

Projekt Smart Akcelerator 3, registrační číslo: CZ.02.01.02/00/22_009/0004182

Klíčová aktivita Pilotní ověření, pilotní nástroj **Medikem na Cymplu**

1.

Metodický list – workshop č. 1 na téma

Buňka a její dělení

Datum konání: 23. 9. 2023

Lektor: Mgr. Pavlína Drnovcová



Spolufinancováno
Evropskou unií



Ministerstvo
školství, mládeže
a tělovýchovy



Karlovarský
kraj



Krajské inovační centrum
Karlovarského kraje

BUŇKA

je začátek...

1. workshop biologie 23. 9. 2023

Bud'

MEDIKEM NA GYMPLU

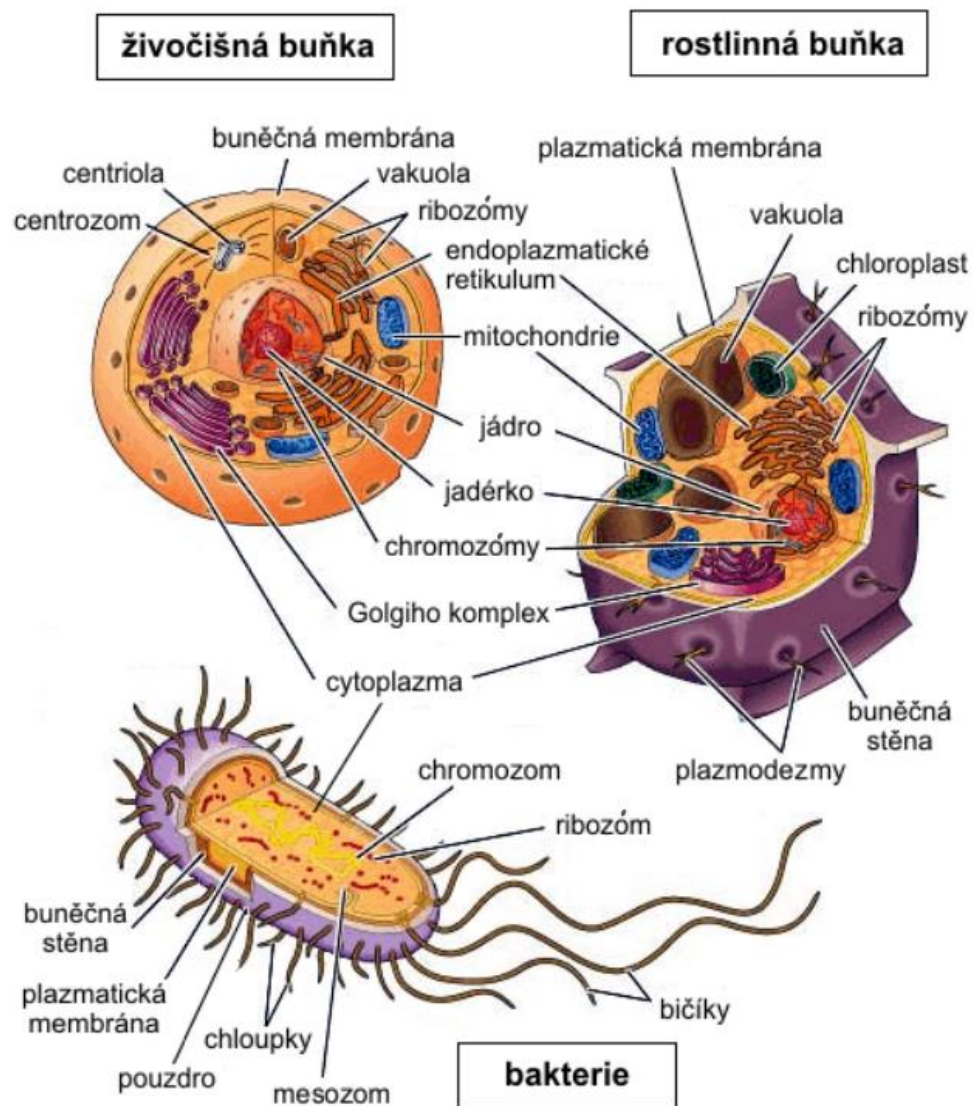
*„Život je krátký,
umění dlouhé,
příležitost prchavá,
pokusy nejisté,
posouzení nesnadné...
přece však musíme léčit.“
Hippokratés*

Typy buněk

<https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/2>

prokaryotická vs. eukaryotická

roslinná vs. živočišná



Povrchové struktury

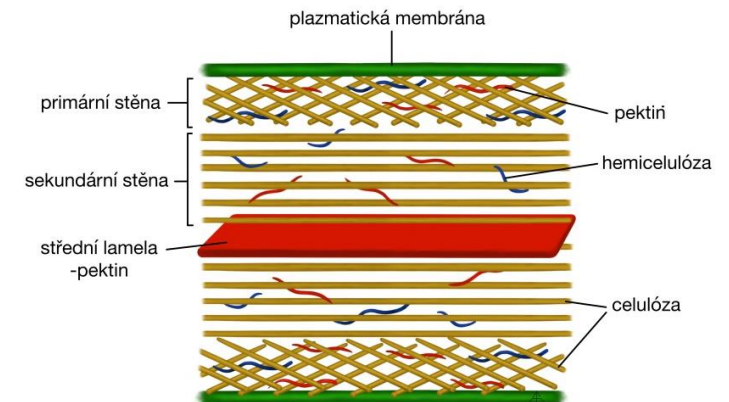
- co buňku chrání a jak komunikuje s prostředím

Buněčná stěna:

- najdeš ji u některých typů buněk, jako jsou rostlinné buňky, bakterie a houby
- chrání buňku před vnějším prostředím a udržuje ji pevnou (je mnohem pevnější a tlustší než plazmatická membrána)
- pomáhá regulovat množství vody uvnitř buňky i ve vnějším prostředí, aby nedošlo k poškození buňky způsobeným přílišným nabobtnáním nebo smrštěním (osmotický tlak)
- i když působí buněčná stěna jako bariéra, umožňuje i průchody, je plně propustná = permeabilní a umožňuje tak buňkám vzájemnou výměnu živin a komunikaci.
- zbavíš-li buňku buněčné stěny, vytvoříš protoplast.

Složení BS u jednotlivých skupin organismů

- bakterie: peptidoglykan = murein - dlouhé řetězce glykanu spojené peptidickými vazbami
- archaea: pseudopeptidoglykan = pseudomurein
- houby: chitin
- kvasinky: glukán, manan
- rostliny: celulóza = buničina + hemicelulóza a pektin
 - zdřevnatělé části rostlin: lignin
 - plasmodesmata: kanálky skrze BS
 - komunikace mezi buňkami



Rostlinnou BS můžeš posílit ukládáním látek. Těmto procesům říkáme:

- inkrustace: ukládáme anorganické látky
- impregnace: ukládáme organické látky
 - lignifikace: dřevnatění
 - suberinizace: korkovatění
 - kutikulizace: tvorba kultikuly

Cytoplazmatická membrána:

- je tenká, flexibilní vrstva, která obklopuje každou živou buňku, odděluje a chrání její vnitřní prostředí od vnějšího prostředí.

Struktury, které jsou biomembránami tvořeny:

- **prokaryotická buňka: PM** (základní membrána, která obklopuje buňku a reguluje vstup a výstup látek), **vychlípeniny PM** – mesozomy (vnitřní vychlípeniny plazmatické membrány. Vyskytují se v některých bakteriích. Pomáhají třeba při dělení buňky), **tylakoidy u sinic** (membránové struktury, které umožňují fotosyntézu), **plynové měchýřky** (umožňují regulovat vztlak ve vodním sloupci).
- **eukaryotická buňka: PM** (stejně jako u prokaryotické buňky), **membránové organely** (mitochondrie-vyrábí většinu energie, endoplazmatické retikulum-vyrábí a přenáší bílkoviny a lipidy, Golgiho aparát (zpracovává a balí bílkoviny) a lysosomy (rozkládají a recyklují materiál v buňce), **vezikuly** (transportují látky mezi různými částmi buňky nebo mimo buňku).
 - kompartmentalizace - jednotlivé reakce jsou rozděleny do kompartmentů, samostatných oddílů v buňce.

Plazmatická membrána:

- membrána obklopující buňku, musí být celistvá – mít schopnost se v případě potřeby sama zacelit a zamezit tak vylití cytoplazmy do okolí
 - polopropustná = **semipermeabilní** – schopnost regulace toku látek do buňky a ven z buňky
 - volně mohou proudit: malé nepolární molekuly (oxid uhličitý, kyslík), nenabitě polární látky (voda)
 - větší molekuly a ionty musí využít např. nějaký transportní kanál

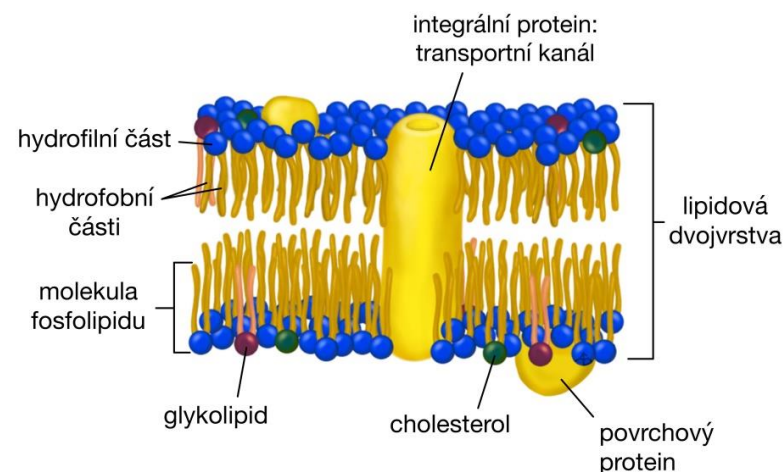
- tenká – 5-7,5 nm, asymetrická
- charakter tekuté mozaiky
- tvořena lipidovou dvojvrstvou – bilayer, která obsahuje některé proteiny
 - univerzální základ všech biomembrán
 - molekuly lipidů: 1 hydrofilní hlavička (polární) a 2 hydrofobní konce (nepolární)
 - 3 druhy lipidů v biomembránách: fosfolipidy, glykolipidy a steroly
 - membránové proteiny:
 - integrální proteiny – prochází celou PM skrz
 - látkové – transportní kanálky, zajišťují průchod některých látek
 - mechanické – přichycení k jiným buňkám nebo mezibuněčné hmotě, upevnění buňky
 - signální – receptory, reagují na přítomnost jiné látky, ale nezajišťují její průchod skrze membránu
 - povrchové – pouze na jedné straně PM

*„Přírodu i buňku
lze pochopit
pouze v jejím celku.“*

Představ si, že má buňka na vnějším povrchu svůj vlastní ochranný plášť sacharidů, které jsou připojeny k membránovým proteinům a lipidům - tomu říkáme **glykokalyx**. Tento kabát chrání buňku před mechanickým a chemickým poškozením. Buňka má slizovitý povrch, což jí pomáhá zůstat vlhká a zdravá. Díky tomuto kabátku je buňka zároveň jedinečná a pro ostatní buňky a speciální proteiny (lektiny) rozpoznatelná.

