**7. JADRO**

**JADRO**

**časti**: karyoplazma

chromatínové vlákna

jadierko

jadierkový obal

- vo všetkých typoch buniek

- baktérie a sinice majú ekvivalent jadra bez jadrového obalu (nukleoid)

- niektoré bunky sú sekundárne bezjadrové (erytocyty cicavcov)

***Počet jadier***

- monojadrové bunky (takmer všetky)

- dvojjadrové bunky (nálevníky, bunky pečene)

- polyjadrové bunky (osteoklasty, vlákna pp slavu)

- mnohojadrové bunky

= delením jadra v nedeliacej sa bunke splynutím väčšieho počtu jednojadrových buniek (plazmódium, syncítium)

= jadrá sa nelíšia

- mnohojadrové a dvojjadrové bunky (rovnocenné jadrá)

- dvojjadrové bunky - 2 nerovnocenné jadrá (makro a mikronukleus u nálevníkov, vegetatívne a generatívne jadrá v peľovom zrnku)

***Tvar***

- guľovité

- vajcovité

- ploché

- laločné

- rozvetvené (hmyz)

***Veľkosť***

závisí od: fázy bunkového cyklu

veku bunky

fyziologického stavu

vonkajšieho prostredia

***Umiestnenie***

- väčšinou centrálna polohy, v niektorých bunkách excentrické

- traumaxotatia (presun jadra k miestu poranenia bunky)

***Chemické zloženie***

- **DNP (deoxyribonukleoproteín) 75-95%** (komplex DNA s proteínmi bázického typu - hlavne histónium)

- množstvo **DNA** s výnimkou S fázy je konštantné

- **RNA** (syntéza, dozrievanie)

- **nebázické B**

- **lipoproteíny**

**- mukopolysacharidy**

**- fosfolipidy**

- **glykolytické enzýmy**

- **DNA/RNA polymerázy**

**- DNázy, RNázy** (oprava poškodenej DNA, RNA)

***Chromatín***

*heterochromatín (kondenzovaný)*

**-** tmavšia farbiteľná oblasť

- geneticky neaktívna forma chromatínu (množstvo nepriamo poukazuje na aktivitu jadra)

*euchromatín*

- oblasť chromatínu, ktorý je difúzne rozptýlený

- geneticky aktívna forma chromatínu

- morfologický rozdiel mizne pri delení bunky **(kondenzácia chromatínu - vznik CH**)

***Nukleárny skelet a bielkovinové inklúzie***

- sú to chromatínové vlákna zakotvené do podpornej siete B

- **nukleárny skelet** je tvorený z kyslého nehistónového proteínu => *reziduálny proteín*

- v jadre sa nachádzajú aj: glykogén

B inklúzie (polymorfné - mriežky, kryštaloidy, laminárne štruktúry)

inklúzie z nehistónových B (typu aktín, myozín, tubulín)

mitochondrie (zriedkavo, výskyt v priebehu mitózy)

***Funkcie***

genetická

- DNA (zakódované vštky vlastnosti organizmu)

metabolická

- syntéza rôznych typov RNA

- reguláciou syntézy mRNA je riadená syntéza B, ktoré ajú štruktúrnu úlohu alebo enzýmatickú aktivitu (priebeh enzýmatických procesov bunky, metabolizmus)

**CHROMOZÓMY**

- dočastné bunkové štruktúry (metafáza a anafáza)

- karyotyp (počet, tvar, veľkosť, stavba)

- valcovitý vzhľad

podľa umiestnenia centroméry: *metacentrický* (v strede)

*submetacentrický* (posunutie ku koncom CH)

*akrocentrický* (blízko okraja)

*telocentrický* (blízko okraja)

***Počet***

- pre daný druh a jedinca je stály

- v somatických bunkách je diploidný počet CH (2n)

- v pohlavných bunkách je haploidný počet CH (n)

*človek:* 46

*potkan:* 42

Polyploidia (3n, 4n...)

- hepatocyty (4n, 8n)

- šľachtiteľstvo (pôsobenie činiteľov)

Aneuploidia (zmena počtu len niektorých CH: 2n+1, 2n+2, 2n-1)

- trizómia ľudského CH č. 21 (Downov syndróm)

***Veľkosť***

hrúbka: 0,2-2 mikrom

dĺžka: 0,2-50 mikrom

v metafáze: 4-6mikrometrov

***Tvar***

- závisí od umiestnenia **primárnej konstrikcie** (miesto ohybnosti CH, spojenie chromatíd v metafáze)

- **centroméra (**svetlá zóna v mieste primárnej konstrikcie)

= 1 centroméra (niektoré dicentrické, polycentrické)

= niektoré článkonožce - holocentrické (bez centroméry)

= menej chromatínového materiálu

- **kinetochórové granum** (1 v každej chromatíde)

= 3-4 vlákna, ktoré sa spájajú s mikrotubulami deliaceho vretienka

= molekulový motor: chromokinezín (blízky dyneínu riasiniek)

