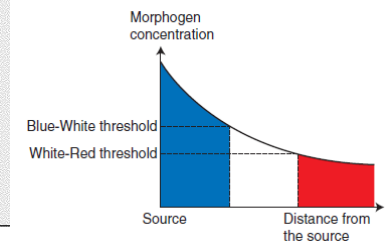
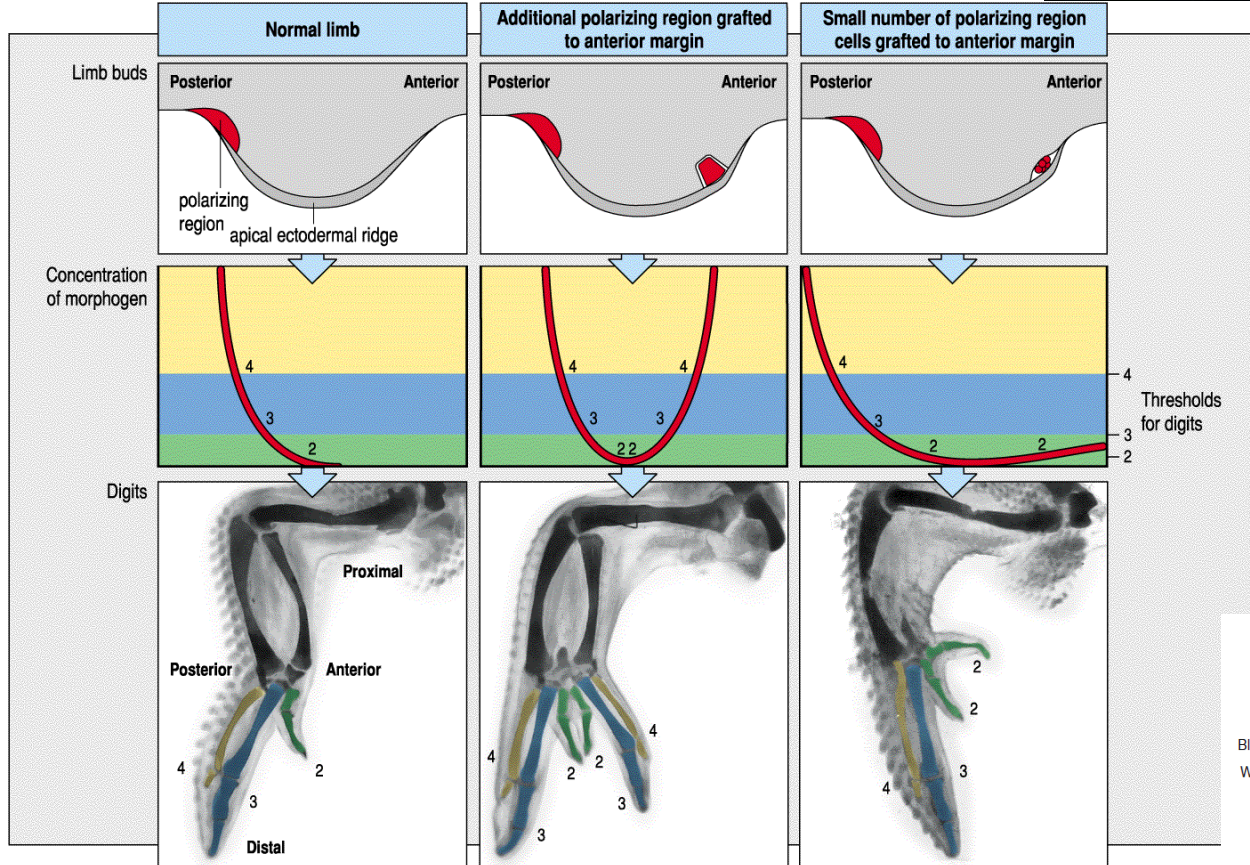
# TEMPORO-SPACIÁLNÍ EXPRESE RŮZNÝCH REGULÁTORŮ URČUJE FINÁLNÍ LOKALIZACI, ORIENTACI A MORFOLOGII TKÁNÍ A ORGÁNŮ



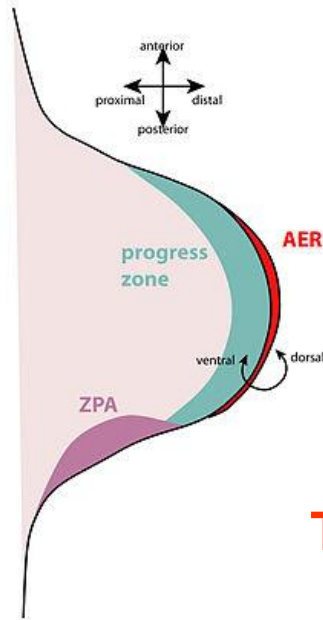
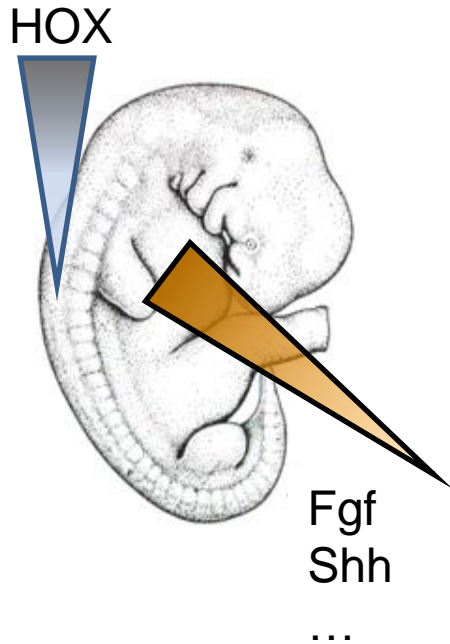
# MANIPULACE S AER NEBO ZPA MĚNÍ VÝVOJOVÉ INSTRUKCE



# RŮST KONČETIN DEFINUJÍ GRADIENTY MORFOGENŮ Z AERA A ZPA



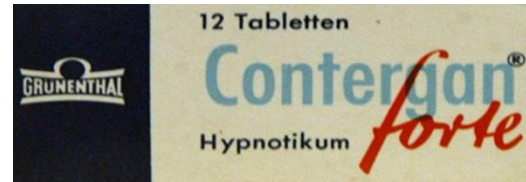
# THALIDOMID



Proliferace

Vaskularizace

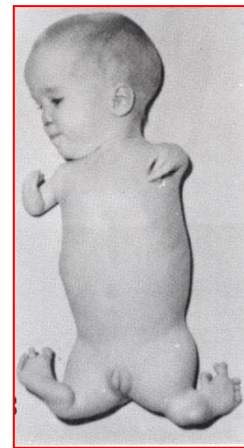
Thalidomid



## Thalidomidová embryopatie

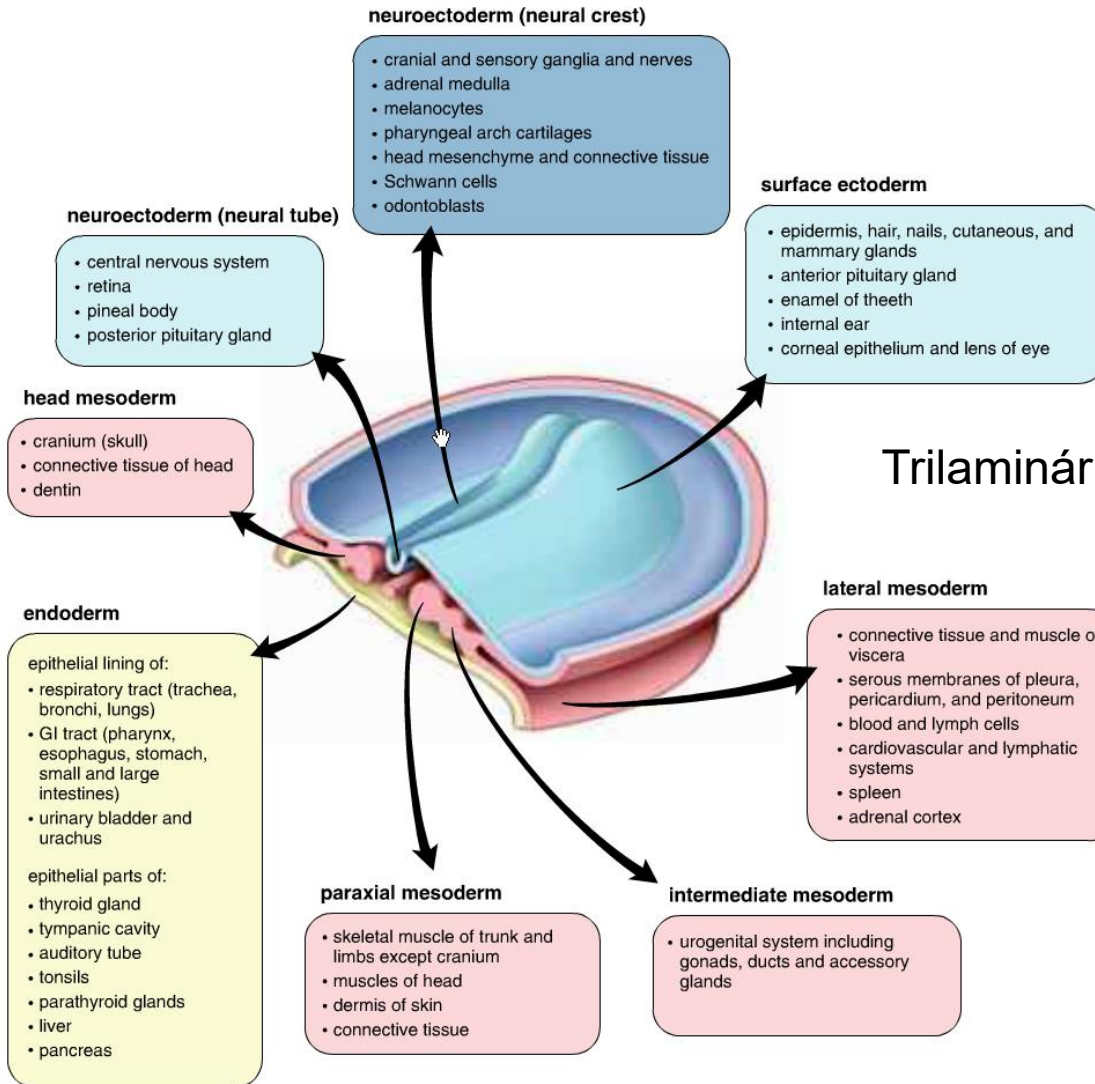
- fokomelie
- amelie
- anocie/mikrocie
- anoftalmie/mikroftalmie
- poškození ledvin, srdce, GIT, genitálu