Skrz buněčnou membránu snáze difundují (proniknou) menší a hydrofobní molekuly.

- malé nenápadné molekuly jako kyslík (O_2) a oxid uhličitý (CO_2) se mohou bez problémů dostat dovnitř,
- nenabitě polární molekuly jako voda, ethanol a glycerol také mohou celkem rychle projít, pokud jsou dostatečně malé,
- ionty a nabitě molekuly se, bez ohledu na jejich velikost, přes membránu nedostanou, jsou téměř nerozpustné.



Transport molekul skrz buněčnou membránu zajišťují:

Přenašečové proteiny – molekulu navážou, uspořádají vnitřní prostor a dopraví ji bezpečně na druhou stranu membrány. Přenašečové proteiny jsou vysoce selektivní, to znamená, že často přenášejí jen jeden typ molekuly. Každá membrána má vlastní sadu přenašečových proteinů přizpůsobených individuálním potřebám – některá membrána potřebuje více cukru, jiná více aminokyselin.

Kanálové proteiny – nebo také iontové kanály, umožňují rychlý průchod látek pomocí hydrofilních pórů.

Kanálovými proteiny procházejí jen malé molekuly se správným elektrickým nábojem (ionty).

I kanály jsou selektivní a v případě potřeby uzavíratelné (konformační změnou proteinu).

Oproti přenašečům se ionty pohybují přes kanál velkou rychlostí. Jejich přenosem se mění membránový potenciál. Nervový vzruch u živočichů, masožravé rostliny, prvoci.

Membránové organely

https://cs.wikipedia.org/wiki/Buněčné_jádro

Jádro

Představ si jádro jako centrálu v každé buňce rostlin a živočichů. Je to největší a nejdůležitější organela, která uchovává DNA – naši genetickou knihu života.

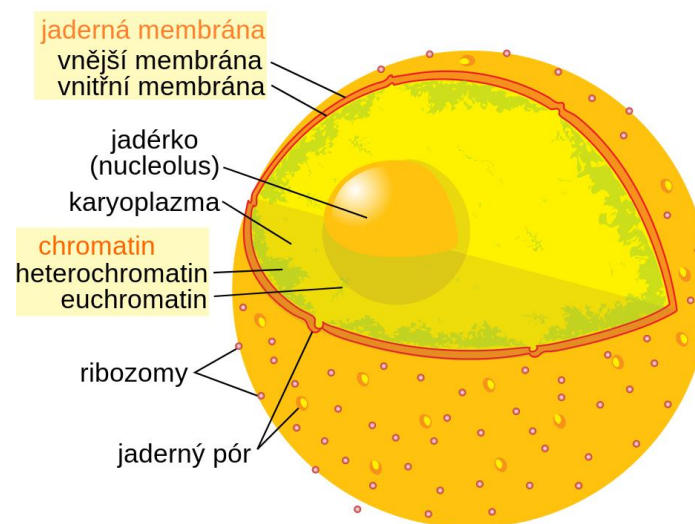
Jádro má pevný nukleoplazmový poměr, což znamená, že objem jádra odpovídá objemu cytoplazmy. Díky tomu buňka správně pracuje.

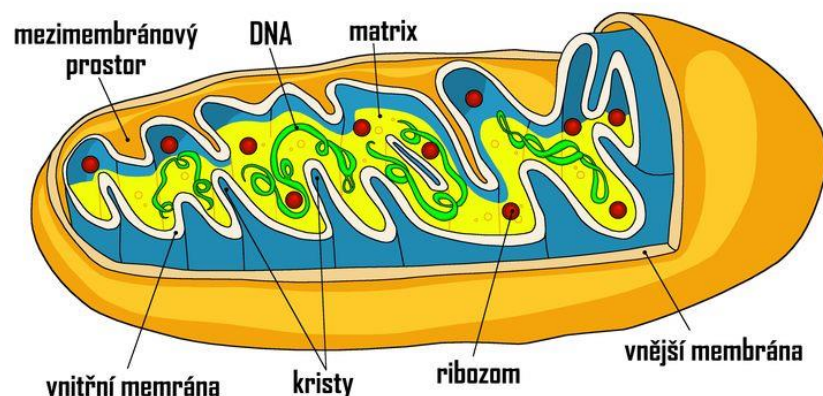
Funkce jádra:

- **regulace procesů v buňce** – jádro řídí výrobu proteinů, které jsou klíčové pro fungování buňky.
- **diferenciace buněk na jednotlivé typy** – jádro umožňuje aktivaci konkrétních genů, které ovlivňují vývoj buňky.
- **maturace (dospívání) buněk** – je součástí diferenciace a znamená to, že jádro aktivuje určité geny, díky kterým buňka dosáhne své plné funkčnosti.
- **replikace a přenos DNA do dceřiných buněk** – proces, kdy jádro duplikuje svou DNA, aby nové, dceřiné buňky měly identické genetické informace.
- **syntéza RNA a její transport** – jádro syntetizuje RNA, která přenáší informace z DNA do cytoplazmy buňky, kde se genetická informace přepisuje na proteiny.

Stavba jádra:

- **jaderný obal** – známý též jako karyolema, je čtyřvrstvá lipidová membrána, která odděluje jádro od vnitřku buňky. Obsahuje jaderné póry, skrz které proudí RNA a další látky do cytoplazmy. Na vnější straně jaderného obalu se nachází ribozomy, které hrají klíčovou roli při syntéze proteinů.
- **chromatin** – nachází se uvnitř jádra. Skládá se z DNA navázané na bílkoviny zvané histony, což vytváří nukleohistonové vlákno. Při dělení buňky, konkrétně v interfázi, chromatin houstne a tvoří spiralizované struktury zvané chromozomy (viditelné pod mikroskopem).
- **jadérko** - viditelné pouze v interfázi - jeho hlavním úkolem je vyrábět ribozomální RNA (rRNA), která je potřebná pro sestavení ribozomů.





Mitochondrie

Mitochondrie jsou jako malé elektrárny v každé buňce. Mají několik skvělých vlastností:

Semiautonorní organela – díky obsahu vlastní DNA a ribozomů je schopna se sama dělit.

Tvar a velikost – tato organela má oválný tvar o délce přibližně 1 mikrometr.

Dvě membrány:

– vnější membrána - je hladká a propustná pro polární molekuly.

– vnitřní membrána - zvrásněná s výběžky zvanými **kristy**, které zvyšují její povrchovou plochu. Na kristách se nacházejí enzymy, které jsou nezbytné pro produkci energie.

Matrix – hustá látka uvnitř mitochondrie, kde probíhají klíčové metabolické procesy.

Buněčné dýchání:

- aerobní fáze buněčného dýchání probíhá uvnitř mitochondrií. Krebsův cyklus - v matrix a zahrnuje řadu chemických reakcí, které transformují živiny na energii.

- dýchací řetězec se nachází na kristách vnitřní membrány a je zodpovědný za většinu produkce ATP (adenosintrifosfátu), což je hlavní energetická jednotka buňky.

V jedné buňce se může nacházet od jedné do tisíců mitochondrií.

Dýchací řetězec, aneb jak buňky vytvářejí energii

Během tohoto procesu se elektrony přenášejí z energie nesoucích molekul (NADH a FADH₂) přes řadu speciálních bílkovin ve vnější membráně mitochondrií. Elektrony procházejí různými komponentami, označovanými jako komplex I, II a další, až nakonec reagují s kyslíkem a vzniká voda. Většina těchto komplexů také funguje jako protonové pumpy, které vyhánějí protony z matrix do mezimembránového prostoru, čímž vytvářejí gradient. Ten potom enzym ATP-syntáza využije a vyrobí ATP, energetické "palivo" pro naše tělo. ATP-syntáza je velice výkonná, může vyrobit až 100 molekul ATP za sekundu, což je klíčové pro všechny naše tělesné funkce od pohybu po myšlení.

Plastidy

Plastidy jsou organelou, která se nachází jen u rostlinných buněk. Je semiautonomní, což znamená, že i ona má vlastní DNA a ribozomy, tudíž je schopna se sama dělit. Plastidy vznikly ze sinic přibližně před 900 miliony let. Jsou obklopeny dvěma dvojvrstevnými membránami. Uvnitř plastidů se nacházejí thylakoidy, které jsou obklopené hmotou zvanou stroma.

Existuje několik typů plastidů, z nichž každý má specifickou funkci:

Proplastid – nezralý plastid, z něhož mohou vznikat všechny ostatní typy plastidů.

Etioplast – chloroplast, který ještě nebyl vystaven slunečnímu záření. Najdeme ho například u rostlin pěstovaných trvale ve tmě.

Leukoplast – typ plastidu ukládající zásobní látky a je bezbarvý.

Amyloplast – uchovává škrob, jako jsou hlízy brambor.

Statolit – v něm se škrob mění na přesýpavý škrob a pomáhá kořenům růst směrem dolů do země.

Elaioplast – uchovává tuky, například v ořechách a máku.

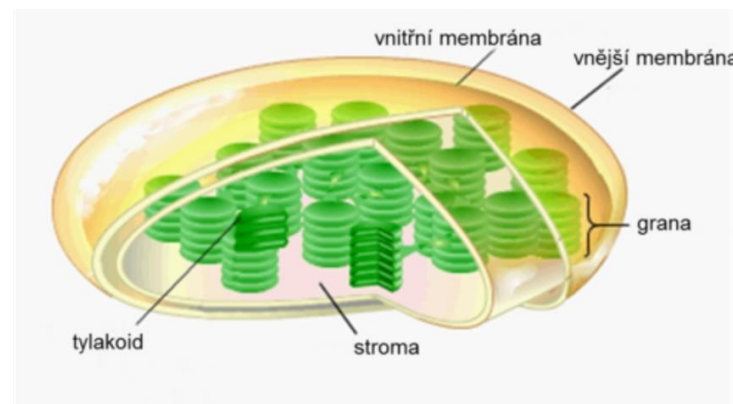
Proteinoplast - uchovává bílkoviny.

Chloroplast – je zelený a fotosynteticky aktivní, obsahuje chlorofyl a umožňuje rostlině provádět fotosyntézu. Kromě zelených chloroplastů existují i další typy plastidů, které se liší barvou a funkcí. Například **rodoplasty**, které obsahují červené pigmenty fykoerytrin a fykocyanin. Dalším typem jsou **feoplasty**, které obsahují kombinaci chlorofylu a pigmentu fukoxantin, což jim dodává hnědou barvu.

