**JADRO**

* karyoplazma, chromatínové vlákna, jadierko, jadrový obal
* vo všetkých typoch buniek
* baktérie a sinice – ekvivalent jadra bez jadrového obalu
* niektoré bunky sekundárne bezjadrové (erytrocyty cicavcov)

**Počet**

* monojadrové bunky (takmer všetky)
* dvojjadrové bunky (nálevníky, bunky pečene)
* polyjadrové bunky (osteoklasty, vlákna PP svalu)
* mnohojadrové bunky – delením jadra v nedeliacej sa bunke splynutím väčšieho počtu jednojadrových buniek (plazmódium, syncítium), jadrá sa nelíšia, sú rovnocenné
* dvojjadrové bunky – 2 nerovnocenné jadrá (makro a mikronukleus nálevníkov, vegetatívne a generatívne jadrá v peľovom zrne)

**Tvar, veľkosť, umiestnenie**

* guľovité, vajcovité, ploché, laločnaté, rozvetvené (hmyz)
* veľkosť v závislosti od fázy bunk. cyklu, veku bunky, fyziologickom stave a vonk. prostredí
* väčšinou centrálna poloha, v niektorých bunkách excentrické(cibuľa)
* traumatotaxia – presun jadra k miestu poranenia bunky !!!

**Chemické zloženie**

* deoxyribonukleoproteín (DNP) 75-95% - komplex DNA s proteínmi bázického typu (hlavne histónmi)
* množstvo DNA s výnimkou S fázy konštantné (zmnoženie – príprava na delenie)
* RNA (syntéza, dozrievanie)
* nebázické bielkoviny
* lipoproteíny, mukopolysacharidy, fosfolipidy
* glykolytické enzýmy
* DNA polymerázy, RNA polymerázy
* DNázy, RNázy – malé množstvo, úprava poškodení DNA, RNA

**Chromatín**

* **heterochromatín** – kondenzovaný chromatín – tmavšia farbiteľná oblasť – geneticky neaktívna forma chromatínu (množstvo nepriamo poukazuje na aktivitu jadra)
* **euchromatín** – oblasť chromatínu, kt. je difúzne rozptýlený – geneticky aktívna forma chromatínu
* morfologický rozdiel mizne pri delení bunky – kondenzácia chromatínu – vznik chromozómov

**Nukleárny skelet a bielkovinové inklúzie**

* chromatínové vlákna zakotvené do podpornej siete bielkovín – **nukleárny skelet**
* nukleárny skelet – tvorený z kyslého nehistonového proteínu – **reziduálny proteín**
* **glykogén** alebo bielkovinové inklúzie
* **bielkovinové inklúzir –** polymorfné /mriežky, kryštaloidy, lamelárne štruktúry)
* **inklúzir z nehistónových bielkovín –** typu aktín, myozín, tubulím
* zriedkavo mitochondrie, výskyt v priebehu mitózy

**Funkcie**

* **genetická** – DNA zakódované všetky vlastnosti organizmu
* **metabolická** – syntéza rôznych typov RNA
* reguláciou syntézy mRNA je riadená syntéza bielkovín, kt. majú štruktúrnu úlohu, alebo enzymatickú aktivitu – priebeh enzym. procesov bunky, metabolizmus

**CHROMOZÓMY**

* dočasné bunk. štruktúry (metafáza a anafáza)
* karyotyp (počet, tvar, veľkosť, stavba chromozómov)
* valcovitý vzhľad
* podľa umiestnenia centroméry:

1. **metacentický** (v strede)
2. **submetacentrický** (posunutie ku koncom chromozómu)
3. **akrocentrický** (blízko okraja)
4. **telocentrický** (blízko okraja)

**Počet**

* pre daný druh (jedinca) stály
* v somatických bunkách – diploidný počet ch. (2n)
* v pohl. bunkách – haploidný počet ch. (n)
* človek – 46 ch.
* potkan – 42 ch.
* *Ascaris megalocephala univalens* (2n = 2 chromozómy)
* polyploidia (3n, 4n atď.)
* plyploidia – hepatocyty (4n, 8n)
* polyploidia – šľachtiteľstvo (pôsobením rôznych činiteľov)
* aneuploidia – zmena počtu len niektorých chromozómov (2n+1, 2n+2, 2n-1)
* aneuploidia – trizómia ľudského ch. č. 21 – Downov syndróm

**Veľkosť**

* hrúbka 0,2 – 2 mikrom
* dĺžka 0,2 – 50 mikrom
* dĺžka ľudských ch. v metafáze 4 – 6 mikrom