Frances Oldham Kelsey,  
FDA USA



# 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

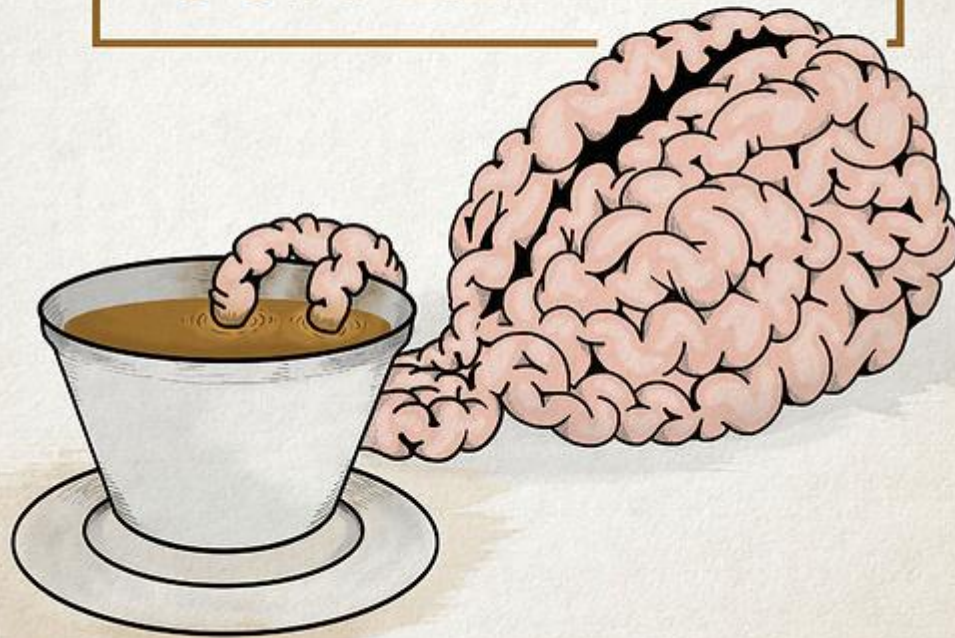
## Entoderm

- Epitel GIT s výjimkou ústní dutiny a části análního kanálu

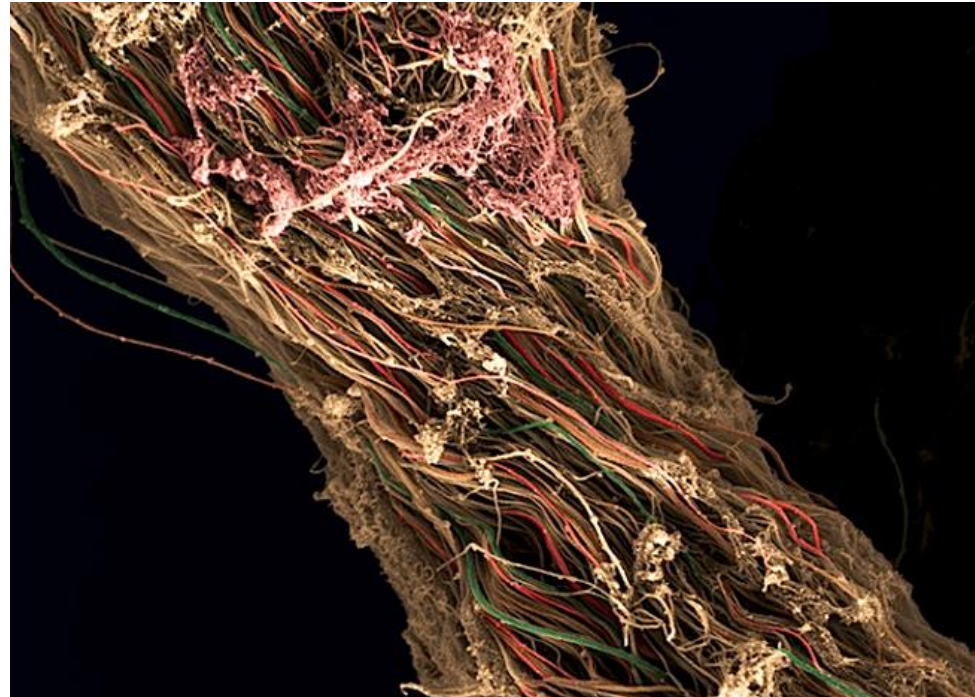
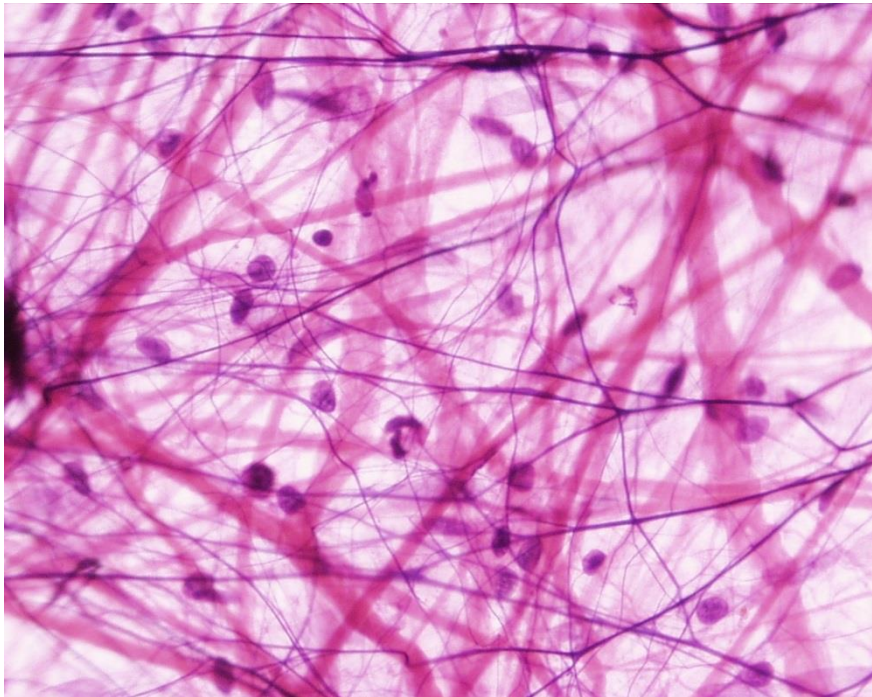
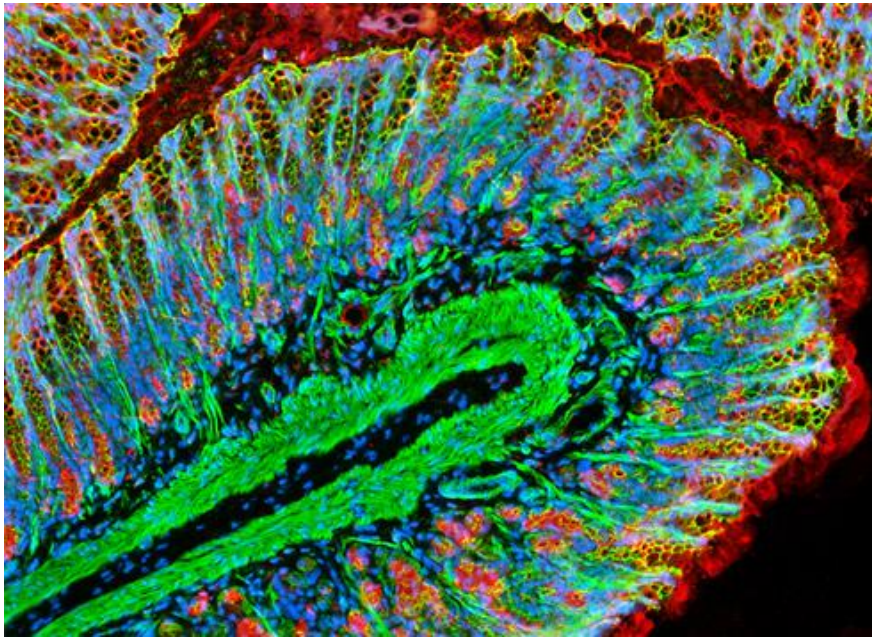
- Extramurální žlázy GIT
- Epitel močového měchýře a trubice
- Epitel respiračního systému
- Thyroidea, parathyreoidní tělíska, thymus
- Parenchym tonsil
- Epitel cavum tympani a Eustachovy trubice



# COFFEEBREAK



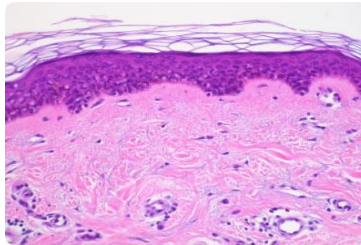
# Pojivové tkáně



# SOUČASNÁ KLASIFIKACE ZÁKLADNÍCH TYPŮ TKÁNÍ

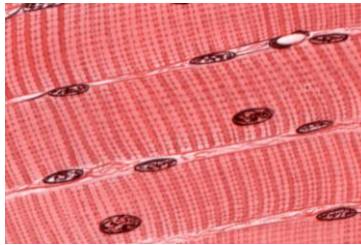
Na základě **morfologických** a **funkčních** znaků

## Epitelová



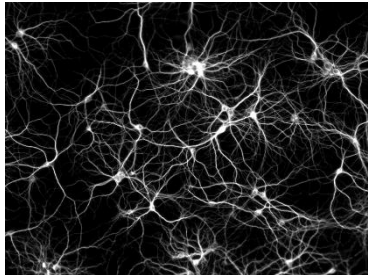
Kontinuální, avaskulární vrstvy buněk s různou funkcí, **orientovaných do volného prostoru**, se specifickými mezibuněčnými spoji a minimem mezibuněčného prostoru a ECM  
Deriváty všech tří zárodečných listů

## Svalová



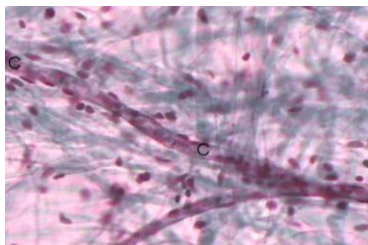
Obsahují myofibrily → **schopnost kontrakce**  
Derivát mezodermu - KS, myokard, mezenchymu - HS  
Výjimečně ektoderm (např. m. sphincter a m. dilatator pupillae)

## Nervová



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

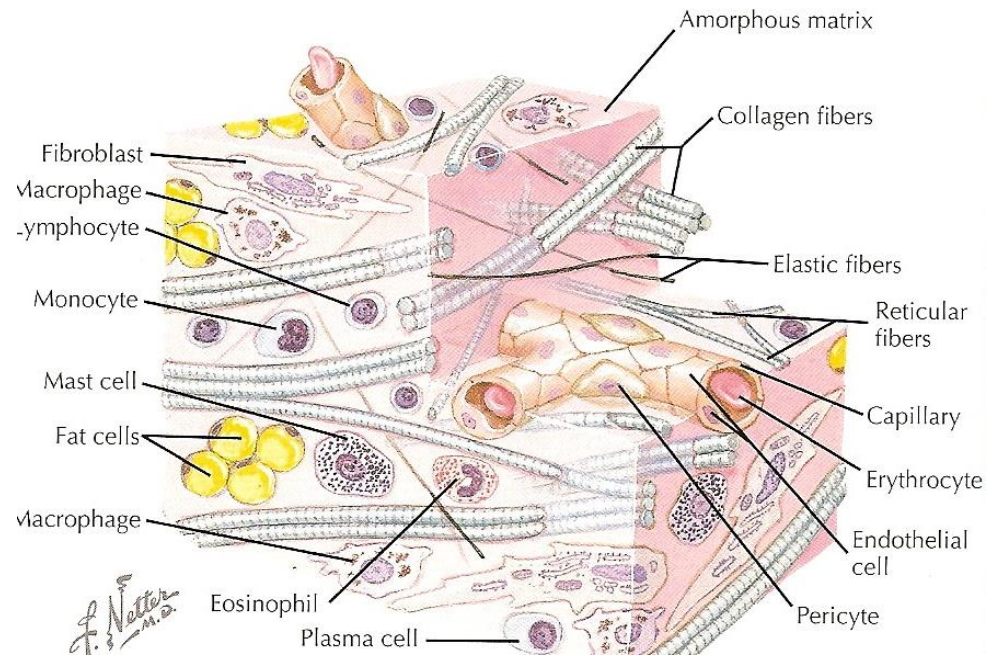
## Pojivová



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

# 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

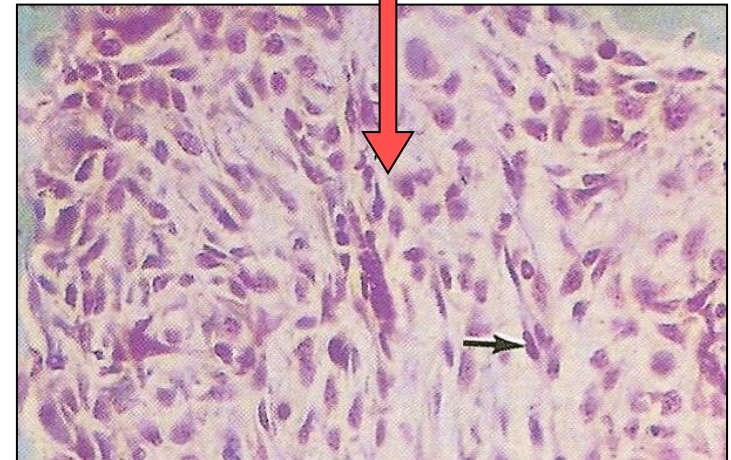
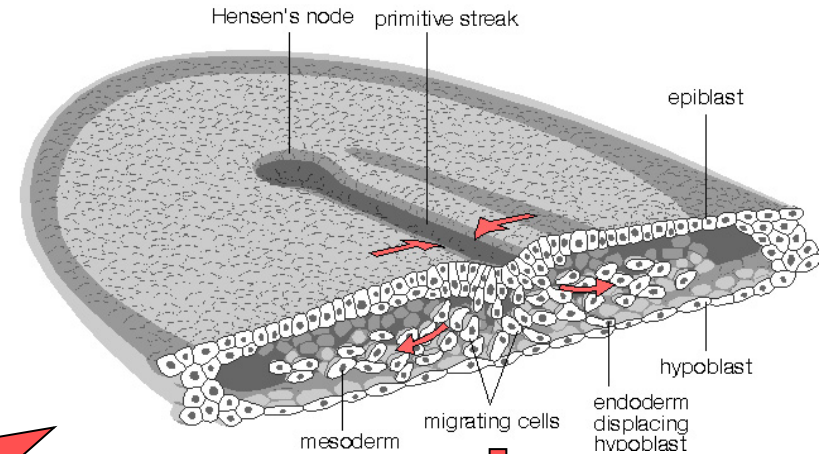
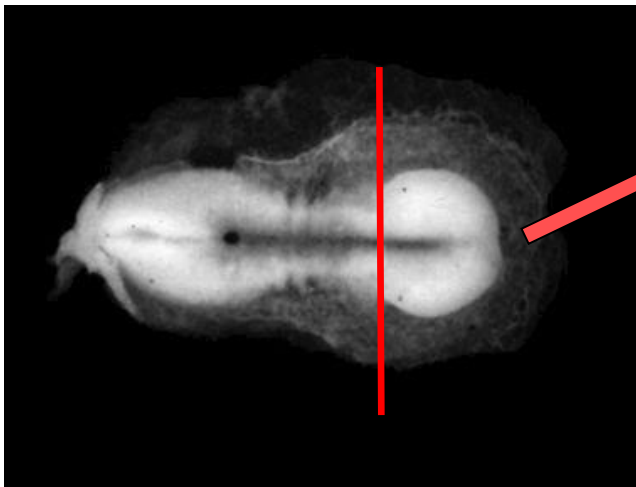
- Krev a hematopoetická tkáň
- Lymfatická tkáň