Chromoplast – je barevný a fotosynteticky neaktivní, obsahuje různá barviva jako karoteny a xantofyly. Chloroplasty se na podzim mění na chromoplasty a dodávají rostlinám jejich podzimní barvu.

Fotosyntéza

Systémy zachycující světlo, elektrontransportní řetězec a ATP-syntasa jsou v thylakoidní membráně. Energie fotonu se přenáší na energii elektronu v chlorofylu. Excitovaný elektron prochází elektrontransportním řetězcem. Během přenosu elektronů jsou čerpány protony do vnitrothylakoidového prostoru jedním membránovým komplexem, který pracuje na principu protonové pumpy. Elektrony s vysokým obsahem energie se nakonec spojí s molekulou NADP⁺ a vytvoří NADPH. ATP a NADPH jsou potřeba k



fixaci molekuly CO₂ Calvinovým cyklem a tvorbě tříuhlíkatého cukru 3-fosfoglycetátu, který je prekurzorem dalších cukrů, mastných kyselin a aminokyselin.

Endoplazmatické retikulum

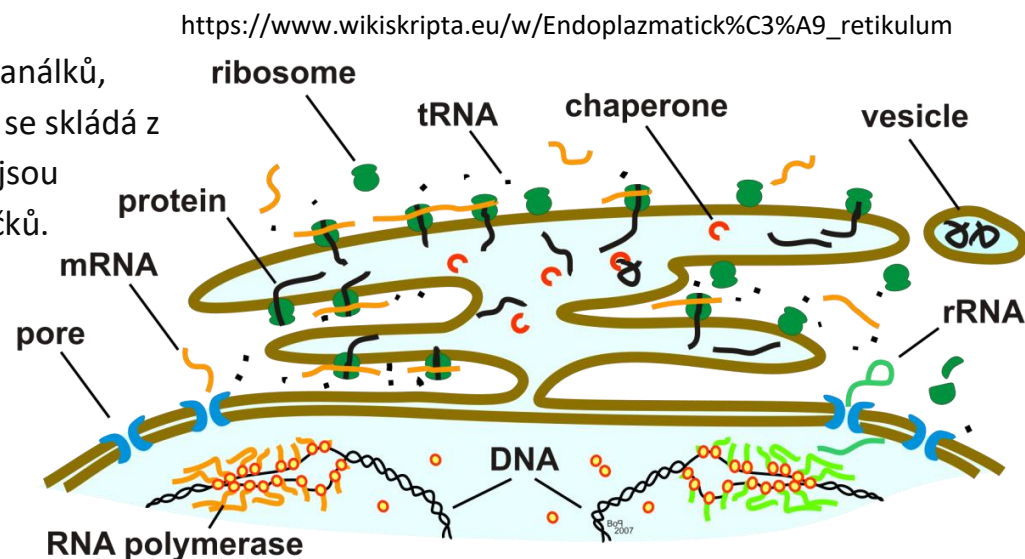
Endoplazmatické retikulum je komplexní síť váčků, cisteren a kanálků, která je přímo napojená na jaderný obal buňky. Tato struktura se skládá z různých částí: váčků, které jsou kulovitého tvaru, cisteren, což jsou velké zploštělé váčky, a kanálků, které mají tvar dlouhých válečků.

Endoplazmatické retikulum hraje klíčovou roli v syntéze membránových lipidů, které jsou používány pro stavbu a údržbu membrán ostatních organel v buňce. Zároveň zvyšuje vnitřní povrch buňky, což umožňuje provádět různé metabolické procesy efektivněji.

Existují dva hlavní typy endoplazmatického retikula:

- **drsné ER** – je poseto ribozomy, které se podílejí na proteosyntéze - vzniku, úpravě a degradaci proteinů, které jsou následně distribuovány do různých částí buňky nebo mimo ni.
- **hladké ER** – ribozomy naopak nemá. Tato část ER se zapojuje do anabolických a katabolických reakcí, skladuje a uvolňuje vápenaté ionty, což je zvláště důležité ve svalových buňkách, kde se hladké ER specializuje na uvolňování vápenatých iontů během svalového stahu a je známé jako sarkoplazmatické retikulum. Hladké ER je také zodpovědné za syntézu lipidů a některých hormonů.

Poměr mezi drsným a hladkým ER se může lišit v závislosti na typu buňky a jejích aktuálních potřebách, což buňce umožňuje flexibilně reagovat na měnící se podmínky a požadavky.



Golgiho aparát

Golgiho aparát je zásadní organela ve struktuře buňky, skládající se z uzavřených membránových cisteren a měchýřků. Tato organela má specifickou orientaci: cis-strana je obrácena směrem k jádru, zatímco trans-strana směřuje k plazmatické membráně (PM).

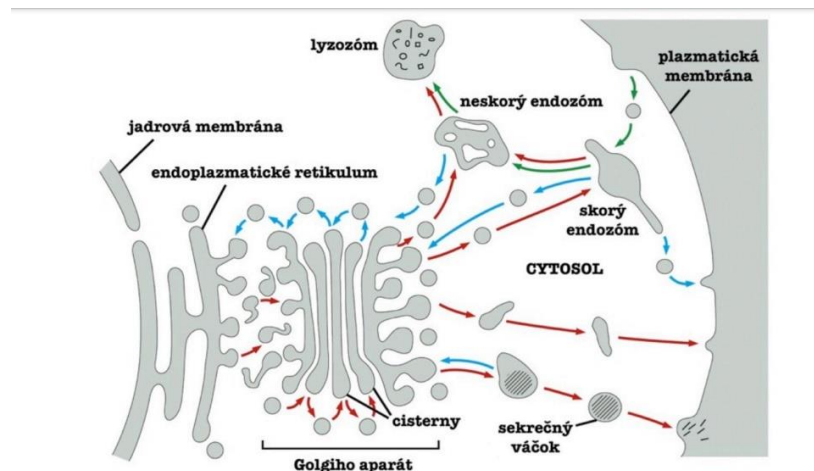
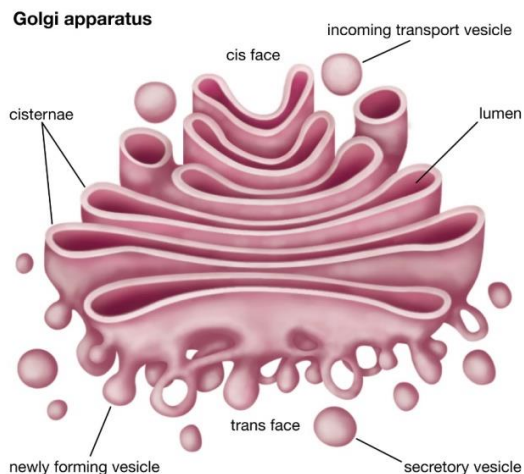
Strukturálně i funkčně je Golgiho aparát úzce spojen s endoplazmatickým retikulem (ER). Produkty syntetizované v ER jsou do Golgiho aparátu přeneseny, kde jsou shromažďovány, modifikovány a následně tříděny pro různé sekreční dráhy. Tato třídění zahrnují procesy, jako je **vezikulární transport**, při kterém jsou produkty přenášeny v malých váčcích zvaných vezikuly.

Golgiho aparát také hraje klíčovou roli v **exocytóze**, což je proces, při kterém jsou odpadní látky a exkrety vylučovány z buňky ven. Kromě toho se v Golgiho aparátu syntetizují nové látky, včetně polysacharidů a materiálů potřebných pro tvorbu buněčné stěny (BS).

V živočišných buňkách obvykle nalezneme jeden Golgiho komplex na buňku, zatímco v rostlinných buňkách může být Golgiho komplexů více. V rostlinných buňkách se soubor všech Golgiho komplexů nazývá **diktozom**.

Vezikulární doprava je velice dobře organizována. Každý váček musí obsahovat pouze určité molekuly pro cílovou organelu a na konci své transportní dráhy musí fúzovat pouze s touto organelou. Všechny tyto rozpoznávací děje zabezpečují proteiny spojené s membránou transportního váčku.

http://www.biocenter.sk/ltteaching_files/MBB2_prednaska_GA_2015.pdf



Lysozomy

Lysozomy jsou speciální organelou nalezenou u živočichů a hub, které mají formu sférických membránových váčků. Tyto organely vznikají odškrcením od endoplazmatického retikula (ER) nebo Golgiho aparátu (GA) a hrají klíčovou roli v procesu intracelulárního trávení, známého jako digesce. Uvnitř lysozomů se nachází hydrolytické enzymy, tzv. hydrolázy, které pomáhají rozkládat biomakromolekuly. Tyto enzymy jsou efektivní právě díky kyselému prostředí lysozomů, s pH přibližně 5. Lysozomy mohou působit také mimo buňku, kde dochází k tzv. extracelulární digesti. Tento proces umožňuje buňkám zbavovat se nechtěných látek nebo patogenů.

U rostlin je funkce lysozomů zčásti nahrazena vakuoly, které plní podobné úlohy.

Existují tři hlavní typy lysozomů:

Primární lysozomy obsahují čistě hydrolytické enzymy a jsou čerstvě odškrcené z ER nebo GA.

Sekundární lysozomy obsahují jak hydrolytické enzymy, tak již trávené látky.

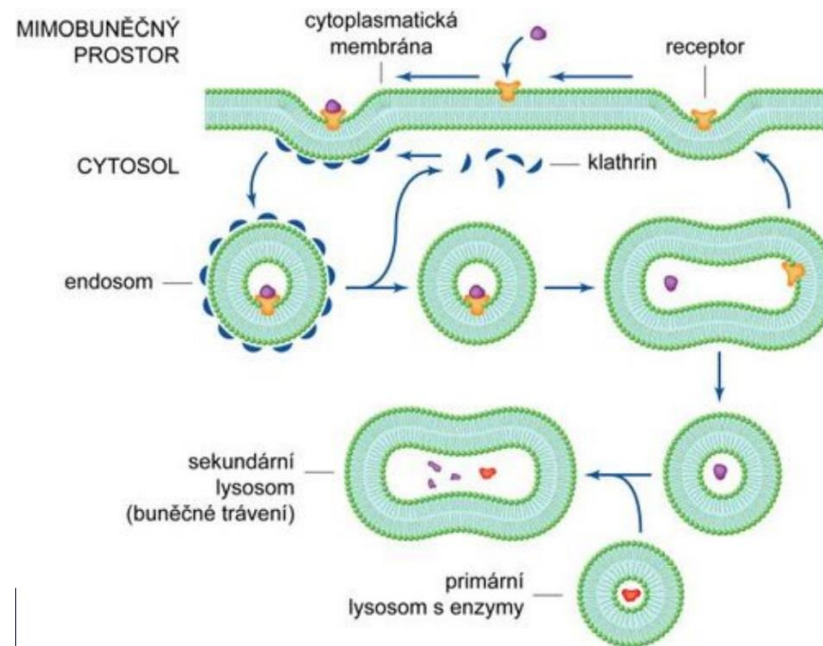
Terciální lysozomy obsahují látky, které již nelze dále trávit. Terciální lysozomy mohou buď zaniknout vyloučením svého obsahu z buňky, nebo zůstat uvnitř buňky jako trvalé struktury.

