**MEDZIBUNKOVÉ SPOJE, CYTOPLAZMA, CYTOSKELET**

***MEDZIBUNKOVÉ SPOJE***

**Plazmodezmy (gr.*desmos* - spojiť, zviazať)**

- kanáliky v bunkových stenách R buniek vystlané cytoplazmatickou memránou

- prechádzajú nimi reťazce cytoplazmy

- spojenie prevažnej časti R v 1 živý celok

- voľný priechod vody a malých molekúl z bunky do bunky (aj niektoré polypeptidy a molekuly RNA)

- k prenosu dochádza pozdĺž vlákien cytoskeletu

dezmotubulus - výbežok ER

***- transmembránové proteíny*** sú spoločným stavebným princípom (okrem vodivého spoja - nexus)

= cez ne sa nadviazuje spojenie

= prepevnenie k cytoskeletu

= spojenia sú dynamické (rozpad vs. vytvorenie podľa potreby)

**ADHÉZNY SPOJ**

- mechanická funcia

ide o ukotvenie susedných buniek: k sebe **= dezmozómy**

**= zonula adhaerens**

v medzibunkovej hmote **= hemidezmozóm**

**= fokálny kontakt**

- prítomnosť medzibunkovej štrbiny (spojenie nie je veľmi tesné)

**Stavebný princíp:**

*Transmembránové proteíny*

- vytvárajú spojenie so susednými bunkami (kadheríny) alebo medzibunkovou hmotou (integríny)

*Plakové proteíny* (adaktorové proteíny)

- sprostredkovanie a stabilizácia spojenia medzi transmembránovým proteínom a cytoskeletom

*Filamenty cytoskeletu*

- dezmozómy, hemidezmozómy - *intermediálne filamenty*

- zonula adhaerens, fokálne kontakty - *aktínové filamenty*

**= dezmozóm (kotvový spoj)**

- spojovacie miesto okrúhleho tvaru

- nity, ktoré spájajú bunky do silných plátov

- na jednu bunku ich pripadá veľa

- medzibunková štrbina (20-40nm) prestúpená jemne vláknitým materiálom

- na Vn strane membrány leží plaková zóna ? intermediálne filamenty - keratín

- epitel, ale aj neepitelové tkanivá

**= zonula adhaerens**

- zonulae - pás

- bunka je dookola zviazaná so všetkými okolitými bunkami

- plaková zóna je menej hustá

- aktínové filamenty sú napínané myozínom II - kontraktilný pás

- všetky jednovrstvové a niektoré viacvrstvové epitely, endotely ciev

**= hemidezmozóm**

- polovičný dezmozóm

- ukotvuje epitel k medzibunkovej hmote (väzivu)

- do oblasti plakov sa upínajú intermediálne filamenty

**= fokálny kontakt**

- ukotvuje epitel v medzibunkovej hmote

- do oblasti plakov sa upínajú aktínové filamenty

- endotel v artériách

**TESNÝ SPOJ (bariérový) (*zonula occludens***(tight junction))

- vzniká zlúčením cytoplazmatických membrán 2 susedných buniek

- uzatvorenie medzibunkovej štrbiny

- výstelka čreva, cievny endotel

- tvorený pásom transmembránových proteínov - ***klaudin occludin***

- zamedzenie priechodu vody, hydrofilných molekpl a iónov

- bariéra, ktorá zabraňuje difúzii

- rozmedzie v priepustnosti (klaudin - tvorí póry prepúšťajúce vodu a ióny)

**VODIVÝ SPOJ (komunikačný, nexus)**

- prenos iónov solí a malých signálnych molekúô (glukóza, AMK)

- šírka medzibunkovej steny: 3nm

- medzera premostená 8 spojovacími kanálmi

- komunikácia navzájom prepojených buniek

- veľkosť pórov je možné regulovať (otváranie, zatváranie)

- stavebnými prvkami sú konexíny spojené do hexaméru, čím vytvárajú polovicu kanála - **konexon**

- bunky srdcového svalu, hladkého svalu, šošovky, occytové nervové bunky

***ZÁKLADNÁ CYTOPLAZMA***

**Hyaloplazma (ektoplazma)**

**Granuloplazma (endoplazma)**

**Homogénna hmota bunky**

R bunky - tekutá základná cytoplazma

Ž bunky - v stave gélu

sól <=> gél: zmeny teploty, pH, koncentrácie solí a tlaku

- spevnenie čiastočne zabezpečuje systém cytoskeletu

- obklopuje všetky bunkové štruktúry

- vysoký obsah vody (60-80%)

- bielkoviny (40-60%)

- lipidy (10-20%)

- sacharidy (10-15%)

- minerály (3-5%)