} Trofická pojivová tkáň (tělní tekutiny)

# EMBRYONÁLNÍ MESENCHYM

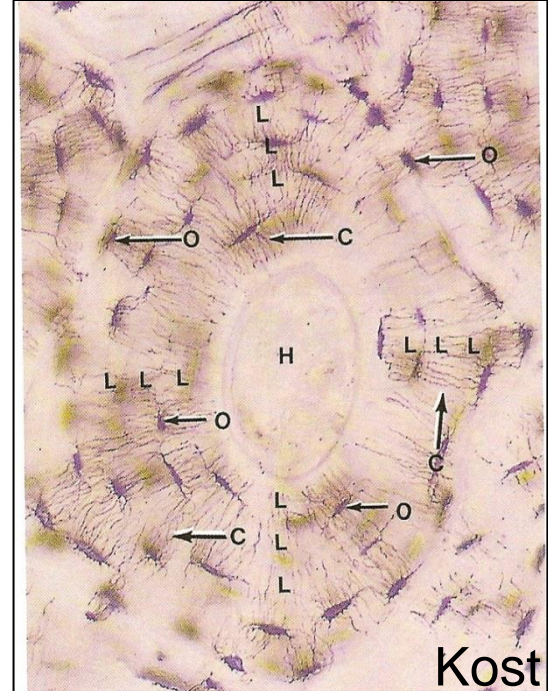
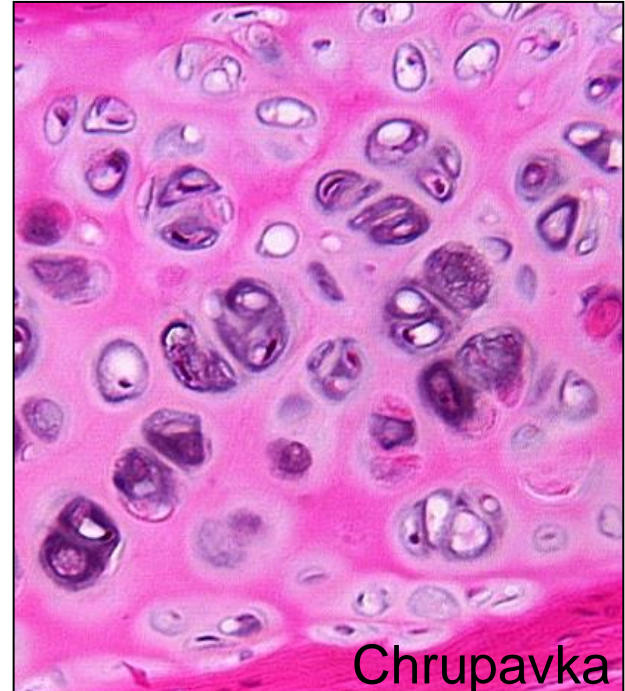
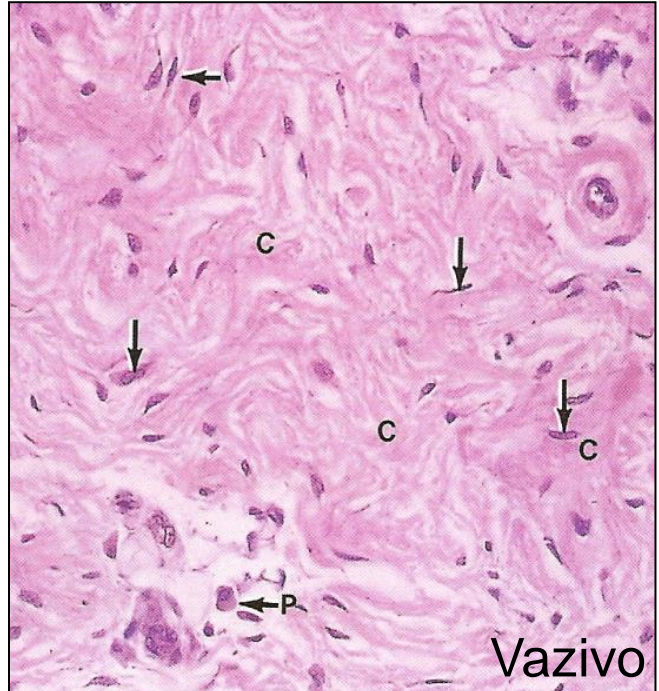
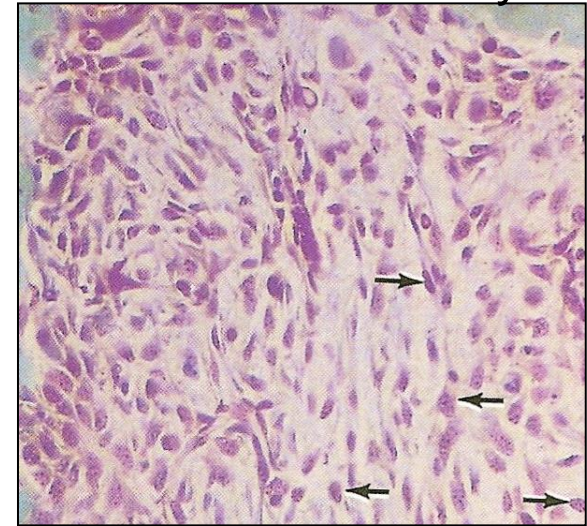
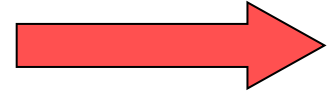
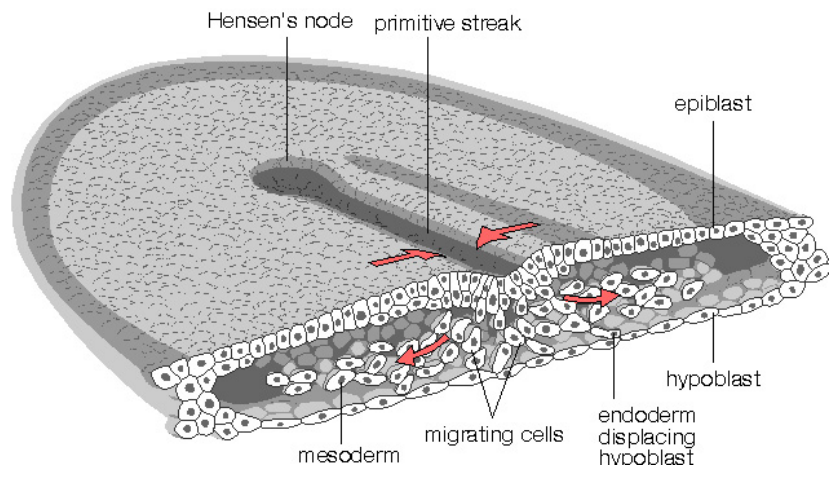
- Řídká houbovitá tkáň mezi zárodečnými listy
- mezoderm; kraniofaciální mezenchym z buněk neurální lišty
- Prostorová síť hvězdicovitých nebo vřetenovitých buněk
- Rosolovitá základní amorfní hmota

DEN 12 embryonálního vývoje

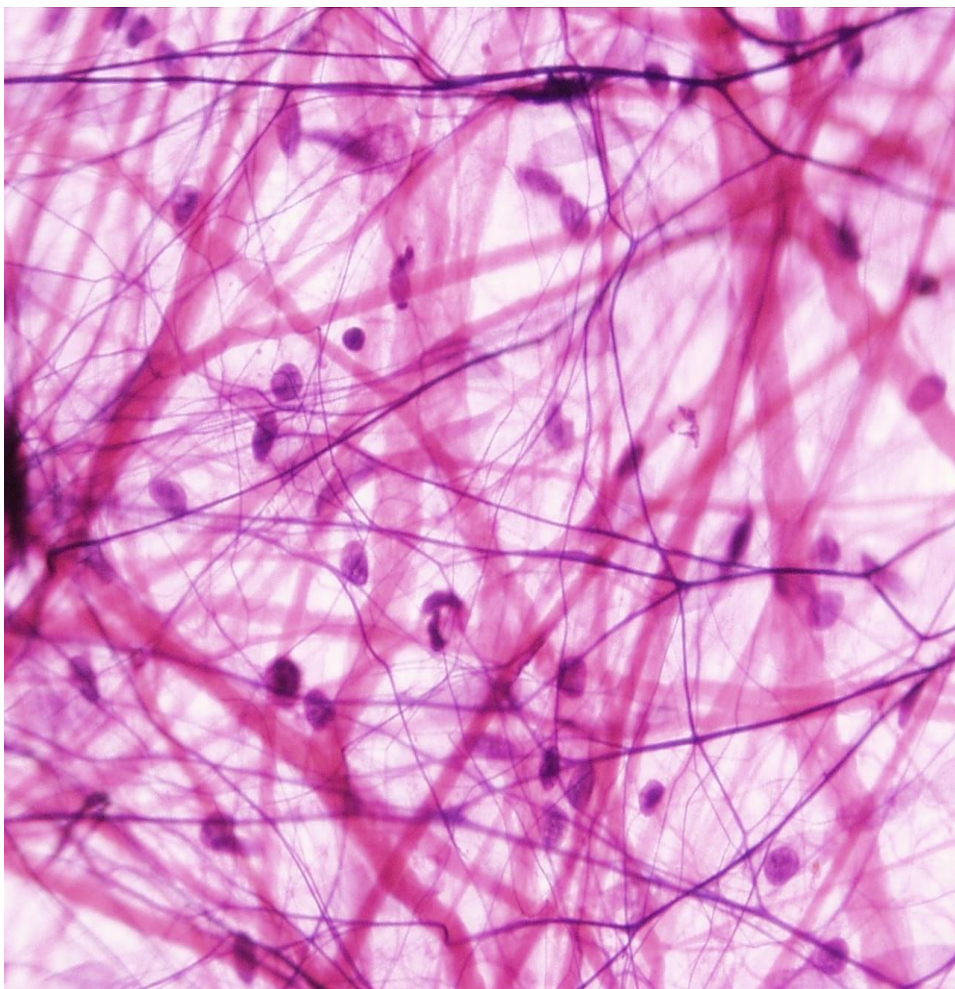


# EMBRYONÁLNÍ MESENCHYM A PŮVOD POJIVOVÉ TKÁNĚ

## Mesenchym





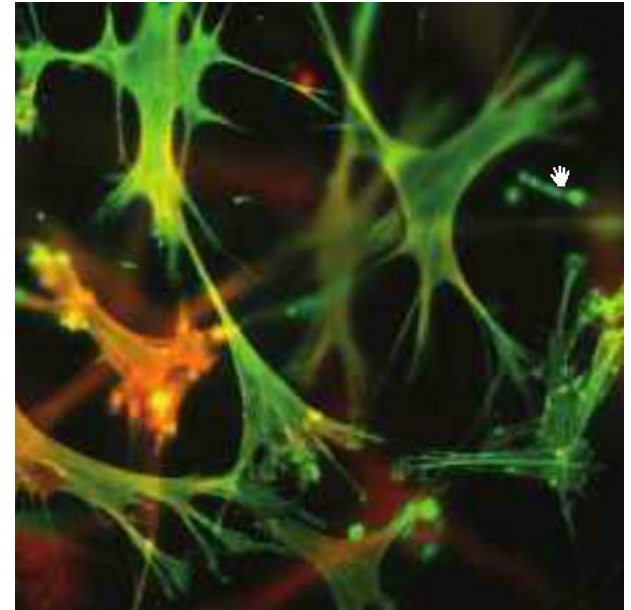


1. **Vazivo**
2. Chrupavka
3. Kost

## Vazivo tvoří:

### Buňky

- **Fixní buňky**
  - Fibroblasty/fibrocyty/myofibroblasty
  - Retikulární buňky
  - Tukové buňky
  - Pigmentové buňky
  - Nediferencované multipotentní buňky
- **Migrující buňky** (bloudivé)
  - Makrofágy pojivové tkáně = histiocyty
  - Plazmatické buňky
  - Lymfocyty, granulocyty
  - Heparinocyty
  - ...