Cytozomy (kompartmenty)

Cytozomy, které jsou také známé jako kompartmenty, představují malé membránové váčky v buňce. Tyto struktury vznikají odškrcením z endoplazmatického retikula (ER) nebo Golgiho aparátu (GA).

Každý cytozóm obsahuje specifické enzymy, které umožňují buňce vykonávat určité metabolické funkce. Mezi hlavní typy cytozomů patří:

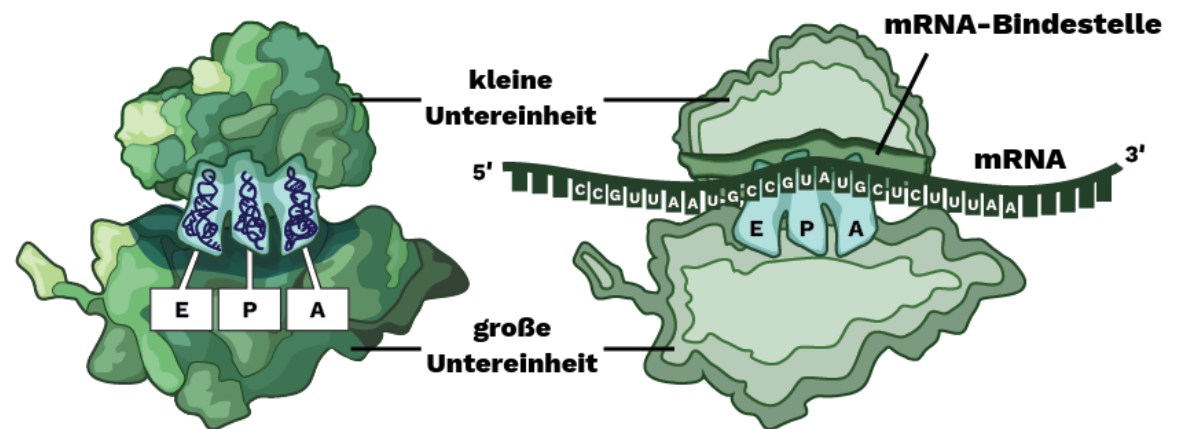
- peroxyzomy
- glyoxyzomy
- urikozomy



Nemembránové organely

Ribosomy

jsou malé makromolekulární komplexy, které najdeme ve všech buňkách, jak u prokaryot (například bakterií), tak u eukaryot (například rostlin a živočichů). Tyto komplexy jsou zvláštní tím, že na svém povrchu nemají membránu, což je odlišuje od mnoha jiných buněčných organel. Skládají se z ribonukleové kyseliny (rRNA) a bílkovin, a jsou tvořeny dvěma podjednotkami.



Velikost ribosomů se měří pomocí sedimentačního koeficientu, který se udává v jednotkách Svedberg (S). Prokaryotické ribosomy mají velikost 70 S, zatímco eukaryotické ribosomy jsou trochu větší, s velikostí 80 S.

Hlavní funkcí ribosomů je proteosyntéza, tedy tvorba proteinů. Tento proces, známý také jako translace, zahrnuje překlad genetické informace z RNA do konkrétní sekvence aminokyselin, které tvoří proteiny.

Cytoplazma

Cytoplazma je základní složkou každé buňky, kromě jejího jádra. Jedná se o koloidní roztok, což znamená, že je to rozpouštědlo, ve kterém jsou rozptýleny různé složky, jako jsou organely, enzymy a makromolekuly. Tento vnitřní obsah buňky tvoří přibližně 75-80 % vody a má slabě kyselé až neutrální pH, což je ideální prostředí pro řadu chemických reakcí, které v buňce probíhají.

Cytoplazma není všude stejně hustá; u povrchu buňky je obvykle hustší, což ukazuje na její nehomogenní strukturu. Jednou z důležitých reakcí, která se v cytoplasmě odehrává, je například anaerobní glykolýza, což je první fáze buněčného dýchání.

Cytosol je základní složka každé buňky, kterou lze chápat jako "tekutinu" uvnitř buňky, ve které se nachází vše kromě organel.

Cytoskelet

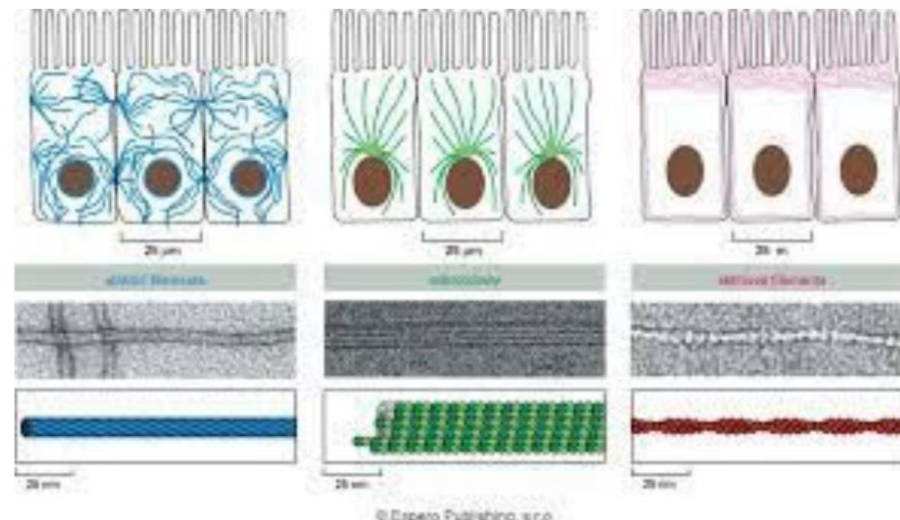
Cytoskelet je interní "kostra" eukaryotických buněk, což znamená, že se nachází pouze u buněk rostlin, živočichů a hub. Tato struktura buňkám dodává pevnost a podporu, což je zásadní pro jejich tvar a integritu. Cytoskelet je složen z komplexní soustavy proteinových struktur, které spolupracují udržení buněčné stability a umožňují různé buněčné pohyby, včetně dělení buňky a pohybu celé buňky. Základní stavební prvky cytoskeletu zahrnují:

Mikrotubuly – jsou tvořeny kulovitými proteiny tubulinem a aktinem, které se spojují do dlouhých řetízků, jež formují duté válečky. Tyto struktury jsou důležité pro udržení tvaru buňky a jsou klíčové při formování bičíků, které umožňují buňkám pohyb.

Mikrofilamenty – také se skládají z tubulinu a aktinu, ale mohou být zapletené do sebe nebo obtočené vlákny jiného proteinu zvaného tropomyozin. Tato vlákna jsou zvláště důležitá pro pohyby buňky, jako je stahování během dělení.

Intermediální filamenty – jsou tvořeny dlouhými vláknitými proteiny, které jsou vzájemně propletené. Hrají klíčovou roli při udržování celkové struktury buňky a jsou nezbytné při buněčných změnách a přestavbách.

Cytoskeletní vlákna mohou být velmi dlouhá, někdy sahají od jednoho konce buňky k druhému, a tvoří síť, které posilují buňku.



*„Smích vrací člověku energii.
Každické vlákénko vašeho bytí se znovu oživí,
všechny buňky začnou tančit.“*

Osho

Nejdůležitější Funkce Cytoskeletu

Podpůrná funkce

Cytoskelet poskytuje buňce pevnost a strukturu. Je to jako ocelová konstrukce v budově, která drží vše pohromadě.

Pohyb buněk na velké vzdálenosti

Díky cytoskeletu se buňky mohou pohybovat po povrchu. Představ si ho jako síť kolejnic, po kterých se buňky posouvají tam, kam potřebují.

Stah buněk svalu

Svalové buňky využívají cytoskelet k tomu, aby se mohly stahovat a natahovat. To nám umožňuje pohyb a sílu svalů.

Změny buněčného tvaru během vývoje embrya

Během vývoje embrya se buňky mění a specializují. Cytoskelet hraje klíčovou roli při těchto změnách tvaru a funkce.

Pohyb organel

Cytoskelet funguje jako dopravní síť, která pomáhá přesouvat organely (jako mitochondrie a lysosomy) na různá místa v buňce.

Transport mezi organelami

Umožňuje přesun materiálů mezi různými organelami. Představ si ho jako systém dálnic uvnitř buňky, kde nákladní vozy převážejí zboží sem a tam.

Rozdělení chromozómů během mitózy

Při dělení buňky (mitóze) se chromozómy musí správně rozdělit do dvou nových dceřiných buněk.

Zaškrcování živočišných buněk při dělení

Během dělení živočišných buněk cytoskelet pomáhá vytvořit zaškrcení, které oddělí dvě nové buňky. Je to jako když rozdělíš těsto na dvě části při pečení.

Intermediální filamenta

Intermediální filamenta jsou klíčovými strukturami, které poskytují buňkám mechanickou pevnost. Vytvářejí síť v cytoplazmě, která obklopuje jádro a sahá až na periferii buňky. Tato filamenta jsou nepřímo spojena s filamenty sousedních buněk pomocí desmosomů, což zajišťuje pevné spojení mezi buňkami.

Pod jadernou membránou vytvářejí strukturu zvanou jaderná lamina, která poskytuje podporu a stabilitu jádru.

Intermediální filamenta se nacházejí po celé délce axonů v nervových buňkách, ve svalových buňkách a buňkách epitelálních. Tato filamenta poskytují oporu buňkám, které jsou vystaveny mechanickému namáhání.

Mikrofilamenty

Mikrofilamenty jsou součástí buněčného kortexu, který zabezpečuje pohyb buněk, například pohyb měňavky, bílých krvinek nebo růst konce axonu určitým směrem. Stabilní struktury tvoří například ve svalech, kde se podílejí na kontraktilním systému.

Ve spojení s myosinem zabezpečují pohyb váčků podél aktinových vláken, stah svalu a vznik různých tvarů buňky. Myosin se může pohybovat podél aktinového vlákna za spotřeby ATP.

Mikrotubuly

Mikrotubuly jsou dlouhé a poměrně málo ohebné trubičky, které hrají klíčovou roli v buňce. Neustále se rozpadají a znovu vytvářejí, což umožňuje buňce rychle reagovat na potřeby a změny.

Mikrotubuly vyrůstají z centrosomu a směřují k periferii buňky. Vytvářejí systém drah, podél kterých se mohou transportovat váčky, orgány a další buněčné komponenty.

Během mitózy se mikrotubuly rozpadají a vytvářejí dělicí vřeténko, které zajišťuje rovnoměrné rozdělení chromozomů mezi obě dceřiné buňky.