**Tvar**

* závisí od umiestnenia **primárnej konstrikcie** (ohyb chromozómu, spojenie chromatíd v metafáze)
* **centroméra –** svetlá zóna v mieste primárnej konstrikcie
* 1 centroméra (niektoré dicentrické, polycentrické)
* niektoré článkonožce – holocentrické – bez centroméry
* centroméra – menej chromatínového materiálu
* **kinetochórové granum** – jedno v každej chromatíde
* 3-4 vlákna, kt. spájajú s mikrotubulmi deliaceho vretienka
* molekulový motor – chromokinezín (blízky dyneínu riasiniek)
* **sekundárna konstrikcia** – bez ohybu
* **satelit (príspevok)** – časť chromozómu oddelená dlhou a tenkou sek. konstrikciou
* **nukleolárny organizátor** – väčšinou v mieste sek. konstrikcie – spojený s tvorbou nukleolov (gény kódujúce rRNA)
* človek – 5 párov satelitných chromozómov – tvorba nukleolov
* **teloméra –** koncové časti chromozómov (bez ohľadu na satelit)
* **chromatída** – jednotka (rameno) chromozómu
* profázový a metafázový chromozóm – 2 chromatídy
* anafázový chromozóm – jedna chromatída
* **chromonéma –** špirálovito stočené chromatínové vlákno
* **chromoméra –** špiralizácia a prekríženie chromoném
* **chromatída –** 2 chormonémy s chromomérami
* metódy na identifikáciu jednotlivých častí chromozómov
* farbiteľné pásy na ramenách
* P, Q pásy (quinakridínové farbivá)
* G pásy (Giemesove farbivo) – kondenzovaný heterochromatín
* R pásy (opačne ako G pásy) – svetlá časť – euchromatín
* V pásy (miesto nukleolárneho organizátora)

**Chromatínové vlákno**

* chromozómy tvorené z chromatínových vlákien (solenoid chromatída)
* DNA, históny, RNA a nehiststónové bielkoviny
* husto nepravidelne zvinuté
* hrúbka – 25-30 nm
* každá chromatída chromozómu obsahuje 1 chromatínové vlákno (dvojitá špirála DNA)
* dĺžka napr. v chromozóme 13 (32 nm)
* chromozóm 1 a 2 – 80 mm dlhá DNA
* počas bunk. cyklu – zmeny v stupni zvinutia
* **kondenzácia** chromatínu v priebehu **profázy**
* **dekondenzácia** chromatínu v priebehu  **telofázy**
* dekondenzácia po mitóze nie je rovnomerná – kondenzované heterochromatínové časti aj v interkinéze

**Funkcia**

* DNA – nositelia gentickej informácie
* mitóza – rovnomerná distribúcia do novovznikajúcich jadier resp. buniek – rovnomerné rozdelenie genetického materiálu

**Obrovské chromozómy**

* v určitom štádiu životného cyklu rastlín a živočíchov

1. **polyténne chromozómy (Balbianiho ch.)**

* v bunkách slinných žliaz a niektorých tkanív (črevo) lariev dvojkrídleho hmyzu
* až 275 mikrom dlhé
* vznik 9-10 násobným opakovaním replikácie DNA bez rozdelenia do chromozómov
* vlákna ležia tesne vedľa seba – priečne pásy – disky
* chromatínové vlákna majú priemer 20-30 nm
* **„puffy“ –** nafúknuté útvary – cyklicky vznikajú a zanikajú – dekondenzované vlákno – syntéza RNA – aktívne gény

1. **kefkovité chromozómy**

* v bunkách v priebehu tvorby vajíčok bohatách na žĺtok (oocyty rýb, vtákov)
* svojou dĺžkou prevyšujú polyténne chromozómy
* tvorené len 2 paralelnými vláknami – **chromonémami,** kt. vytvárajú slučky a zhluky – **chromoméry**
* rast – predlžovaním chromoném – dekondenzáciou určitých génov (chromatínu)
* v priebehu dozrievania vajíčok sa skracujú - kondenzácia chromatínu

**Proliferácia buniek**

* rast organizmov
* náhrada prirodzene odumierajúcich buniek (obnova)
* náhrada poškodeného tkaniva (regenerácia)
* proliferujúce bunky prechádzajú bunk. cyklom

**Bunkový cyklus**

* krátka fáza delenia bunky **– mitotická fáza: M-fáza**
* dlhšia fáza – **interfáza: G1, S, G2**
* u ľudí: 12-24 hodín (M-fáza len cca hodinu)
* **kľudová faza G0 –** bunky v zrelých tkanivách neprechádzajú bunk. delením (diferencované bunky – špecifické funkcie)
* **diferencované bunky –** mitogénny stimul – vstup do b. cyklu
* ireverzibilná G0 fáza – **postmitóza –** trvá až do smrti bunky
* **-viacjadrové syncýtium** – splynutím buniek

**Modifikácia b. cyklu – kmeňové bunky**

* asymetrické delenie
* produkcia buniek, kt. si zachovávajú proliferačnú schopnosť a buniek špecializovaných
* náhrada za odumreté diferencované bunky

**G1 fáza**

* zväčšuje sa hmota cytoplazmy a jadra – zretie bunky

**S fáza**

* syntéza DNA a histónov, v obmedzenej miere aj RNA

**G2 fáza**

* prestavba bunk. metabolizmu v rámci prípravy na b. delenie
* syntéza proteínov (proteíny deliaceho vretienka – tubulín)