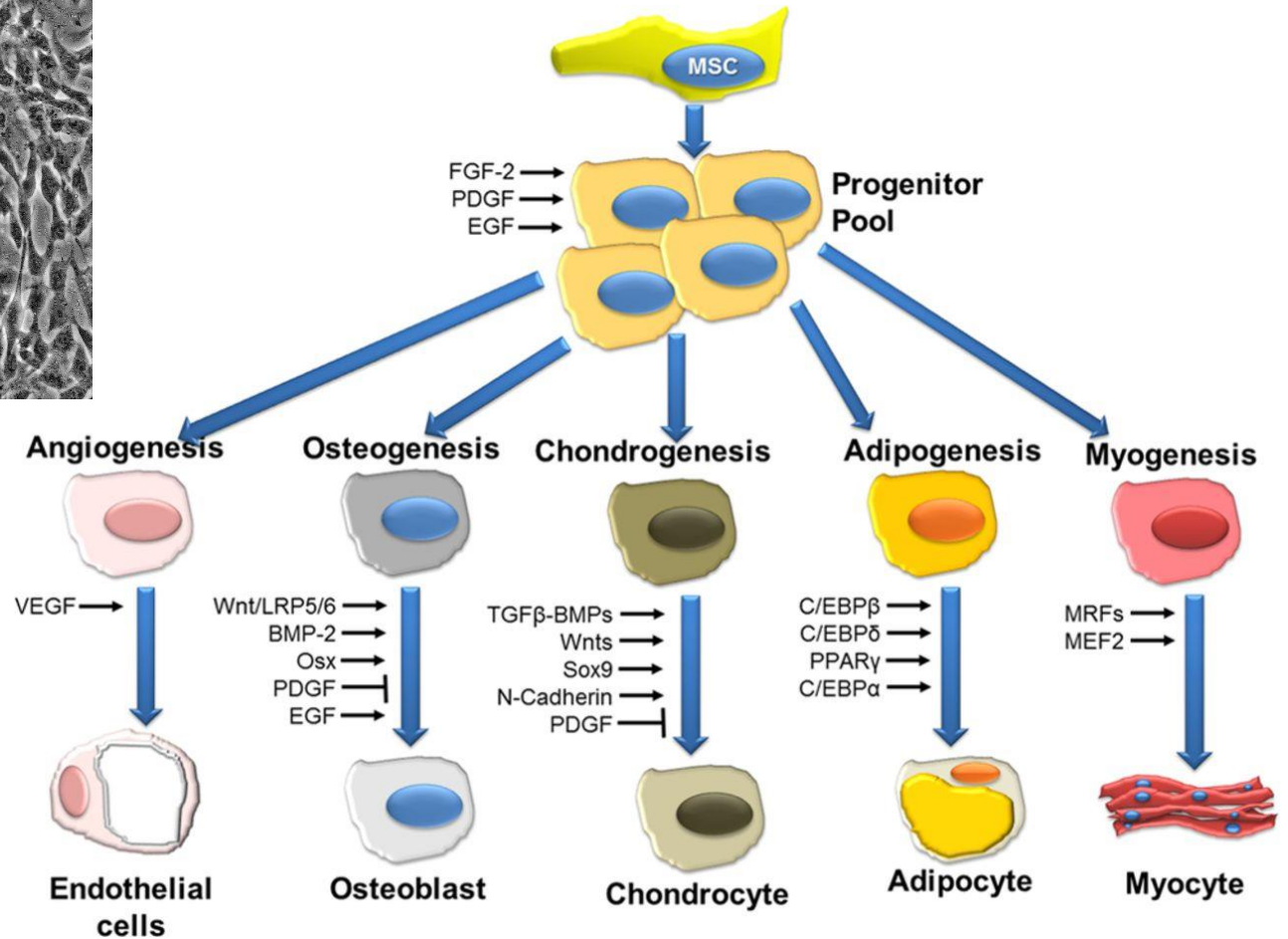
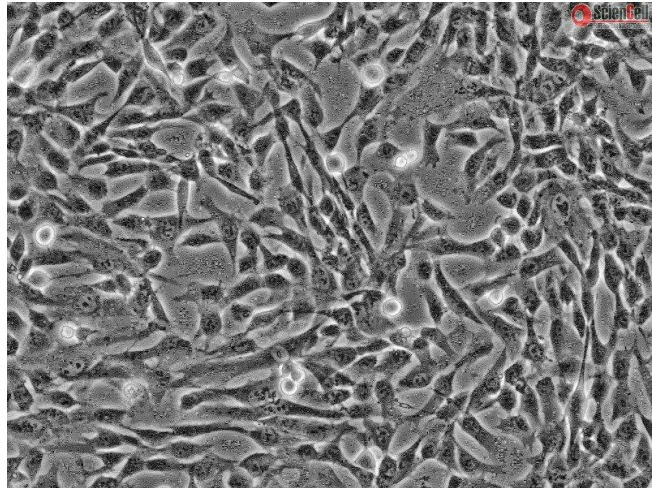
**a:**

### **Extracelulární matrix**

- Vláknitá (fibrilární) složka
- Základní amorfní hmota

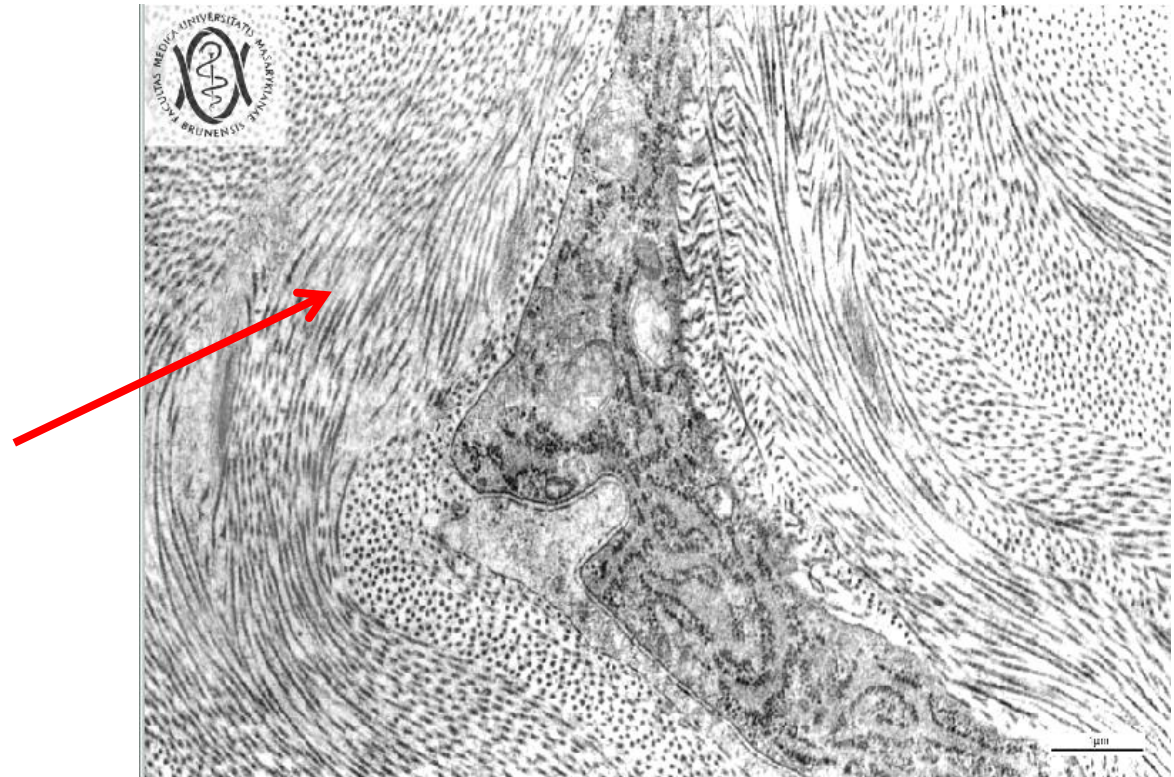
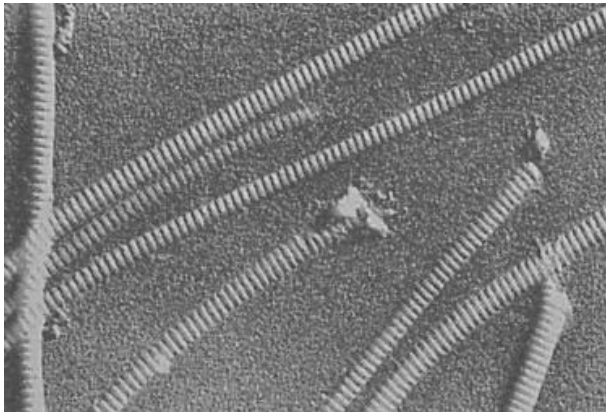
# OBEČNÉ SLOŽENÍ VAZIVA

- Mesenchymální kmenové buňky a jejich deriváty



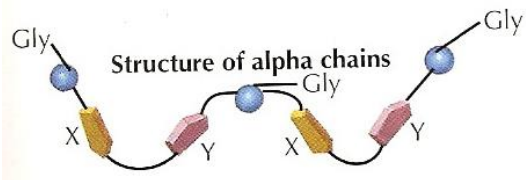
## Kolagenní vlákna

- 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)



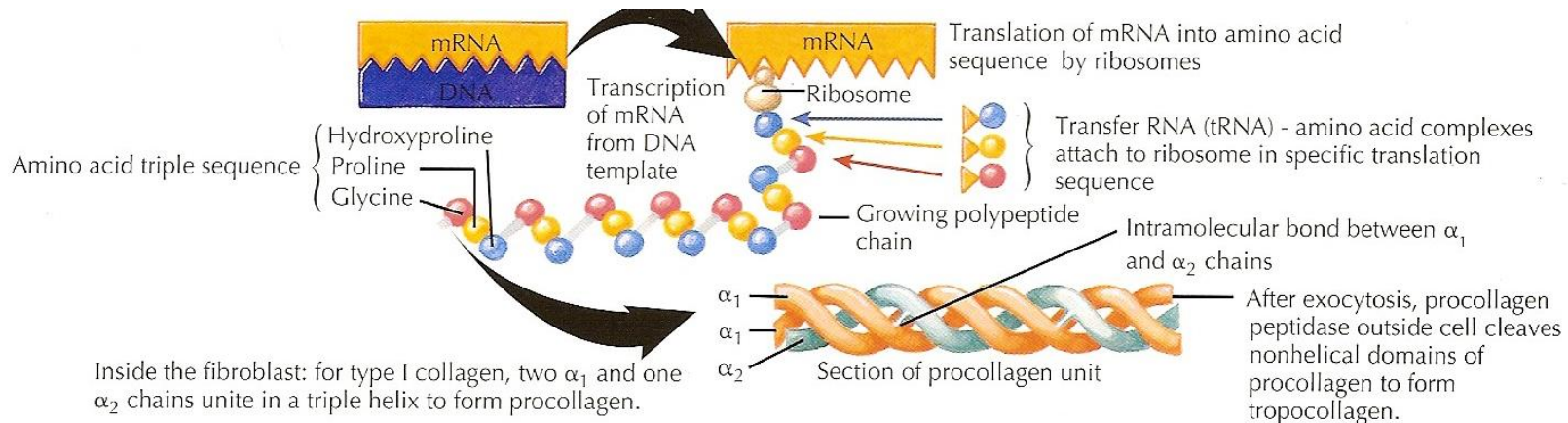
# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA - SYNTÉZA KOLAGENU