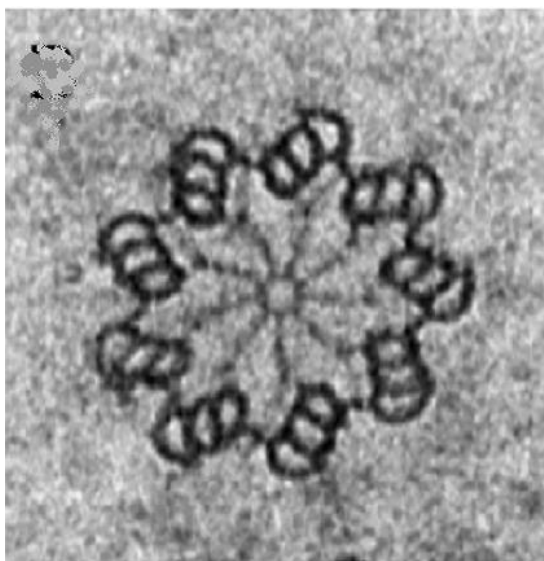
Mikrotubuly mohou vytvářet i stálé struktury, jako jsou řasinky a bičíky, které umožňují buňkám pohyb nebo pohyb látek kolem buňky.

Buněčné orgány a váčky s nákladem jsou posunovány podél mikrotubulů motorovými proteiny. Představ si je jako malé "dopravní pásy", po kterých se buňkové náklady pohybují z jednoho místa na druhé.

Centriola

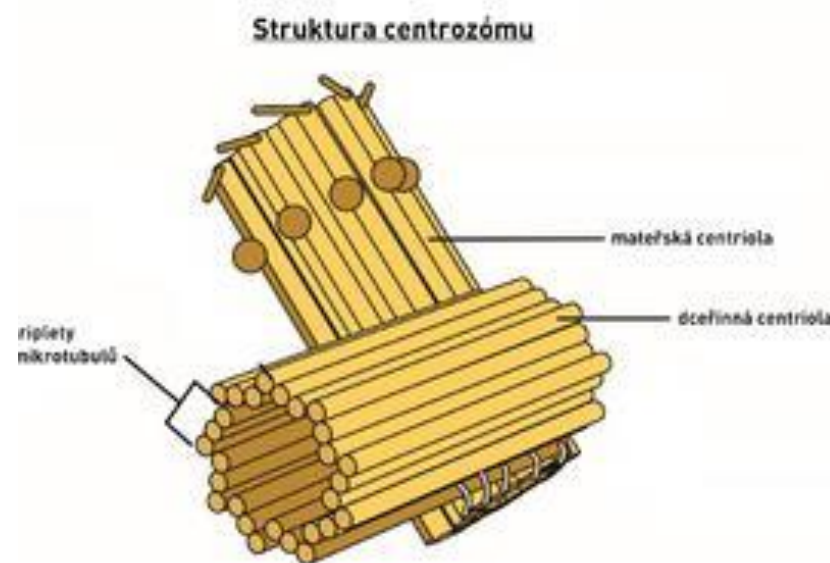
Centriola je stálou strukturou v buňkách, která hraje klíčovou roli při jejich dělení. Skládá se ze dvou na sebe kolmých válečků.

Její plášť je tvořen devíti triplety mikrotubulů, což jsou malé trubičky, které jí dodávají pevnost a tvar. Po obvodu centrioly se nacházejí satelity, které slouží jako kotevní body pro mikrotubuly. Před buněčným dělením (mitózou) centriola indikuje tvorbu druhé centrioly. Hraje klíčovou roli při uspořádání dělicího vřeténka, což je struktura nezbytná pro správné rozdělení chromozómů do dceřiných buněk.



<https://www.osel.cz/popisek.php?popisek=17431&img=centriole-fig1b.png>

<https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/5178>



Když se buňky dělí

Dělení buněk je základem růstu a rozmnožování všech organismů. Hlavní roli hraje okopírování a rozdělení dědičné informace. Poté se cytoplazma rozdělí a vzniknou nové buňky. Výchozí buňce říkáme mateřská buňka a nové buňky nazýváme dceřiné buňky.

Jak to probíhá?

Dělení jaderné (karyokineze):

Rozdělení jádra buňky na dvě nová jádra.

Mitóza

Meióza

Dělení buněčné (cytokineze):

Rozdělení celé buňky, kdy se mateřská buňka rozdělí na dvě dceřiné buňky.

*„Umění medicíny spočívá
v obveselování pacienta,
zatímco příroda léčí chorobu.“
Voltaire*

Mitotický aparát

Mitotický aparát je klíčovou strukturou během dělení buňky. Jeho hlavními součástmi jsou dělicí vřeténko a kontraktilní prstenec.

Dělicí vřeténko

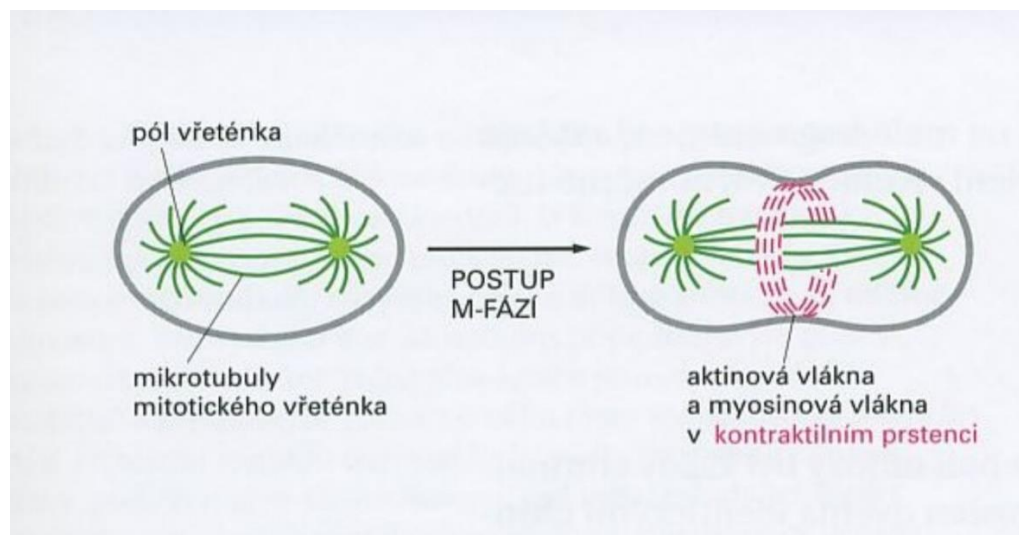
V interfázi (mezi děleními) má většina buněk pouze jeden centrosom, ze kterého vybíhají mikrotubuly. Na konci S-fáze buňka duplikuje svůj centrosom, což vede ke vzniku dvou dceřiných centrosomů. Každý z těchto centrosomů organizuje svůj vlastní svazek mikrotubulů.

Oba svazky mikrotubulů interagují a vytvářejí mitotické vřeténko, které je nezbytné pro správné rozdělení chromozomů.

V prometafázi (střední fáze dělení) se konce mikrotubulů připojují ke kinetochorům na chromozomech. Na jeden kinetochor se může připojit několik mikrotubulů (u člověka 20–40, u kvasinky jen jeden). Některé léky, jako kolchicin používaný při léčbě rakoviny, ovlivňují tvorbu mikrotubulárních struktur. Kolchicin zabraňuje správnému vytvoření a funkci mitotického vřeténka, což je zvláště účinné proti rychle rostoucím nádorovým buňkám.

Kontraktilní prstenec

Kontraktilní prstenec pracuje na stejném principu jako aktin a myosin ve svaly. Je zodpovědný za vytvoření zúžení, které nakonec vede k rozdělení buňky. U rostlin se kontraktilní prstenec nevyskytuje. Místo toho jsou buňky od sebe oddělovány nově rostoucí buněčnou stěnou.



Mitóza

Mitóza je proces, který se odehrává při většině dělení buněk v organismech. Je to klíčový mechanismus, který zajišťuje, že každá nová buňka (dceřiná buňka) má stejný počet chromozomů jako buňka původní (mateřská buňka).

Fáze mitózy

Profáze

Centriola se rozdělí a její části se přesunou k opačným pólům buňky. Jaderná membrána a jadérko se rozpustí. Chromozomy se začnou spiralizovat, což znamená, že se stáčí a zkracují. Vytvoří se dělicí vřeténko z mikrotubulů.

Metafáze

Chromozomy se srovnají do rovníkové roviny buňky. Připojí se centromerami (místem, kde jsou spojeny dvě chromatidy) na mikrotubuly dělicího vřeténka. Centromery se podélně rozštěpí.

Anafáze

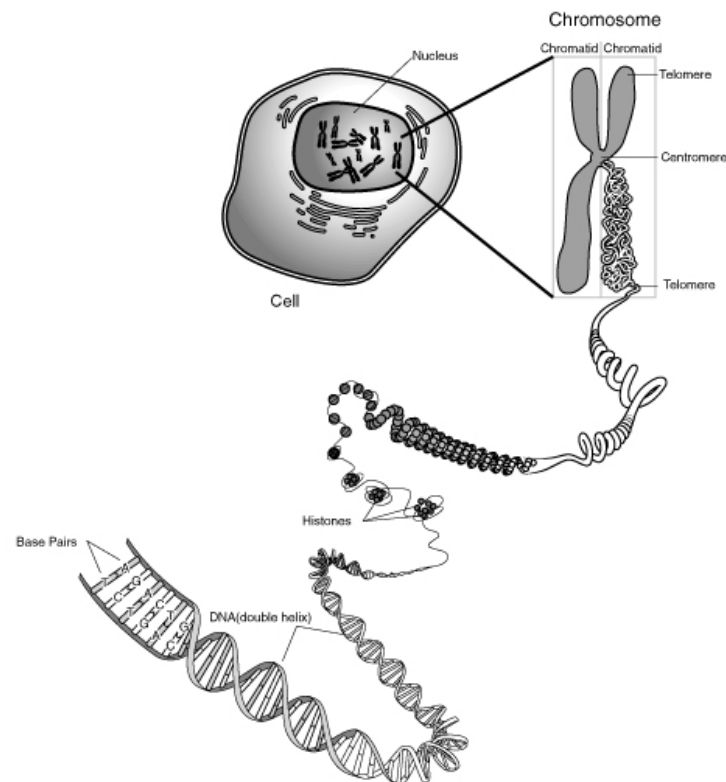
Mikrotubuly se zkracují, čímž táhnou chromatidy (nyní již samostatné chromozomy) k opačným pólům buňky.