- malé množstvo RNA

**Bielkoviny**

- hlavne globulárne

- vznik vláknitých útvarov (tvorba deliaceho vretienka)

enzýmatická aktivita: enzýmy aeróbnej glykolýzy, enzýmy aktivujúce AMK

voľné AMK: zásoba pre proteosyntézu

**Lipidy**

- hlavne vo forme fosfolipoproteínov

- voľné neutrálne tuky sú zriedkavé

**Iné chemické zlúčeniny**

- nukleotidy a ich deriváty (ATP)

- tRNA, mRNA

- vitamíny

- niektoré pigmenty

**Acidofilná cytoplazma**

- farbí sa kyslými farbivami (eozín, oranž G)

pH: 6,8 (slabo kyslé)

- číra, sklovite priehľadná, bezfarebná

- ultraštruktúra je určeá priestorovým zastúpením makromolekúl

- častice cytoplazmy sa môžu premiestňovať

**Funkcie**

1. prostredie pre existenciu organel

2. obsahuje glykoidné granuly (zásoba E v bunke)

3. spolu s cytoplazmatickou membránou zaisťuje výmenu látok medzi bunkou a prostredím

4. umožňuje presun látok vnútri bunky (látková komunikácia medzi jednotlivými bunkovými štruktúrami)

5. miesto tvorby fivrilárnych štruktúr (deliace vretienko, keratínové vlákna, myofibrily)

6. čiastočná premena B, hydrolytické procesy, štiepenie polyS, anaeróbna glykolýza, syntéza lipidov

7. zmeny viskozity umožňujú priebeh niektorých fyziologických pochodov (tvorba plazmatických panôžok, pohyb bunky, tvorba deliaceho vretienka - mitóza)

***CYTOSKELET***

- trojrozmerná sieť filamentov

- **mikrofilamenty** (**aktínové**) (7nm)

- stredné alebo **intermediálne filament**y (10nm)

- **miktotubuly** (25nm)

- usporiadané systémy (sprievodné proteíny, molekulové motory)

**Všeobecné vlastnosti**

- stavebné kamene - **proteíny** - filamenty (samozostavovanie - polymerizácia) - rozloženie (disociácia, depolymerizácia)

- rýchla prestavba cytoskeletu podľa potreby (bunkové delenie, migrácia buniek)

- nastavenie rovnovády **= sprievodné proteíny** (špecifické pre každý systém filamentov)

= pre spájanie filamentov jedného typu navzájom, ale aj s filamentmi iných systémov, rovnako aj s membránovými filamentami

- vykonávanie rozmanitých funkcií ako 1 celok

**Funkcie cytoskeletu**

- **mechanická stabilizácia** bunky a jej výbežkov

- **pohyby bunky** - spolupráca aktánových filamentov a ich proteínových motorov (myozíny)

- za pohyb briasiniek sú zodpovedné mikrotubuly a proteínový motor dyneín

- **vnútrobunkový pohyb** (organely, CH)- transport na dlhšie vzdialenosti (mikrotubuly + kinezíny, dyneíny)

- transport na kratšie vzdialenosti (komplex aktín-myozín)

**AKTÍNOVÉ FILAMENTY**

- aktíny

- globuly, ktoré sa združujú do filamentov

- výskyt vo všetkých bunkách (najviac v svalovej hmote)

- plne funkčnými sa stávajú až pomocou sprievodných proteínov a motorov

- v rôznych formách (α-, β-, γ-)

**α-aktín:** srdcová, kostrová a hladká svalovina

**β a γ-aktín:** svalové a nesvalové bunky

***Stavba:***

*- globulárne aktínové monoméry* (G-atín) polymerizujú do nm aktínových vlákien (F-aktín)

*- (+) koniec* - rýchle predlžovanie a rýchly rozpad

*- (-) koniec* - predlžovanie a rozpad prebieha pomalšie

*- sprievodné proteíny aktínu:* stabilita, ropad, prestavba, geometrické usporiadanie a pripevnenie aktínových filamentov

***Prestavba a rozpad:***

- kontaktný aparát svalových buniek je stabilný - stabilizujúci sprievodné proteíny (**tropomyozín**)

- nesvalové bunky - pomer medzi G a F-aktínom sa môže meniť

- sprievodné proteíny podmieňujú rozpad alebo podporujú polymerizáciu

- rýchle prebudovanie aktínovej kostry (v sekundách) - tvorba nových výbežkov a migrácia

- výstavba G-aktínu na (+) konci, depolymerizácia na (-) konci

***Proteíny zosieťujúce aktín:***

*- fimbrin, villin, espin* - tvorba priečnych mostíkov - spájanie aktínových filamentov do hustých a tuhých zväzkov (Vn kostra mikroklkov a stereocílií)