- 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**



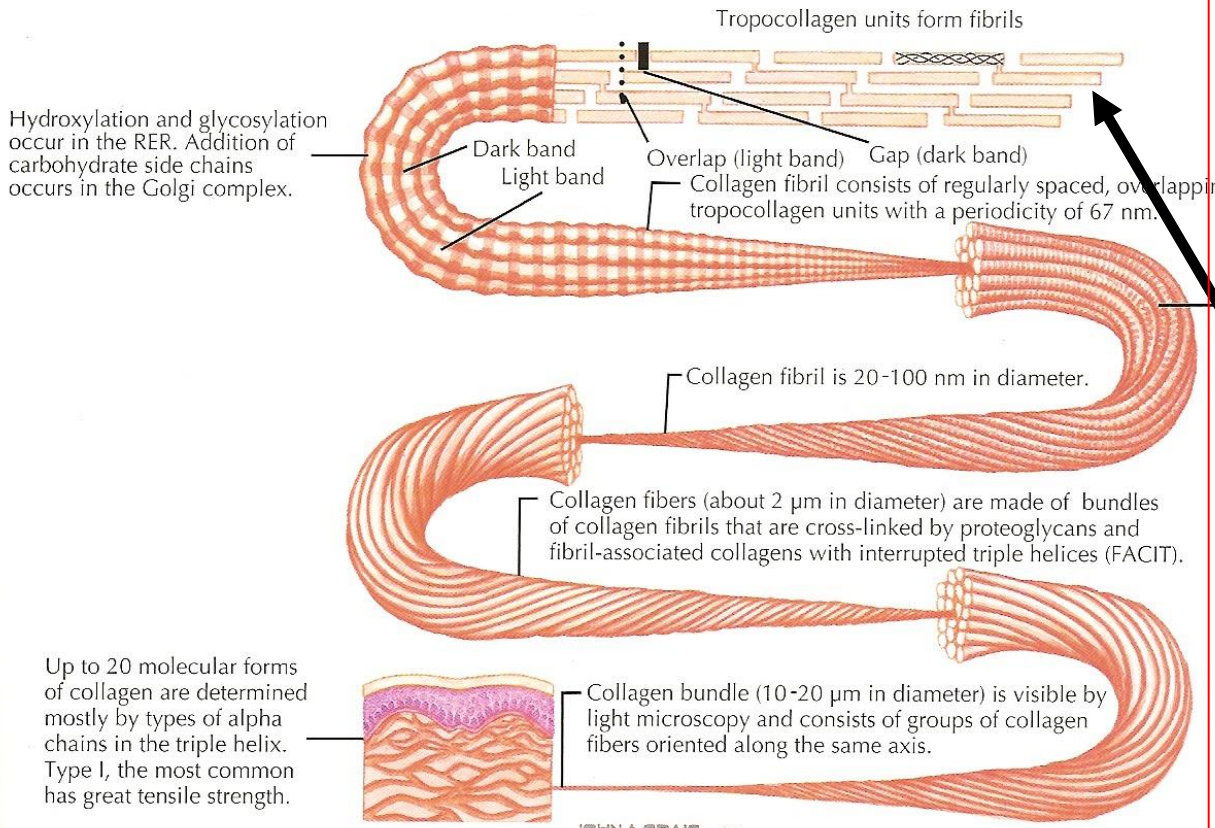
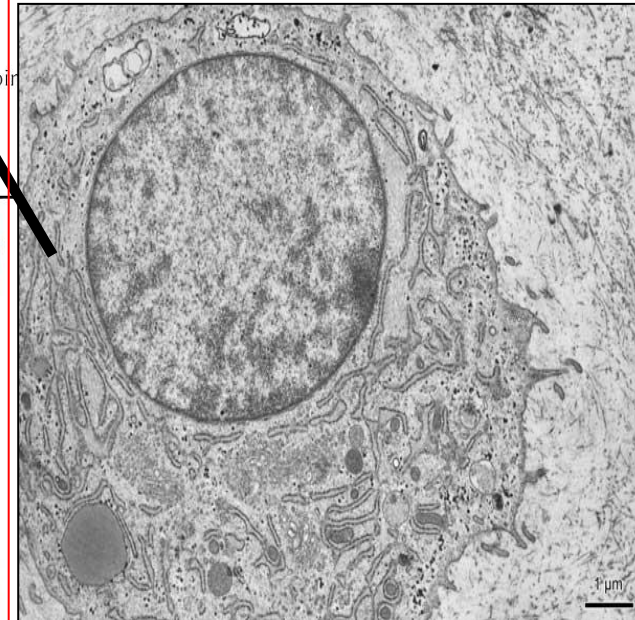
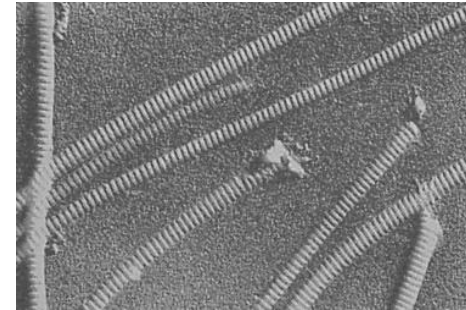
- V GA je prokolagen dále modifikován a sekretován z buňky

# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA - SYNTÉZA KOLAGENU

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

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

Vlákna jsou vzájemně propojena (lysyoxidázy)

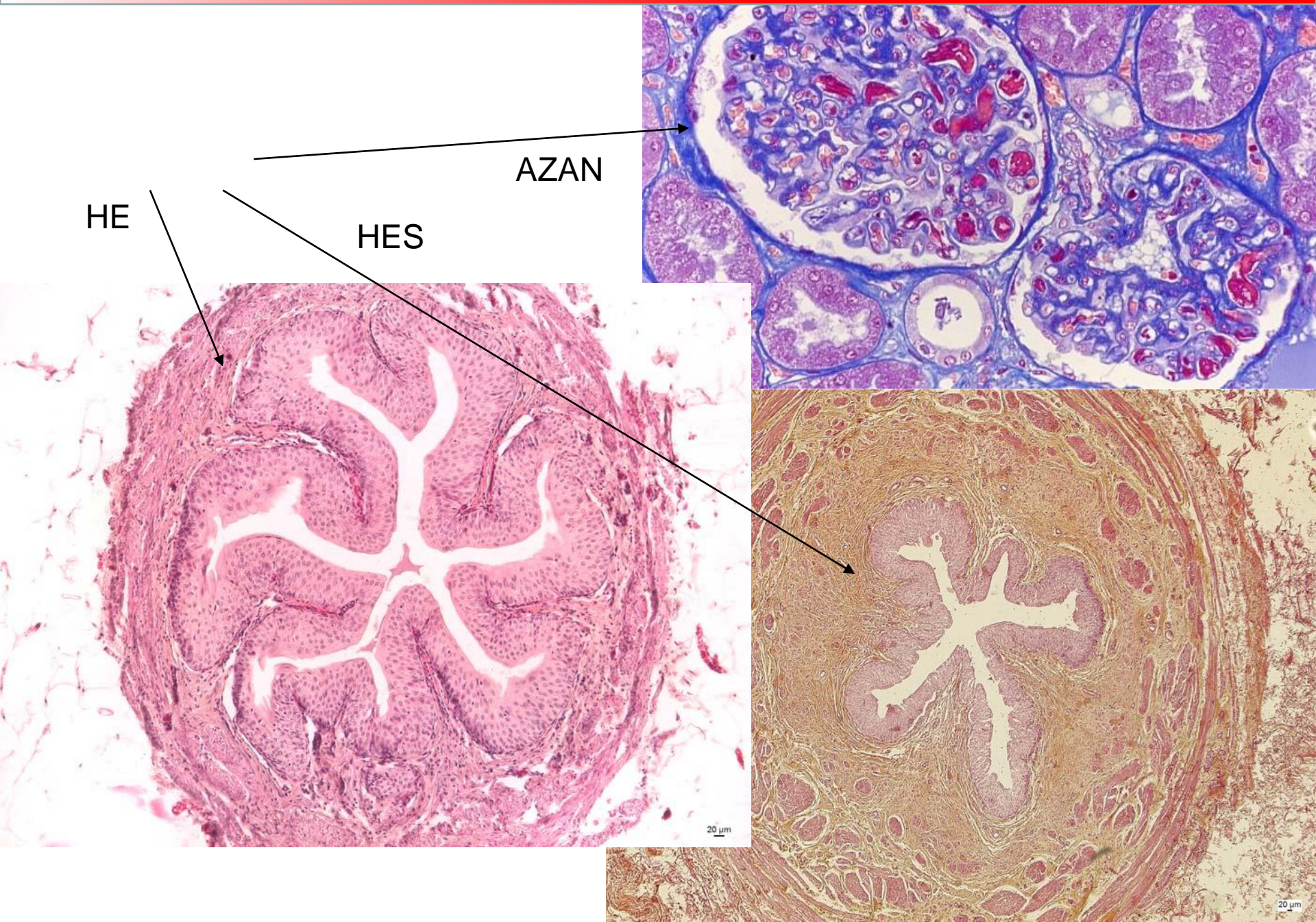


JOHN A. CRAIG AD

# 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





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

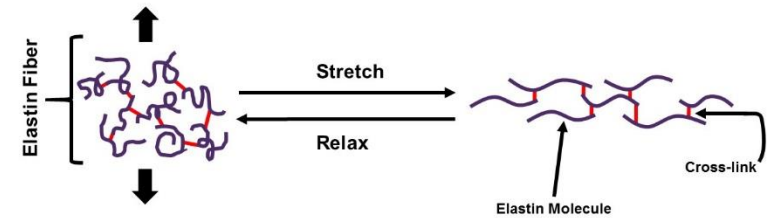
**2005**

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



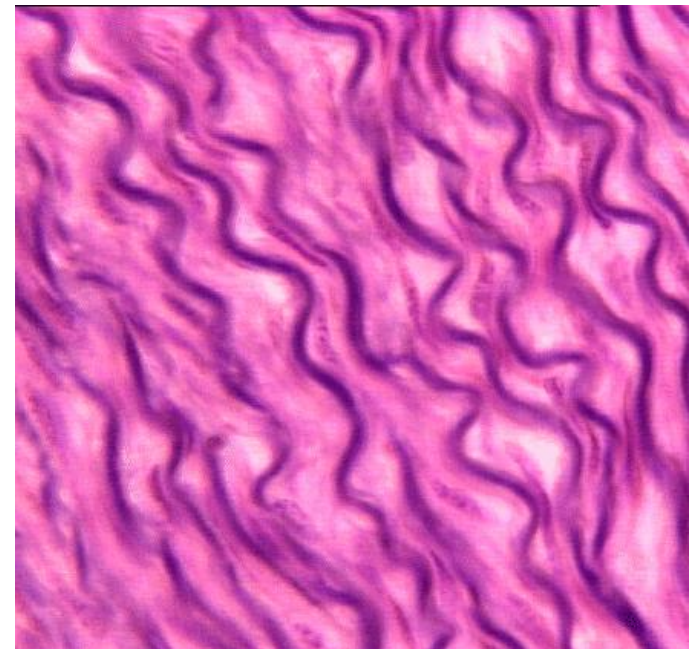
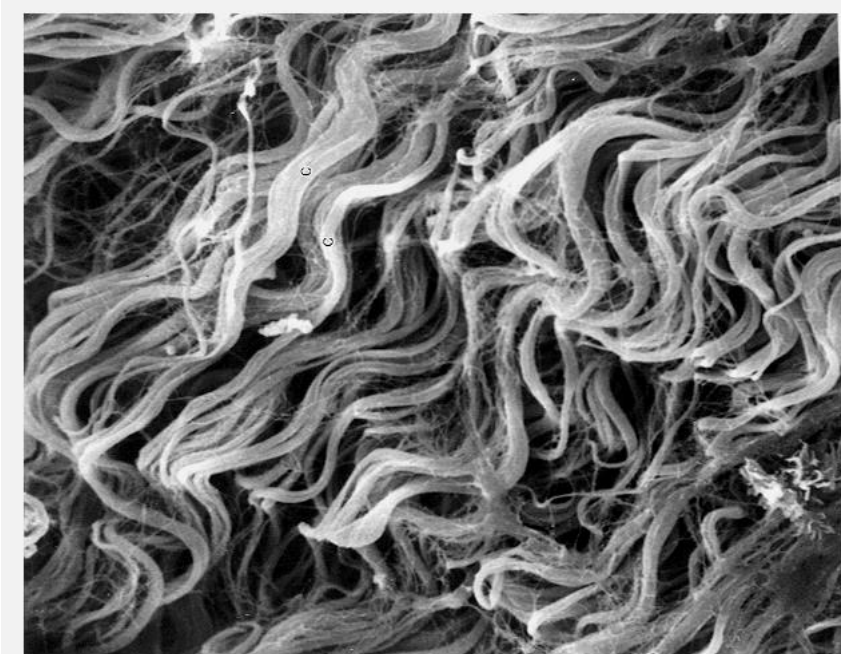
# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – ELASTICKÁ VLÁKNA