- **sekundárna konstrikcia** (bez ohybu)

**- satelit (prívesok)**

= časť CH, ktorá je oddelená dlhou tenkou sekundárnou konstrikciou

**- nukleoárny organizátor**

= väčšinou v mieste seundárnej konstrikcie

= spojený s tvorbou nukleolov(gény kódujúce rRNA)

= človek: 5 párov satelitných CH (tvorba nukleolov)

**- teloméry**

**=** koncové časti CH, bez ohľadu na satelit

**- chromatída** (rameno CH)

profázový a metafázový CH:2

anafázový CH:1

*Chromonéma* (špirálovo stočené chromatídové vlákno)

*Chromoméra* (špiralizácia a prekríženie chromoném)

*Chromatída* (2 chromonémy s chromomérami)

- metódy na identifikáciu jednotlivých častí CH

- farbiteľné pásy na ramenách

**- P, Q pásy** (quinakridínové farbivá)

**- G pásy (Giemsove farbivo)** - kondenzovaný heterochromatín

**- R pásy** (opačné ako G) - svetlá časť, euchromatín

**- V pásy -** miesto nukleoárneho organizátora

**- chromatínové vlákno**

hrúbka: 25-30nm

dĺžka: napr. V CH13 (32mm)

CH1, 2 - 80mm dlhá DNa

obsah: DNA, RNA, históny, nehistónové B

- CH tvorené z chromatídových vlákien (solenoidová chromatída)

- husto nepravidelne zvinuté

- každá chromatída CH obsahuje 1 chromatínové vlákno (dvojitá špirála DNA)

- počas bunkového cyklu dochádza k zmenám zvinutia

kondenzácia: profáza

dekondenzácia: telofáza (dekondenzácia po mitóze nie je rovnomerná = kondenzované heterochromatínové časti aj v interkinéze)

***Funkcia CH***

- **DNA** (nositeľ genetickej informácie)

**- mitóza:** rovnomerná distribúcia do novovzniknutých jadier/buniek (rovnomerné rozdelenie genetického materálu)

***Obrovské CH***

- v určitom štádiu životného cyklu R a Ž

- polyténne CH

- kefkovité CH

*Polyténne CH (Balbianiho)*

- v bukách slinných žliaz a niektorých tkanív (črevo) lariev dvojkrídleho hmyzu

- až 275mikrom dlhé

- vznik 9-10 násobným opakovaním replikácie DNA bez rozdelenia do CH

- vlákna leža tesne vedľa seba (priečne pásy - disky)

- chromatínové vlákna majú priemer 20-30nm

- **puffy (nafúknuté útvary)** - cyklicky vznikajú a zanikajú - dekondenzované vlákno - syntéza RNA - aktívne gény

*Kefkovité CH*

- v bunkách v priebehu tvorby vajíčok bohatých na žĺtok (oocyty rýb a vtákov)

- svojou dĺžkou prevyšujú polyténne CH

- tvorené len 2 paralelnými vláknami (**chromonémy**), ktoré vytvárajú slučky a zhluky (**chromoméry**)

- rast (predlžovanie chromoném) - dekondenzáciou určitých génov (chromatínu)

- v priebehu dozrievania vajíčok sa skracujú (kondenzácia chromatínu)

**BUNKOVÝ CYKLUS**

***Polyferácia buniek***

- rast organizmov

- náhrada prirodzene odumierajúcich buniek (obnova)

- náhrada poškodeného tkaniva (regenerácia, hojenie rán)

- poliferujúce bunky prechádzajú bunkovým cyklom

***Bunkový cyklus***

- krátka fáza delenia bunky **(mitotická fáza: M-fáza**)

- dlhšia fáza (**interfáza: G1 fáza, S fáza. G2 fáza**)

- u ľudí: 12-24 hodín ( M-fáza len hodinu)

**Kľudová fáza (G0)**

- bunky v zrelých tkanivách neprechádzajú bunkovým delením (diferencované bunky - špecifické funkcie)

- diferencované bunky => mitogénny stimul => vstup do bunkového cyklu

- ireverzibilná G0 fáza (**postmitóza**) trvá až do smrti bunky

**- modifikácia bunkového cyklu - kmeňové bunky**

= asymetrické delenie

= produkcia buniek, kttoré si zachovávajú proliferačnú schopnosť a buniek špecalizovaných

= náhrada za odumreté diferencované bunky

- **viacjadrové syncýtium** (splynutie buniek)

**1. G1 fáza**

- predchádza to bunkovému deleniu

- zväčšuje sa homta cytoplazmy a jadra (zretie bunky)

**2. S fáza**

- syntéza DNA a histónov, v obmedzenej miere aj RNA

**3. G2 fáza**

- prestavba bunkového metabolizmu vrámci prípravy na bunkové delenie

- syntéza proteínov (proteíny deliaceho vretienka - tubulín)