Telofáze

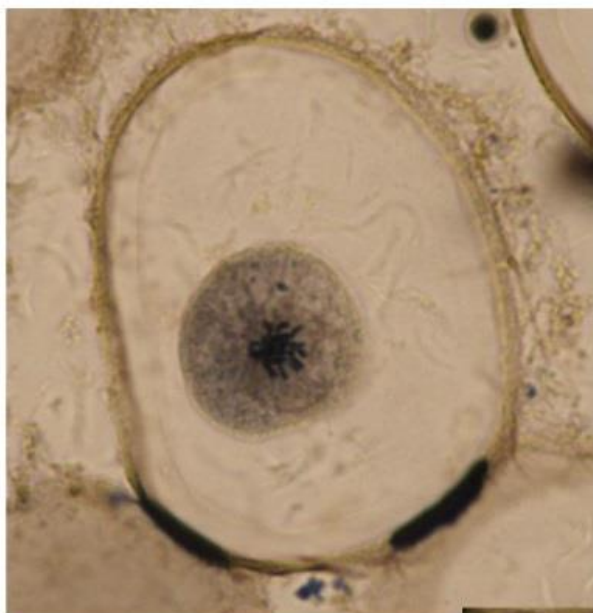
Začíná cytokineze, což je samotné dělení buňky. Vytvoří se nové jaderné membrány a jadérka v dceřiných buňkách.

Interfáze

Období mezi dvěma mitózami, kdy buňka roste a připravuje se na další dělení.



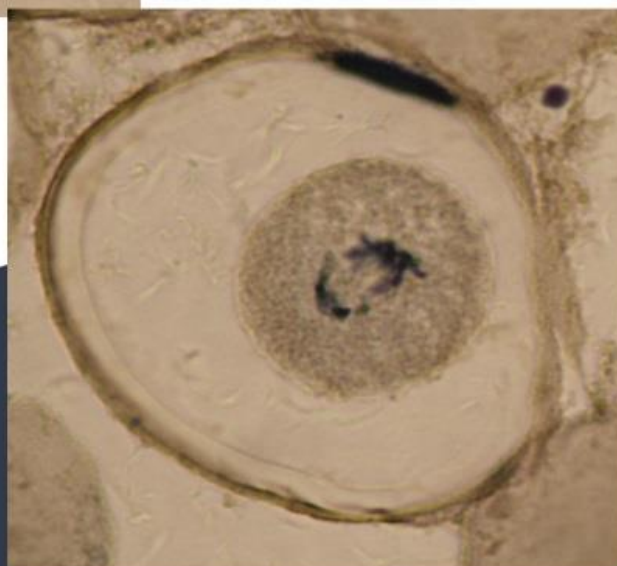
<http://www.genetika-biologie.cz/chromozomy>



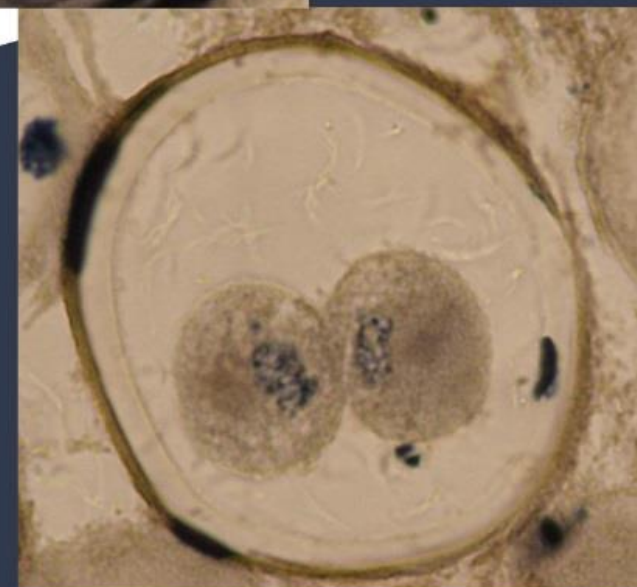
profáze



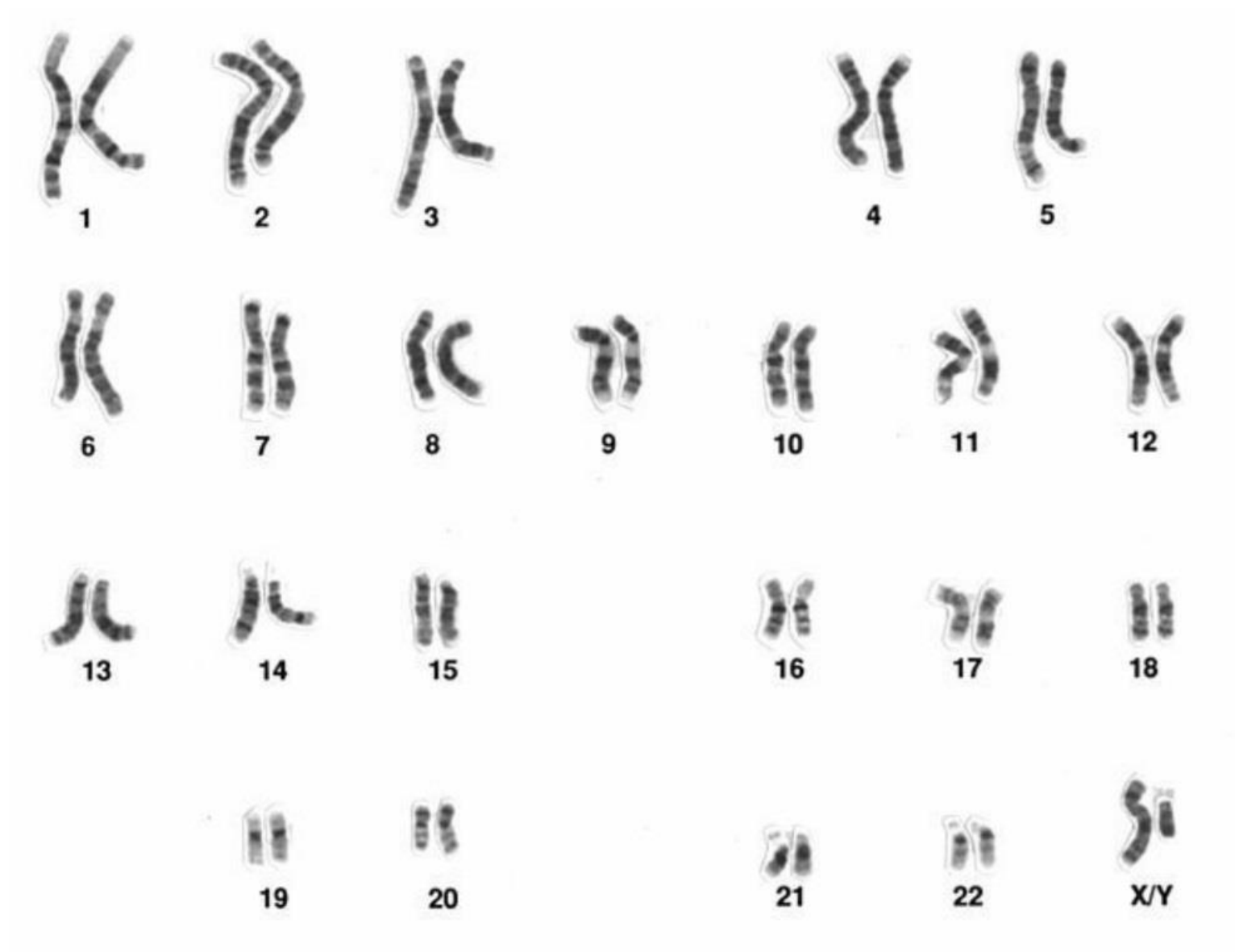
metafáze



anafáze



telofáze



<http://www.genetika-biologie.cz/karyotyp-člověka>

Mieóza

Meiόza je proces, který snižuje počet chromozómů z diploidního ($2n$ - dvě sady) na haploidní (n - jedna sada). Tohle je klíčový krok při vzniku pohlavních buněk u živočichů a výtrusů u rostlin.

Z jedné buňky s diploidním počtem chromozómů vzniknou čtyři buňky s haploidním počtem chromozómů. A jak to celé funguje?

Meiόza probíhá ve dvou hlavních fázích:

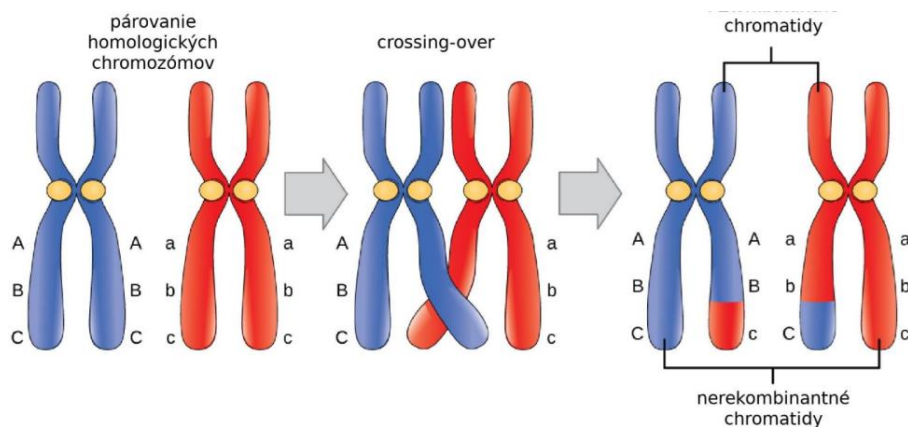
První meiotické dělení (heterotypické)

Leptotene: Vlákennitá DNA se začíná spiralizovat a chromozómy se začínají formovat.

Zygotene: Homologní chromozómy, což jsou páry chromozómů podobné velikostí a tvarem, se přibližují k sobě a spojí se za pomoci speciální bílkoviny do tzv. **bivalentu**.

Pachytene: Chromozómy dokončují svou spiralizaci a bivalenty se mění na **tetrády** - čtyřchromatidové komplexy. V této fázi dochází k tzv. **crossing-overu**, kdy se nesesterské chromatidy proplétají a vyměňují si části genetického materiálu.

Diplotene: Bílkovinné vazby mezi homologními chromozómy se uvolňují a chromozómy se začínají oddalovat.