- 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



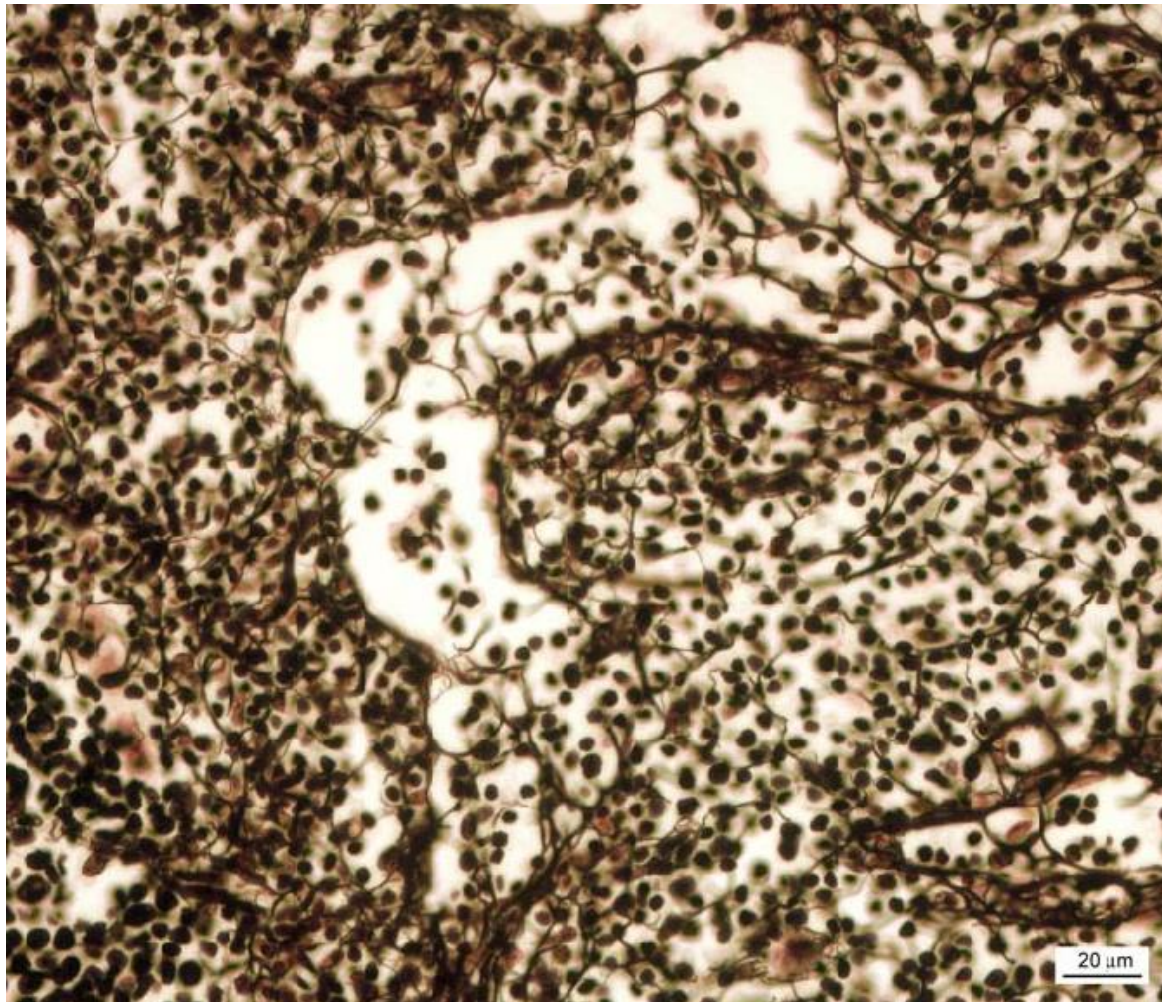
Lineage ©

Moises Dominguez



# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – RETIKULÁRNÍ VLÁKNA

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

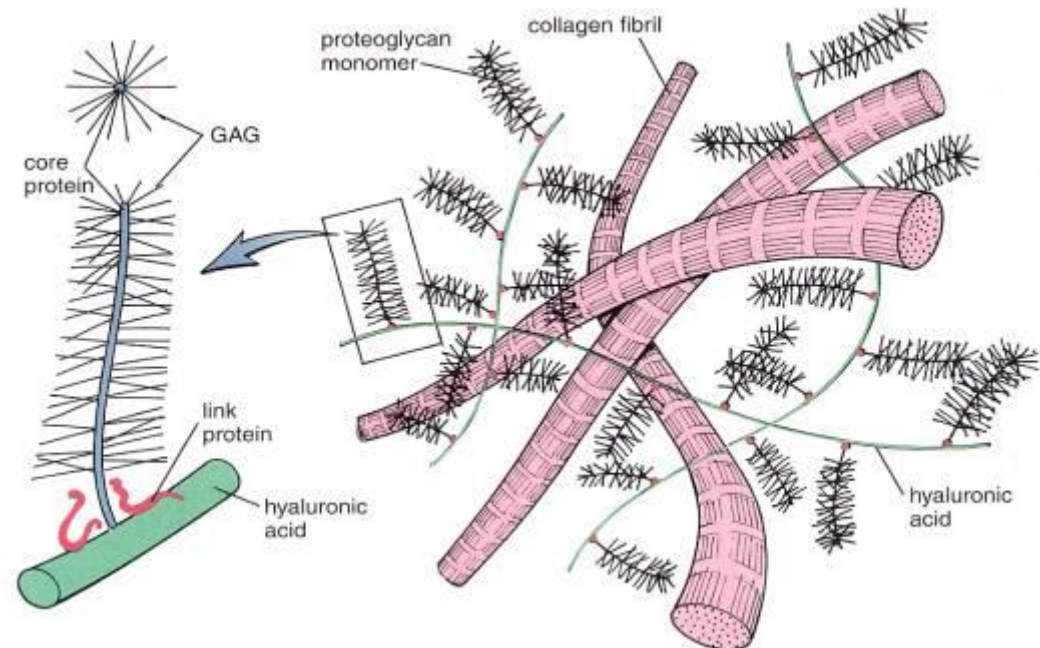
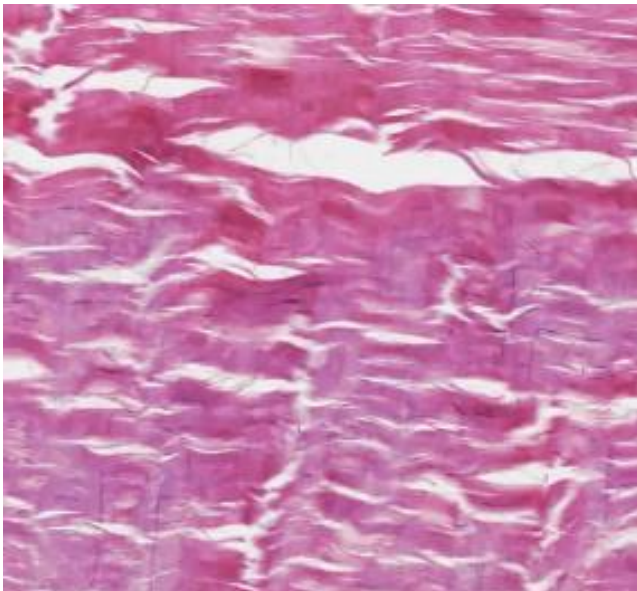


# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – RETIKULÁRNÍ VLÁKNA A TKÁŇOVÁ NICHE



# MEZIBUNĚČNÁ HMOTA – ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA

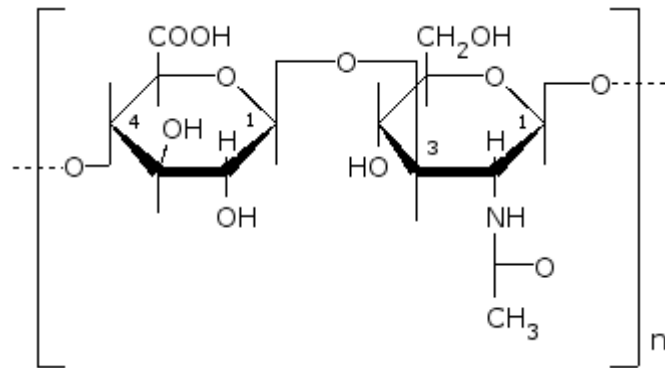
- Amorfní, mezibuněčná hmota (extracelulární matrix)
- Bezbarvá, průsvitná homogenní směs glykosaminglykanů, proteoglykanů a strukturálních glykoproteinů