**4. M fáza (mitóza)**

- vznik 2 jadier

- sprevádzaná cytokinézou (delenie bunky)

***G fázy***

- kontrolný bod - kontrola chýb v genetickom materiáli (v prípade poškodenia je cyklus zastavený)

- oprava prípadných chýb

- apoptóza (naprogramovaná smrť, v prípade nezvratného poškodenia)

**G1 fáza (restrikčný bod):** rozhodnutie o vstupe do ďalšieho cyklu (mitogénne faktory)

=> ak nie, vstup bunky do G0 fázy - zretie alebo apoptóza

***Bunkový cyklus (pojmy)***

Generačný čas

- obdobie 1 generácie

- interfáza + mitóza

- odlišný pre rôzne typy buniek

*baktérie*: 20 minút

*kvasinky*: 4-6 hodín

*erytocyty*: 120 dní

*nervové bunky*: podľa dĺžky života jedinca

**DELENIE BUNIEK**

***Delenie jadra + vlastné delenie bunky***

delenie jadra:amitóza

mitóza

meióza

***Amitóza***

- priame delenie buniek, ktoré prešli S fázou a polyploidných buniek

- bez zániku jadrového obalu a zmeny chromatídu (formovania CH)

- približné rozdelenie molekuly DNA (“zaškrtenie jadra”)

- prvoky, R explantázy (indukcia kalusu)

- Ž iba pri poškodení buniek, v erytoblastoch (vznik mikronukleolov)

- amitotický aparát - prstenec z hustých zväzkov mikrofilamentov

- vedie k vzniku 2 alebo viacjadrových buniek

***Mitóza***

- presné rozdelenie genetického materiálu do dcérskych buniek pro predchádzajúcom zdvojení DNA (CH)

- genetický materiál - sesterské chromatídy a telo bunky sa rozdelí do dcérskych buniek

- kondenzované CH

- vymiznutie jadrového obalu

- tvorba mitotického vretienka

= súčasť mitotického aparátu

= sústava paralelne usporiadaných vlákien (mikrotubulov)

= centrozóm

= mikrotubuly rastú pridávaním podjednotiek na ich (+) koncoch

= *astrálne MT* - šíria sa do periférnej cytoplazmy

= *interzonálne MT* - zapadajú medzi protichodné MT

*= kinetochórové MT* - v kinetochórovej oblasti CH

= dynamické štruktúry (polčas rozpadu 30s)

= kinetochórové a interzonálne MT sú čiastočne stabilizované

- pohyb CH

= posúvaním pozdĺž mikrotubulov deliaceho vretienky

= molekulový motot - proteín v oblasti kinetochórového grana (*chromokinezín*)

= posun CH k (-) pólom, k centrozómu

*1. profáza*

- kondenzácia chromatínového vlákna - CH postupne viditeľné

- delenie centrozómu

- oddiaľovanie sesterských centrozómov k pólo bunky

- tvorba mitotického vretienka

- tvorba mikrotubulov mitotického vretienka a astrosféry

*2. prometafáza*

- rozpad jadrového obalu na drobné vezikuly

- napojenie CH (kinetochórové granum) na mikrotubuly vretienka

- prístup (+) koncov MT k CH

***Metafáza***

- tvorba metafázovej platničky - monaster

- CH sú usporiadané v 1 ekvátoriálnej rovine

***Anafáza***

- oddeľovanie sesterských chromatíd (separátza štiepi kohezín)

- ranná anafáza - skracovanie kinetochórových MT

- neskorá anafáza - bunka sa preťahuje a póly deliaceho vretienka sa od seba vzdiaľujú

- interpolárne MT sa predlžujú a v súčinnosti s kinezínovými motormi vyvíjajú ťah na póly

- ďalší ťah vytvára dyneín astrálnych mikrotubulov

***Telofáza***

- rozpad deliaceho vretienka

- dekondenzácia rozdelených chromatíd

- tvorba jadrového obalu fúziou vezikulárnych fragmentov

- tvorba deliacej ryhy - kontraktilný prstenec z aktínových filamentov a myozínu II

- kontrakcia - ťahanie priliehajúcej plazmalémy

- septíny - väzba na aktín a mikrotubuly

- tvorba prechodnej štruktúry - stredné teliesko

- v neskorej telofáze je zaškrtenie takmer uzavreté

***Cytokinéza***

- úplné rozdelenie tela bunky

- MT zaujímajú svoje pôvodné postavenie

- tvorba veľkých bunkových organel (ER, Golgiho aparát)

- ostatné bunkové organely rovnako rozdelené do dcérskych buniek

**Fragmoplast buniek a vyšších R**

- rovinu delenia určuje fragmoplast (neskorá anafáza)

- 2 sady oproti sebe orientovaných interzonálnych MT

- prítomné aj aktínové filamenty

- pozdĺž mikrotubulov medzi sesterské chromatídy putujú mechúriky odvodené od Golgiho komplexu

-