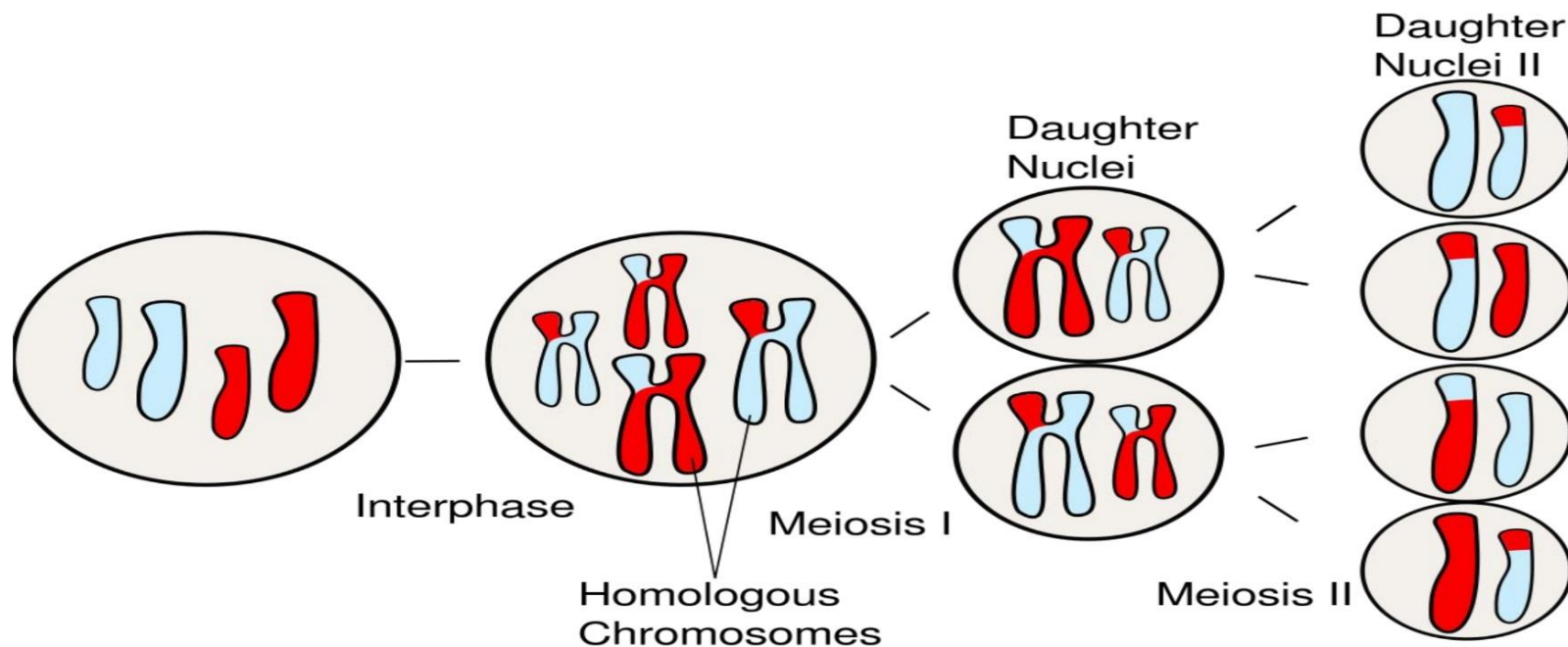


Diakineze: Homologní chromozómy se přeuspořádávají a rozcházejí se, chiazmata se posouvají ke koncům chromatid, kde zanikají.

Metafáze I: Páry chromozómů se seřadí v rovníkové rovině buňky, a na mikrotubuly se vážou celé (!) chromozómy.

Anafáze I: Mikrotubuly se zkracují a celé (!) chromozómy jsou taženy k opačným pólům buňky.

Telofáze I: Tato fáze je v podstatě shodná s profází II. Vznikají dvě buňky s haploidním počtem chromozómů, ale netvoří se jaderná membrána.



Druhé meiotické dělení (homotypické)

Profáze II: Tato fáze je de facto shodná s telofází I. Žádné velké překvapení, prostě se připravujeme na další kolo dělení.

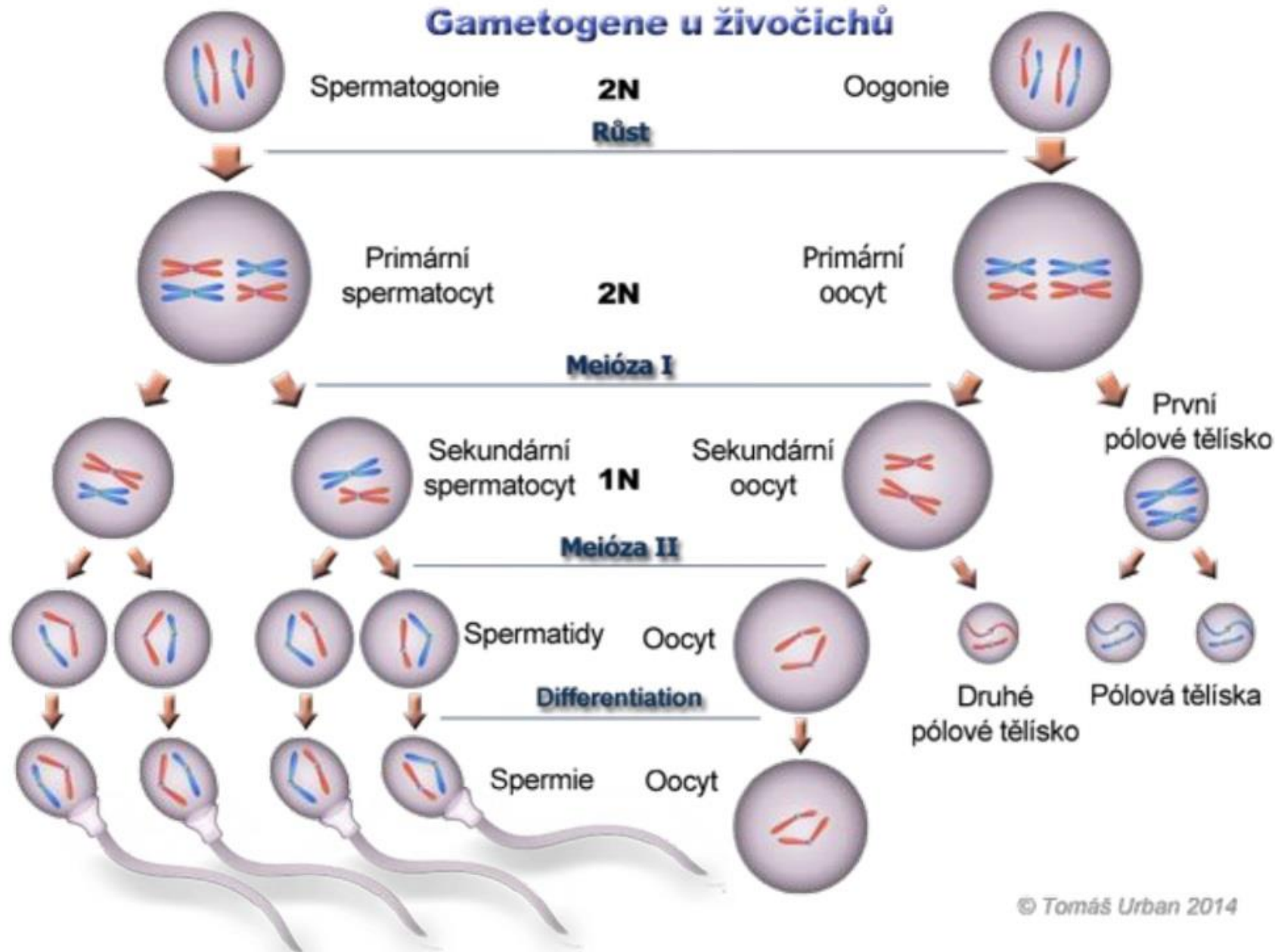
Metafáze II: Chromozómy se seřadí do rovníkové roviny dělicího vřeténka. Připojí se centromerami na mikrotubuly dělicího vřeténka a centromery se podélně rozštěpí.

Anafáze II: Mikrotubuly se zkracují a chromatidy rozštěpených chromozómů jsou taženy k opačným pólům.

Telofáze II: Začíná cytokineze, tedy vlastní dělení buňky. Vytvoří se jaderná membrána a jádérka dceřinných buněk.

„Medicína je nepochybně nejšlechtetnější ze všech umění.“
Hippokratés

Gametogene u živočichů



Buněčný cyklus: Jak buňky procházejí svým životním cyklem

M-fáze (mitotická): Vlastní dělení

Tohle je fáze, kterou jsme už podrobně probírali – skutečné dělení buňky, kde se chromatidy rozdělují do dvou nových buněk.

G1-fáze (postmitotická): Růst buňky

Po velkém finále přichází čas na regeneraci a přípravu. Buňka roste, syntetizuje bílkoviny a RNA. Tady se také nachází hlavní kontrolní uzel – buňka může být buď zablokována, nebo odblokována v závislosti na genetických signálech a podmínkách prostředí.

S-fáze (syntetická): Replikace DNA

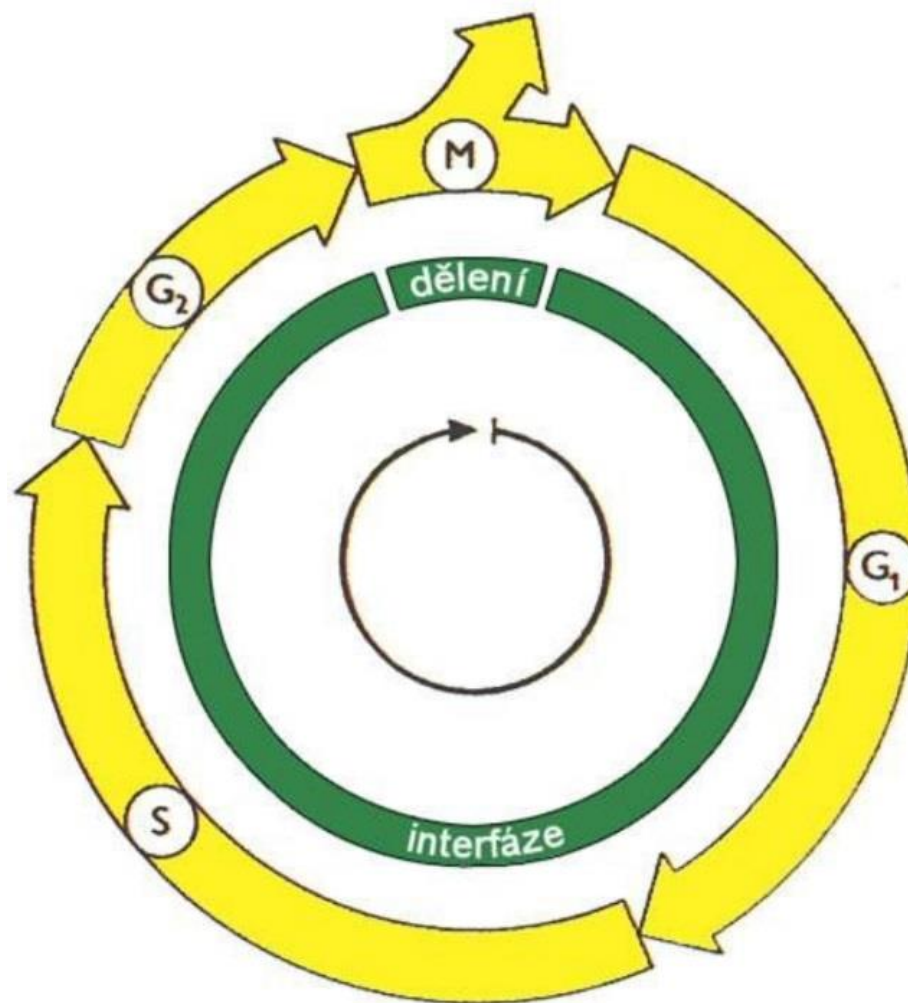
V této fázi buňka replikuje svou DNA. Představ si to jako když si jedna chromatida vytvoří svou přesnou kopii.