# 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 výj

**Glyk**

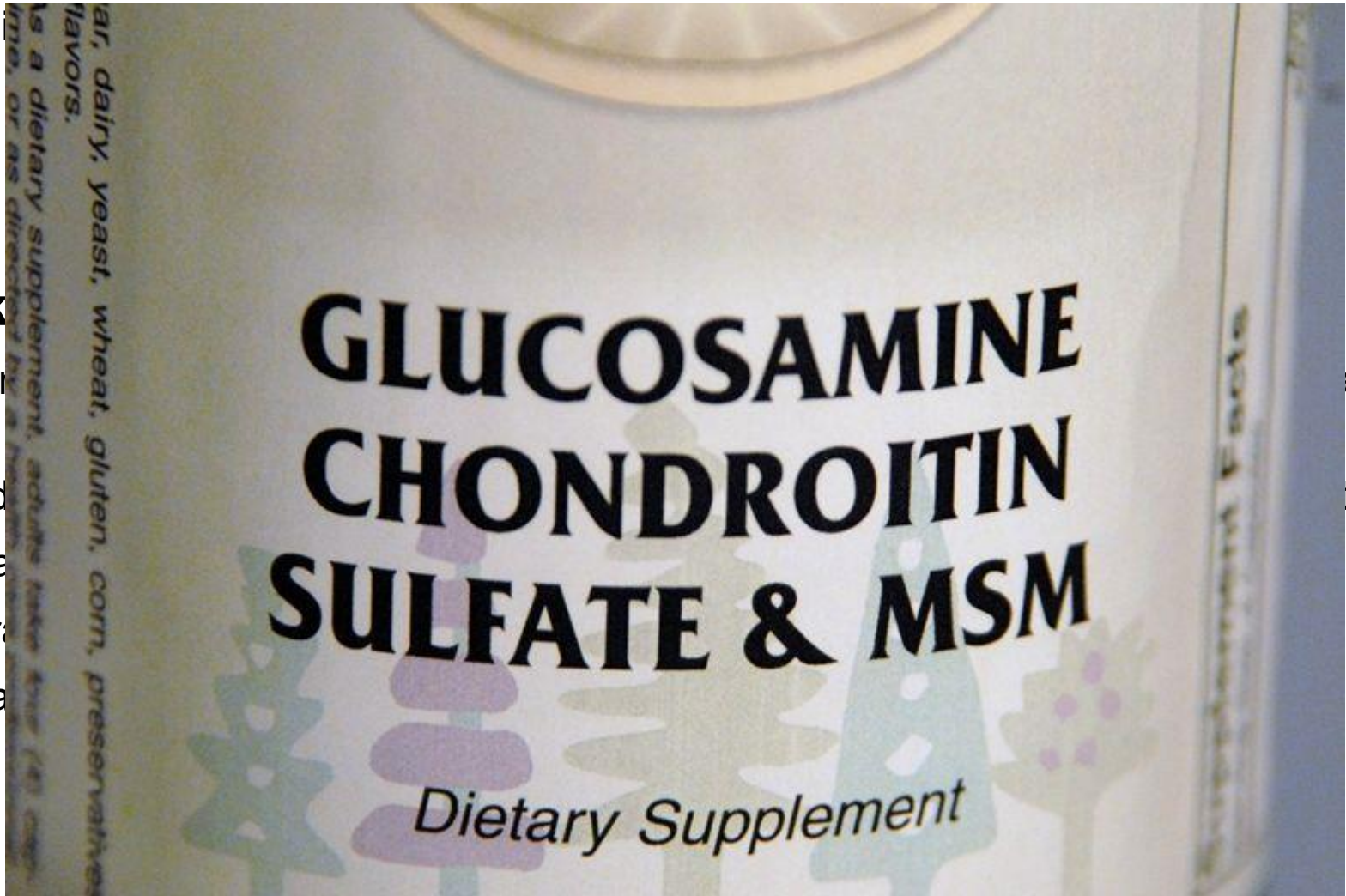
Kyselina

Chond

Derma

Hepar

Kerata

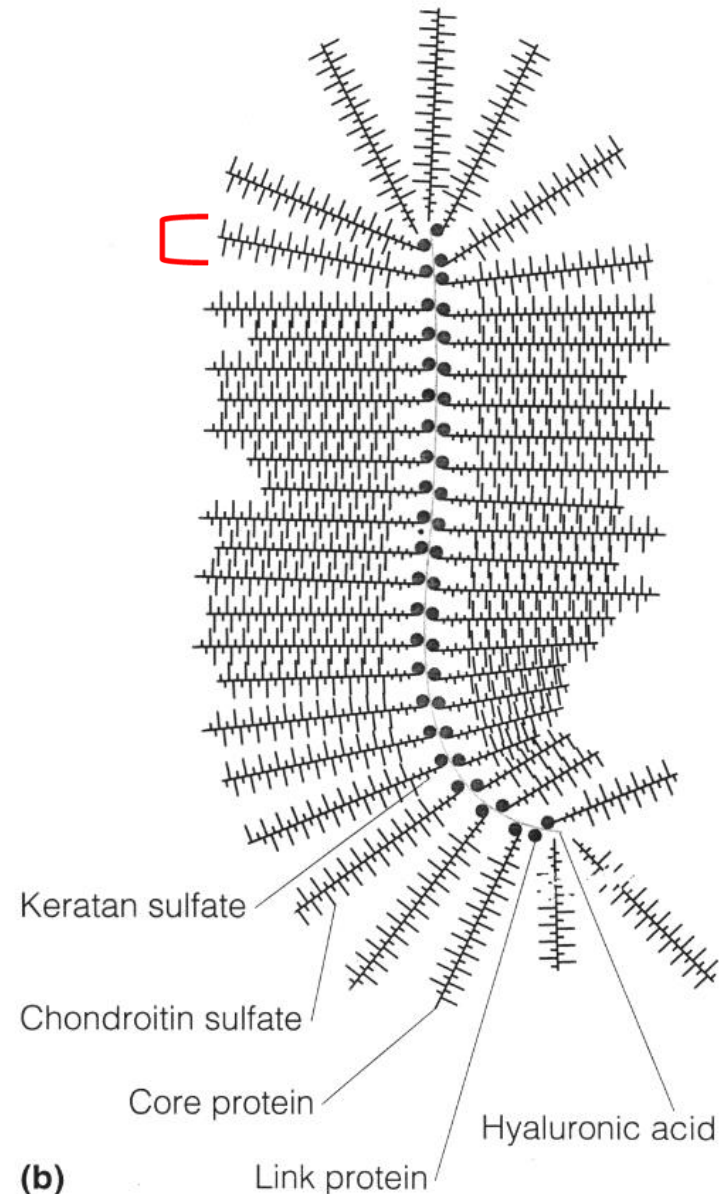


# ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA – PROTEOGLYKANY

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

*příklady:*

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

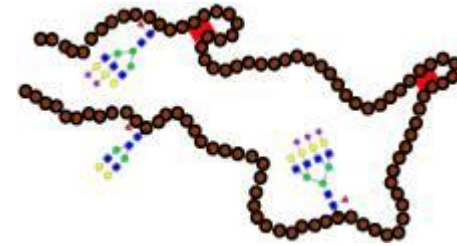


**(b)**



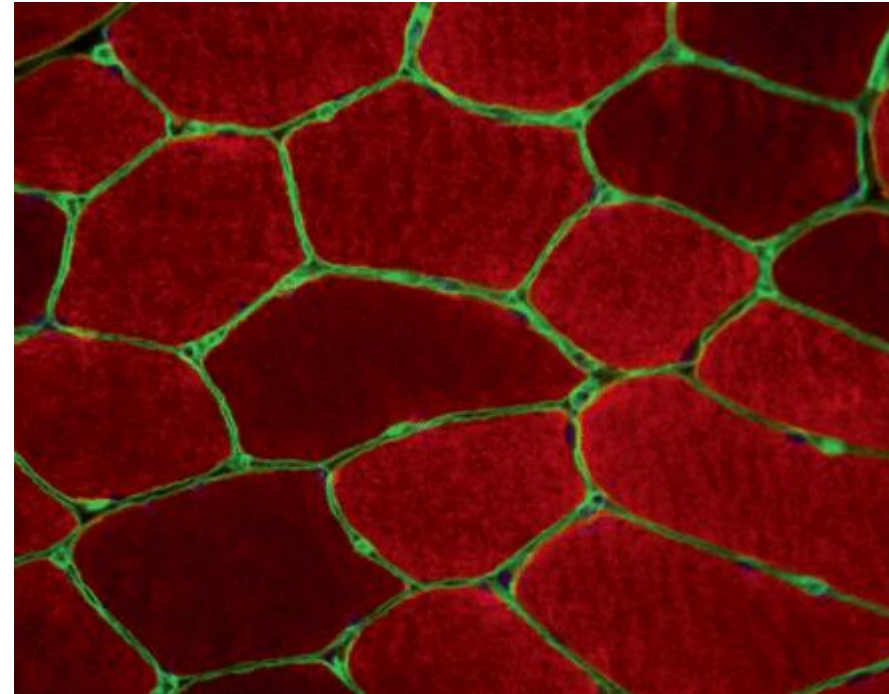
# ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA – STRUKTURÁLNÍ GLYKOPROTEINY

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

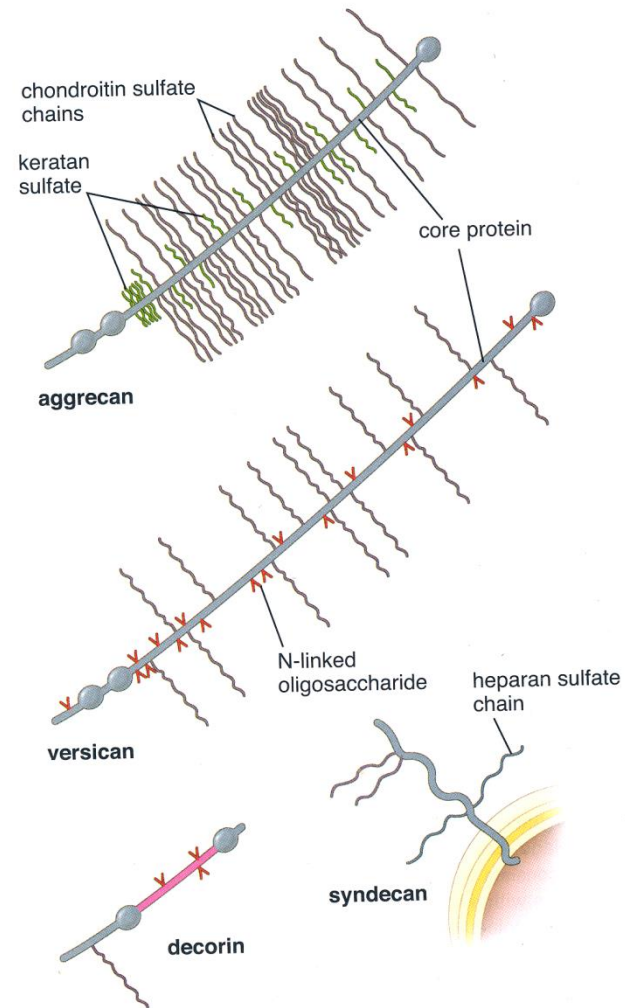
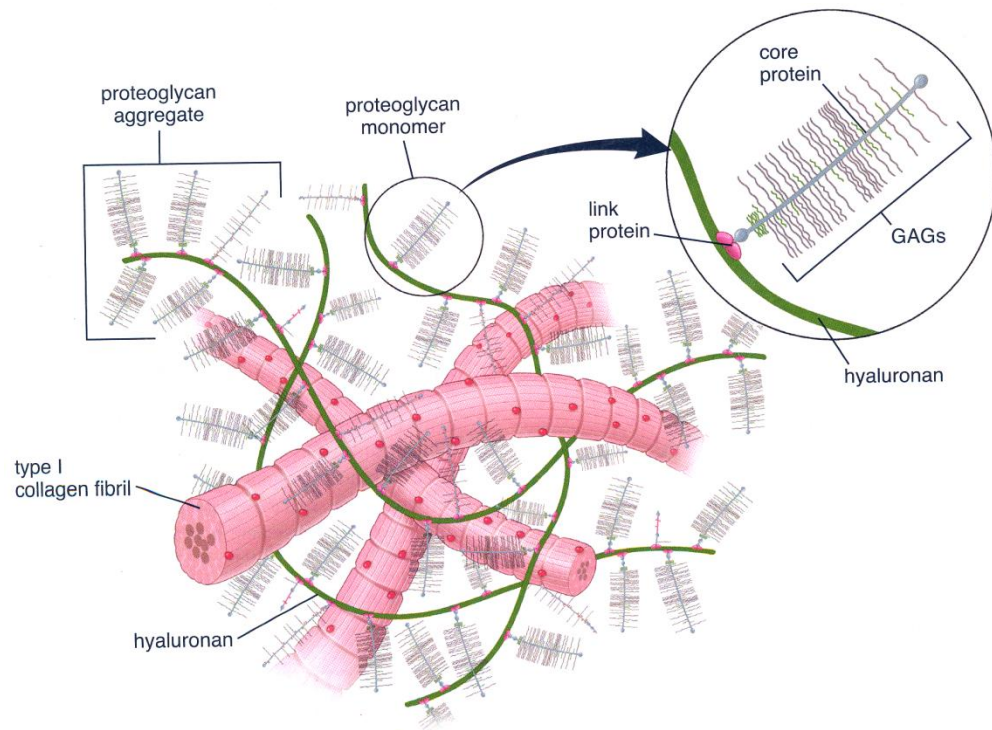


## Příklady:

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

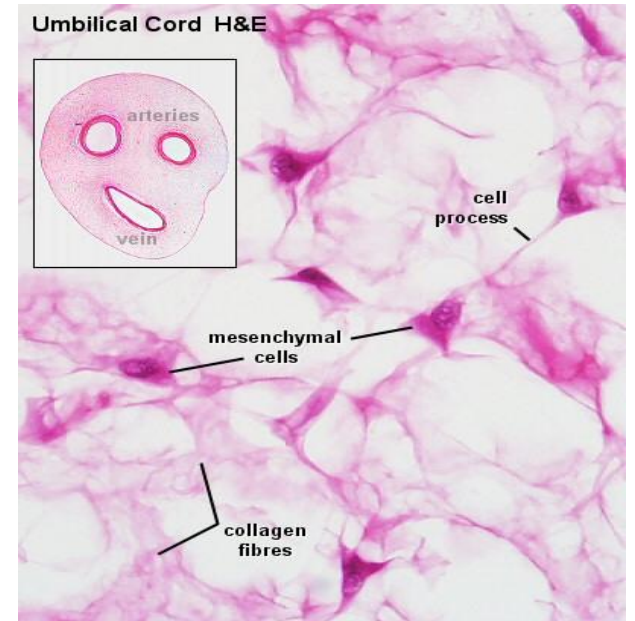
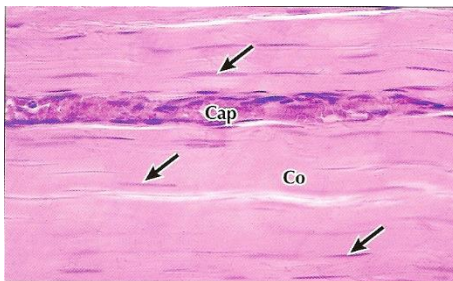
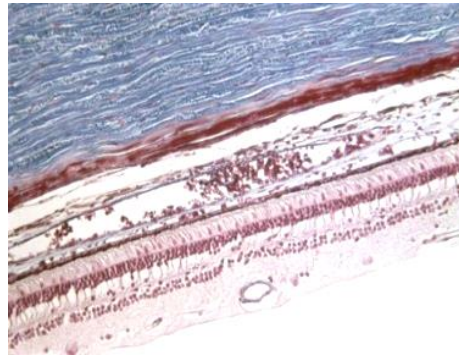
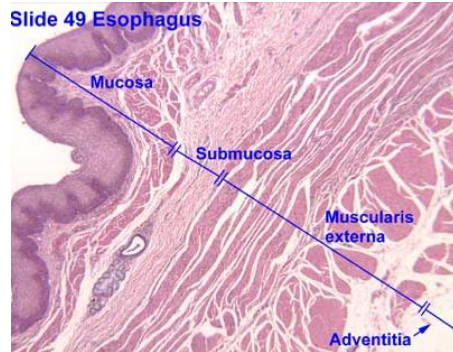
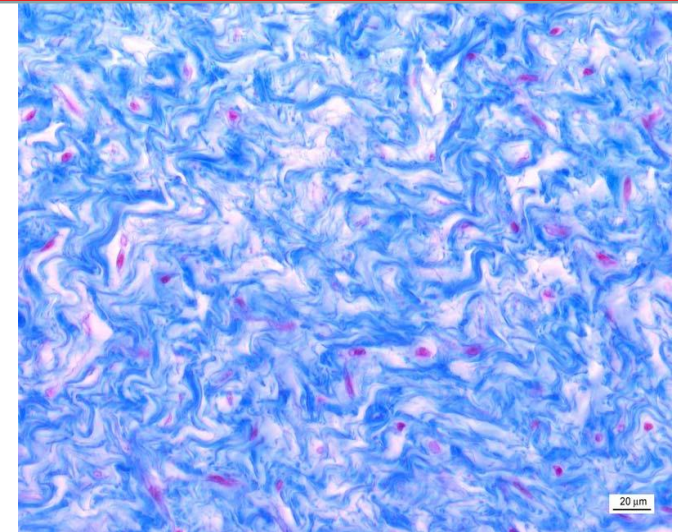