*- α-aktin* - vo väčších odstupoch, medzi ktoré sa vmestili agregáry myozínu II - vznikajúce vlákna - stresové vlákna - reakcia bunky na stresové podmienky - upínanie k proteínom cytoplazmatickej mebmrány, ktoré sú pripojené k medzibunkovej hmote

*- Arp2/3 komplex* - rýchla novotvorba siete aktínových filamentov

***Ukotvenie:***

- *α-aktín, vinculin, talin* - adaptory ukotvenia zväzkov aktínových filamentov na proteíny plazmatickej membrány

- *proteíny ERM rodiny (ezrin, radixin, moesin)* - prechodné prichytenie aktínocýh filamentov k plazmatickej membráne

***Kortikálna sieť aktínu a memberánový skelet:***

- *kortex* - tuhá sytoplazma pod cytoplazmatickou membránou

- tuhosť kôry bunky je založená na hustej sieťovine z aktínových filamentov

- kortikálna sieť je udržiavaná pohromade sprievodnými proteínmi (filamín)

- spojenie medzi kortikálnou sieťou a plazmatickou membránou pomocou plefibilných proteínov (spektrin, dystrofin) - *membránový skelet*

- konštrukcia slúži k stabilizácii bunkovejj membrány

***Pripojenie transmembránových proteínov:***

- membránový skelet je upevnený na kanály, transportéry, pumpy, receptory

význam:

* stabilizácia memrány
* obmedzenie transmembránových proteínov v laterálnej difúzii
* koncentrácia v jednej určitej oblasti membrány - udržiavanie zonula adhaerens, regionálne zhlukovanie Na+ kanálov na definovanom mieste membrány axónu, vysoká kocentrácia receptorov pre neurotransmitery na postsynaptickej membráne

**MIKROTUBULY**

- silné, tuhé, duté valce z tubulínu

- mechanická podpora

- transportná dráha pre dopravu bunkových organel

- tvorba mitotického vretienka pri delení bunky

- súčasť pohybového aparátu riasiniek a bičíkov

***Stavba:***

- z molekúl α a β-tubulínov, ktoré sa skladajú do **dimérov** (stavebné kamene, ktoré tvoria stenu dutého valca)

- stena tvorení z vlákien stočených do skrutkovice

- (+) a (-) koniec

**(+)**: rýchly rast a rozpad

**(-):** rast a rozpad prebueha pomalšie

- dynamická nestabilita - krátka životnosť

- stabilizácia sprievodnými proteínmi (MAP)

***Tvorba:***

- v centrozóme (centrum, ktoré organizujú mikrotubuôy (MTOC)

- do centrozómu sú MT ukotvené (-) koncom, zatiaľ čo (+) koniec ?

centrozóm - útvar veľký asi 1miktometer

- v blízkosti bunkového jadra

- tvorí ho pericentriolová matrix - pár centriolov

- novotvorba, ukotvenie a usmernenie systému miktrotubulov (centrum organizujúce miktrotubuly MTPC)

- γ-tubulín - šúčasť MTOC - so sprievodnými proteínmi tvoria prstencovité komplexy zTuRC

- vznik MT - na zTuRC sa naviažu prvé diméry tubulínu (α,β)

- predlžovanie MT na (+) konci

- necentrozómové mikrotubuly - v matrixe mimo centrozóm

centriol - tvar krátkeho dutého valca

- vrámci jedného páru ležia obidva kolmo na seba

- stena pozostáva z 9x3 miktrotubulov

- každý triplet - 1 kompletný a 2 nekompletné mikrotubuly

- zdvojenie cenriolového páru - 2 centrozómy - pred bunkovým delením - organizácia mitotického vretienka

**INTERMEDIÁLNE FILAMENTY**

- výskyt takmer vo všetkých bunkách (cytoplazma, bunkové jadro)

- pevné v ťahu - pasívna podporná kostra

- vlastné proteínové motory nie sú doposiaľ známe

- veľká biochemická variabilita - viac než 60 rôznych IF

- molekulárny stavebný princíp je vždy rovnaký

***Stavba:***

- hlavička, tyčinková stredná časť a chvostová časť

- 2 molekuly sa rovnobežne a rovnakým smerom združujú do diméru

- 2 diméry sú orientované protismerne a tvoria tetraméry

- tertraméry - stavebné kamene - polymerizácia do filamentov

- stále štruktúry (môže dôjsť ku rýchlej prestavbe)

- sprievodné proteíny (plekín) - pripevnenie IF k proteínom cytoplazmatickej membrány, napojenie IF k systému aktínových filamentov a mikrotubulov, tvoria silný zväzok IF

najdôležitejšie: cytokeratínové filamenty (tonofilamenty)

vimentínové

dezmínové

gliové

neurofilamenty

lamínové