G2-fáze (postsyntetická): Syntéza organel a rRNA

Syntetizuje nové organely a rRNA.

Interfáze

G1-, S- a G2-fáze se dohromady nazývají interfáze. Tohle je období mezi dvěma mitózami, kdy se buňka připravuje, roste a replikuje svou DNA.



Na závěr

Všechny aktivity buněk jsou pečlivě naplánované a řízené systémem regulace buněčného cyklu. Tento systém musí ve správný čas aktivovat enzymy a jiné proteiny nezbytné pro každý proces, a po jeho dokončení je zase deaktivovat. A to všechno musí fungovat s ohledem na okolní podmínky, jako je dostatek živin nebo signály od ostatních buněk.

Každý krok buněčného cyklu může začít teprve tehdy, když se ten předchozí dokončí. Pokud něco neproběhne hladce, celý cyklus se zastaví. Tento proces má své kontrolní body, kde se ověřuje, zda je všechno v pořádku. Většina buněk například zastaví cyklus, dokud nedorostou do správné velikosti.

Systém regulace buněčného cyklu funguje na principu fosforylace. Fosforylace znamená aktivaci proteinů, zatímco defosforylace znamená jejich inaktivaci.

Savčí buňky se dělí jen tehdy, když dostanou signály od ostatních buněk. Pokud tyto signály nedostanou, cyklus se zastaví v G1 kontrolním bodě a buňky přejdou do stavu G0. V tomto stavu mohou zůstat dny, měsíce, nebo dokonce roky.

Jakmile buňka projde G1 kontrolním bodem, zbytek buněčného cyklu proběhne rychle – za 12 až 24 hodin. Ale co když buňka nemá všechny potřebné faktory pro přežití a dělení? Pak nastupuje druhý mechanismus – programovaná buněčná smrt, neboli apoptóza. Apoptóza je zásadní pro správný vývoj organismu, například při vytváření prstů na rukou a nohou nebo při zániku ocasu u pulce. V dospělých tkáních pomáhá udržovat optimální velikost orgánů a odstraňovat nefunkční T lymfocyty v thymu.

Za apoptózu jsou zodpovědné tzv. „sebevražedné“ proteasy. Tyto proteasy se postupně vzájemně aktivují a vytvářejí proteolytickou kaskádu. Ale pozor – pokud buňka náhodnými mutacemi ztratí schopnost odpovídat na signály regulující dělení a smrt, může to vést ke vzniku nádoru.

Pracovní list

Buňka a její dělení

BUŇKA A DĚLENÍ BUNĚK – PRACOVNÍ LIST

1. Úkol: Vytvoř dočasný preparát bukalního stěru sliznice

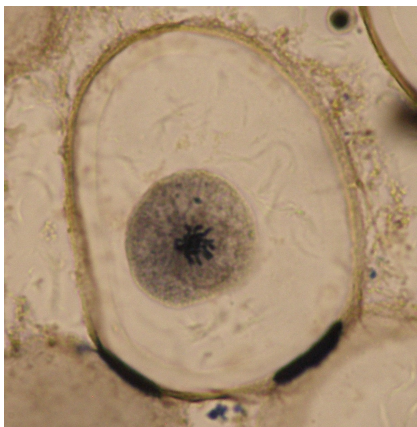
Pomůcky: špachtle, methylenová modř, pomůcky na mikroskopování, mikroskop

Postup: Špachtlí lehce přejedeme po vnitřní straně tváře v ústní dutině. Je dobré před tímto pokusem mít ústní dutinu bez zbytků jídla, čistou a vypláchnutou vodou. Na podložní sklo dáme kapku setřené hmoty z okraje špachtle a přikápneme barvivo, nejlépe methylenovou modř. Necháme chvíli probarvit a pak přikryjeme krycím sklem a pozorujeme s postupným zvětšováním.

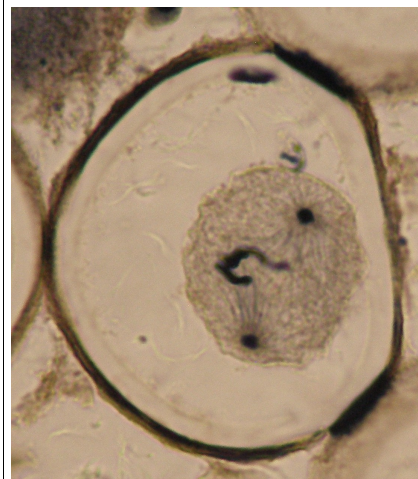
Nákres:

Zvětšení:

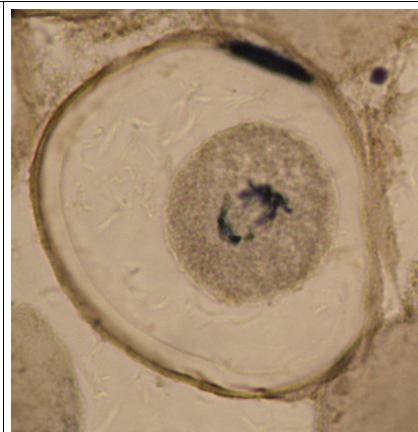
2. Pozoruj trvalé preparáty, popiš a nakresli fáze mitózy:

I.Profáze		

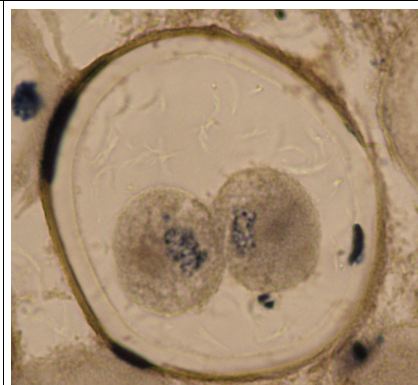
II. Metafáze



III. Anafáze



IV. Telofáze



1.

Test

Buňka a její dělení

1. K replikaci jaderné DNA dochází v:
 - a) G1 fázi
 - b) S fázi
 - c) G2 fázi
 - d) G0 fázi
2. Buněčný cyklus nazýváme období od:
 - a) konce jedné mitózy do konce mitózy následující
 - b) konce profáze do metafáze
 - c) začátku G1 do začátku mitózy
 - d) začátku G1 do konce G2
3. Cytokineze je:
 - a) rozdělení jádra buňky
 - b) pohyb buňky pomocí panožek
 - c) cytoskeletární soustava
 - d) rozdělení cytoplazmy
4. V profázi mitózy se chromosom skládá:
 - a) z jedné chromatidy
 - b) ze 2 chromatid
 - c) ze 3 chromatid
 - d) ze 4 chromatid
5. Při mitóze:
 - a) vznikají dvě geneticky rovnocenná dceřinná jádra
 - b) vznikají dvě diploidní buňky
 - c) vznikají dvě rovnocenné diploidní gamety
 - d) pravidelně dochází k procesu crossing-over
6. V průběhu meiózy:
 - a) dochází k redukci počtu chromosomů na polovinu
 - b) se počet chromosomů nemění
 - c) dochází v důsledku crossing-overu k rekombinaci chromosomů
 - d) dochází v důsledku crossing-overu k redukci počtu chromosomů
7. Segregace homologních chromosomů:
 - a) probíhá v anafázi mitózy
 - b) je součástí mitotického dělení
 - c) zajišťuje genetickou identitu dceřinných buněk
 - d) je charakteristický děj v prvním meiotickém dělení
8. Crossing - over je:
 - a) výměna části chromatid homologních chromosomů
 - b) segregace chromosomů
 - c) cílené vyčlenění genů, které zmutovaly
 - d) proces redukce chromosomů
9. Buněčné jádro:
 - a) je složeno zejména z rRNA a bílkovin
 - b) nemá vlastní membránu
 - c) je typické pro prokaryotické buňky
 - d) je složeno zejména z DNA a bílkovin
10. Jadérko:
 - a) je místem syntézy nové DNA
 - b) je vázáno na organizátor jadérka
 - c) je místem syntézy rRNA
 - d) spolu s ribosomy se vyskytují na drsném endoplazmatické retikulu

11. Sesterské chromatidy:
 - a) vznikají replikací
 - b) se rozcházejí v anafázi mitózy
 - c) se rozcházejí v anafázi I. zracího dělení meiózy
 - d) se rozcházejí v anafázi heterotypického dělení (meiózy I)
12. Mimojaderné molekuly DNA nacházíme v:
 - a) plasmidech
 - b) jádru
 - c) mitochondriích
 - d) gonozomech
13. Biomembrány eukaryotické buňky:
 - a) jsou tvořeny lipoproteinovou dvojvrstvou
 - b) lze považovat za tekuté mozaiky
 - c) mají symetrickou strukturu
 - d) jsou na povrchu buňky součástí peptidoglykanové buněčné stěny
14. Mezi semiautonomní organely řadíme:
 - a) Golgiho aparát
 - b) ribosomy
 - c) mitochondrie
 - d) plastidy
15. Golgiho aparát je místem:
 - a) syntézy bílkovin
 - b) syntézy materiálu buněčných stěn
 - c) postsyntetické úpravy bílkovin
 - d) aerobní fosforylace
16. Mitochondrie:
 - a) obsahují DNA podobné prokaryotické
 - b) mají stěnu složenou ze dvou membrán
 - c) jsou místem anaerobní fosforylace
 - d) obsahují enzymy Krebsova cyklu
17. Lysozomy:
 - a) obsahují oxidázy a katalázy, které přeměňují tuky na cukry
 - b) jsou vezikulární útvary buněk, které obsahují katalázy
 - c) obsahují hydrolytické enzymy (hydrolázy)
 - d) jsou místem rozkladu látek přijatých zvnějšku, ale i vlastních hmot (autolýzy)
18. Plazmatická membrána je tvořena:
 - a) dvouvrstvou fosfolipidů a bílkovinami
 - b) pouze vrstvou glykokalyx
 - c) jednou vrstvou fosfolipidů a jednou vrstvou glycidů
 - d) pouze asymetrickými bílkovinami a cukry
19. Mikrotubuly jsou stavební prvky:
 - a) centriolů
 - b) bičíků
 - c) centromer
 - d) vláknů dělicího vřeténka
20. Profáze meiózy I se sestává z těchto stádií:
 - a) profáze I, metafáze I, anafáze I, telofáze I
 - b) leptotene, zygotene, pachytene, diplotene, diakineze
 - c) profáze I, metafáze I, anafáze I (telofáze I je identická z profází II)
 - d) leptotene, zygotene, kiatene, duotene