**M fáza**

* vznik dvoch jadier
* sprevádzaná cytokinézou

**G fázy**

* **kontrolný bod** – kontrola chýb na genetickom materiáli
* v prípade poškodenia je cyklus zastavený
* oprava prípadných chýb
* apoptóza
* G1 fáza – **restrikčný bod –** rozhodnutie o vstupe do ďalšieho cyklu (mitogénne faktory)
* ak nie 🡺 vstup bunky do G0 fázy – zretie alebo apoptóza

**generačný čas**

* obdobie jednej generácie
* interfáza + mitóza
* odlišný pre rôzne druhy buniek
* baktérie: 20 min
* kvasinky: 4-6 hodiny
* pokožkové bunky: 18 dní
* erytrocyty: 120 dní
* nervové bunky: podľa dĺžky života jedinca

**Delenie buniek**

**delenie jadra + vlastné delenie bunky**

* delenie jadra – **amitóza, mitóza, meióza**

**amitóza**

* priame delenie buniek, kt. prešli S fázou a polyploidných buniek
* bez zániku jadr. obalu a zmeny chromatínu (formovania chromozómov)
* priložené rozdelenie DNA („zaškrtenie jadra“)
* prvoky a rastlinné explanáty (indukcia kalusu)
* živočíchy – poškodenie buniek, v erytroblastoch – vznik mikronukleolov
* amitotický aparát – prstenec z hustých zväzkov mikrofilamentov
* vedie k vzniku dvoj- alebo viacjadrových buniek

**mitóza**

* presné rozdelenie genetického materiálu do dcérskych buniek po predchádzajúcom zdvojení DNA, resp. chromozómov
* genetický materiál – sesterské chromatídy a telo bunky sa rozdelí do dcérskych buniek
* kondenzované chromozómy
* vymiznutie jadrového obalu
* **mitotické vretienko (deliace)** – súčasť mitotického aparátu, sústava paralelne usporiadaných vlákien – nikrotubulov

**-** centorzóm

**-** mikrotubuly rastú pridávaním podjednotiek na ich (+) koncoch

**-** **astrálne MT –** šíria sa do periférnej cytoplazmy

**-** **interzonálne MT –** zapadajú medzi protichodné MT – čiastočne stabilizované

**- kinetochórové MT –** v kinetochórovej oblasti chromozómu – čiast. stabilizované

- dynamické štruktúry – polčas rozpadu 30s

**deliace vretienko – pohyb chromozómov**

* posúvaním pozdĺž mikrotubulov deliaceho vretienka
* molekulový motor – proteín v oblasti kinetochórového grana **chromokinezín**
* posun chromozómov k (-) pólom, k centrozómu

1. **profáza**

* kondenzácia chromatínového vlákna – chromozómy postupne viditeľné
* delenie centrozómu
* oddiaľovanie sesterských centrozómov k pólom bunky
* tvorba mitotického vretienka
* tvorba mikrotubulov mitotického vretienka a astrosféry

1. **prometafáza**

* rozpad jadrového obalu na drobné vezikuly
* napojenie chromozómov (kinetochórové granum) na mikrotubuly vretienka
* prístup (+) koncov MT k chromozómom

1. **metafáza**

* tvorba metafázovej platničky – monaster
* chromozómy sú usporiadané v jednej ekvatoriálnej rovine

1. **anafáza**

* oddeľovanie sesterských chromatíd (separáza štiepi kohenzím)
* ranná anafáza – skracobanie kinetochórových MT
* neskorá anafáza – bunka sa preťahuje a póly deliaceho vretienka sa od seba vzdiaľujú
* interpolárne mitotické telieska sa predlžujú a v súčinnosti s kinezínovými motormi vyvíjajú ťah na póly
* ďalší ťah vytvára dyneín astrálnych mikrotubulov

1. **telofáza**

* rozpad deliaceho vretienka
* dekondenzácia rozdelených chromatíd
* tvorba jadrového obalu fúziou vezikulárnych fragmentov
* začína sa zaškrcovať telo bunky
* tvorba deliacej ryhy !!! – kontraktilný prstenec z aktínových filamentov a myozínu II
* kontrakcia – ťahanie priliehajúcej palzmalémy
* septíny – väzba na aktín a mikrotubuly
* tvorba prechodnej štruktúry – stredné teliesko
* v neskorej telofáze je zaškrtenie takmer uzavreté

**cytokinéza**

* úplne rozdelenie tela bunky
* MT zaujímajú svoje pôvodné postavenie
* tvorba veľkých bunkových organel (ER, GA)
* ostatné bunkové organely rovnako rozdelené do dcérskych buniek

**fragmoplast buniek vyšších rastlín**

* rovinu delenia určuje fragmoplast (neskorá anafáza)
* dve sady oproti sebe orientovaných interzonálnych mikrotubulov
* prítomné aj aktínové filamenty
* pozdĺž mikrotubulov medzi sesterské chromatídy putujú mechúriky odvodené od G. komplexu
* splývaním mechúrikov sa v rovine delenia postupne vytvára ... (dopísať)