# ZÁKLADNÍ AMORFNÍ HMOTA – SHRNUŤÍ



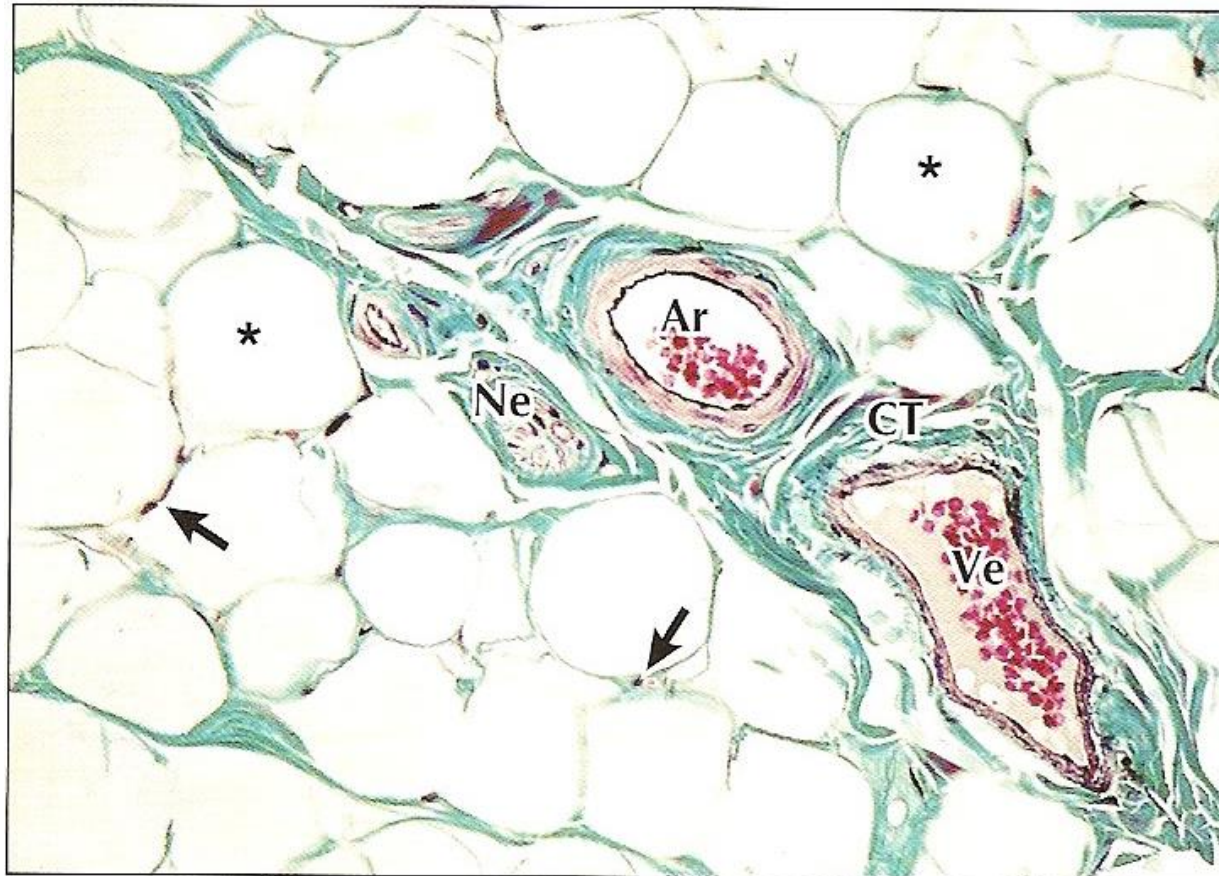
# HISTOLOGICKÁ KLASIFIKACE VAZIVA

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



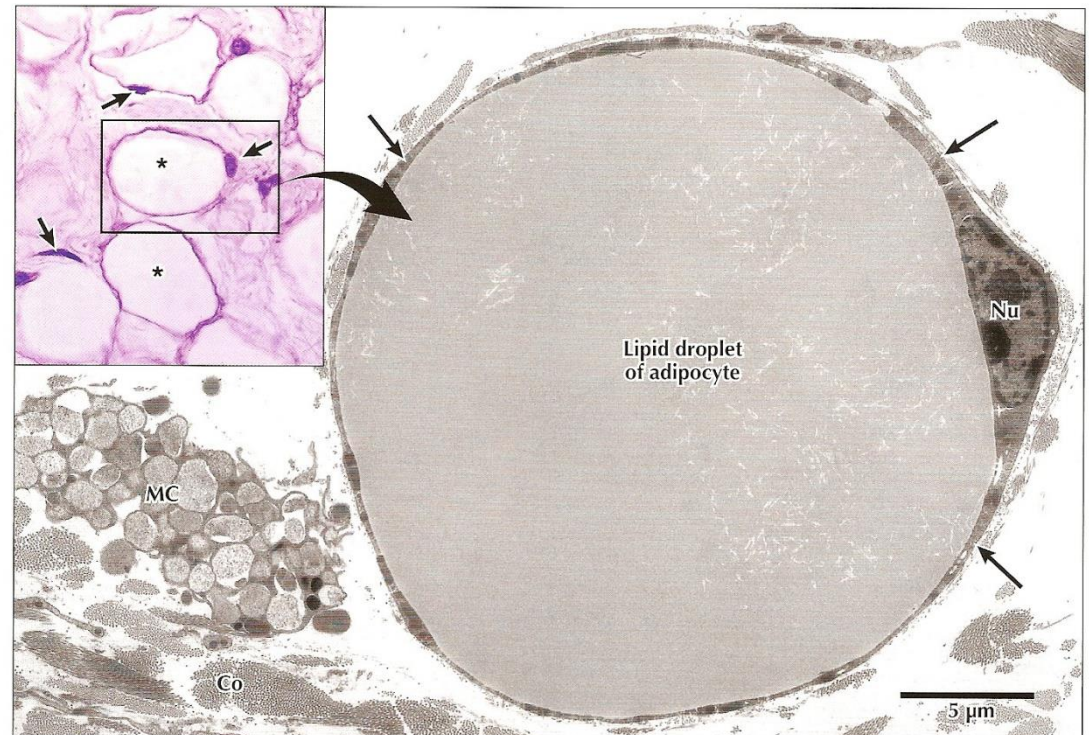
# TUKOVÉ VAZIVO

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



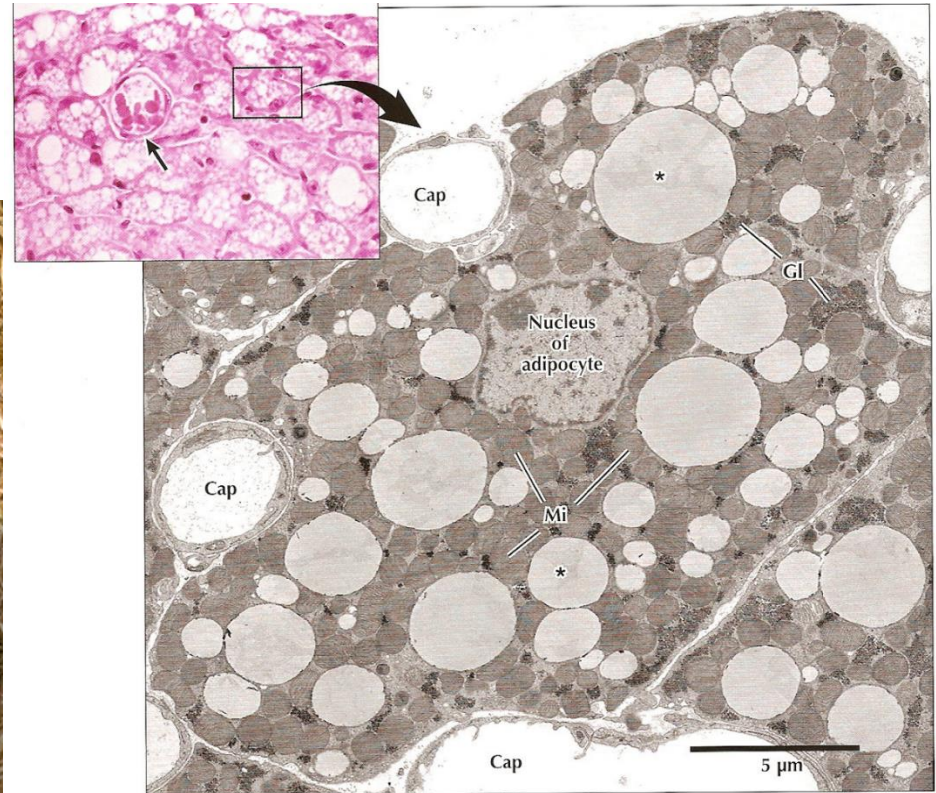
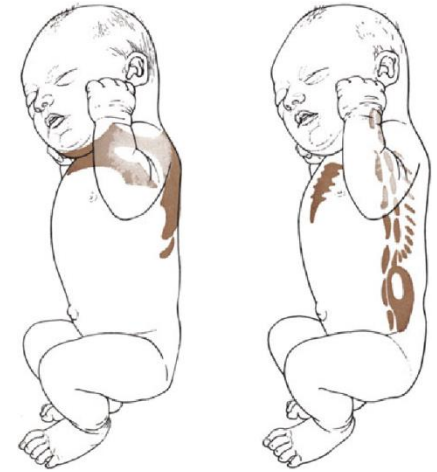
# TUKOVÉ VAZIVO – BÍLÁ TUKOVÁ TKÁŇ

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



# TUKOVÉ VAZIVO – HNĚDÁ TUKOVÁ TKÁŇ

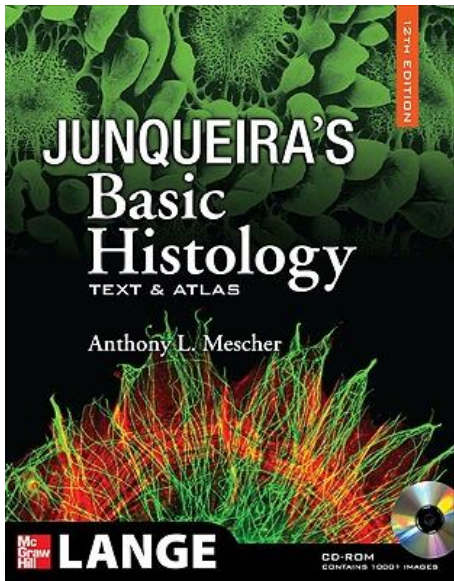
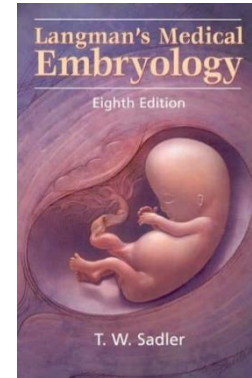
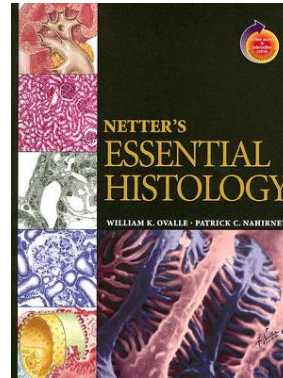
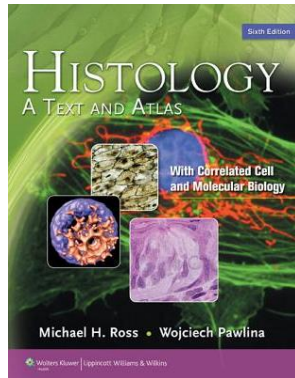
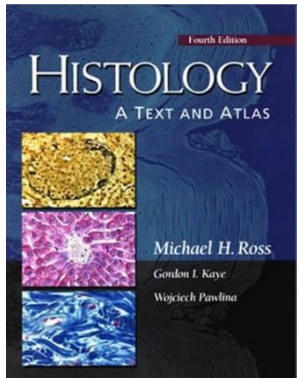
- vyvíjející se fetus a děti do cca 1 roku
- rychlý zdroj energie a tepla
- mezilopatkový prostor
- malé buňky s početnými lipidovými kapénkami



# CLASSIFICATION OF CONNECTIVE TISSUE

Kolagenní	Stavba	Funkce/výskyt
Řídké kolagenní vazivo	Větší množství základní amorfnní hmoty, spíše méně kolagenních vláken s náhodným uspořádáním,	Mikrovaskularizace, inervace
Husté neuspořádané kolagenní vazivo	Málo základní hmoty a buněk, hodně kolagenních vláken s náhodným uspořádáním	Mechanicky odolné vazivové obaly orgánů, skléra
Husté uspořádané kolagenní vazivo	Těsně uspořádané kolagenní svazky, fibrocyty mezi nimi	Šlachy, vazy
<b>Embryonální</b>		
Mesenchym	Nediferencované buňky rozptýlené v základní hmotě, málo vláken	Progenitory
Whartonův rosol	Viskózní amorfnní hmota, kolagenní vlákna, rozptýlené fibrocyty	Pupečník
<b>Specializované vazivo</b>		
Retikulární	Síť z kolagenu typu III, retikulární buňky	Hematopoetické a lymfatické orgány
Elastické	Elastická vlákna a membrány	Pružná podpora elastických arterií a aorty
Tukové	Adipocyty, bohatá vaskularizace, MSCs	Energie - ATP/teplo
Chrupavka	Chondroblasty, chondrocyty	Mechanická podpora
Kost	Osteoblasty, osteocyty, osteoklasty	Mechanická podpora, metabolismus Ca a $PO_4^{3-}$
Krev	Přednáška tento semestr	

# 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 assemble into tissues and defines the basic properties of individual tissue types. Building on morphology of cells as well as on their molecular makeup, general histology provides indispensable theoretical ground for microscopic anatomy (structure of organs and organ systems) and for embryology (body development).		

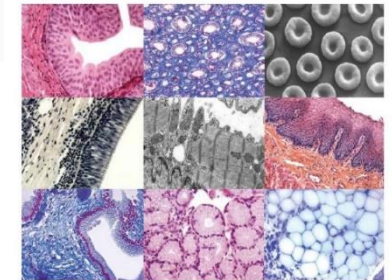
[www.histology.med.muni.cz](http://www.histology.med.muni.cz)

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



## Guide to General Histology and Microscopic Anatomy

Petr Vaňhara, Miroslava Sedláčková,  
Irena Lauschová, Svatopluk Čech, Aleš Hampel



Masaryk University, Brno 2017

# DĚKUJI ZA POZORNOST