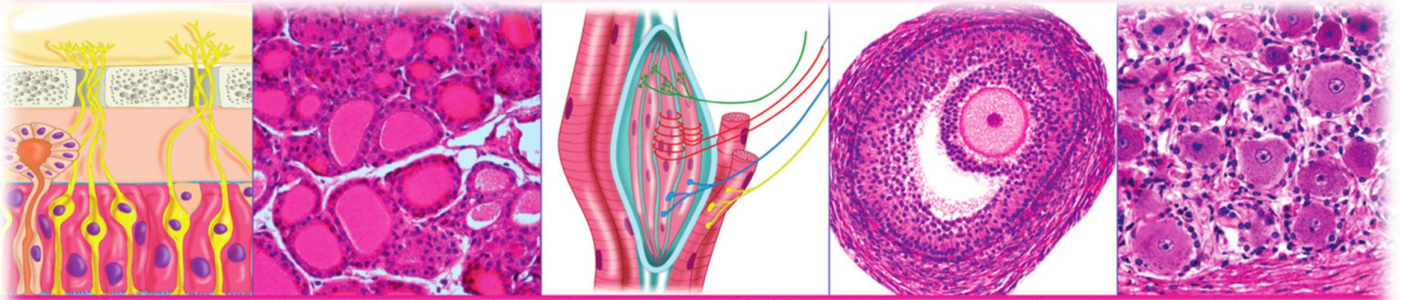




به نام خدا

Introduction to Histology



✓ جلسه ۱ علوم تشریحی نظری

نویسندگان :

بیبا باقریانی

مهديه عاشوری

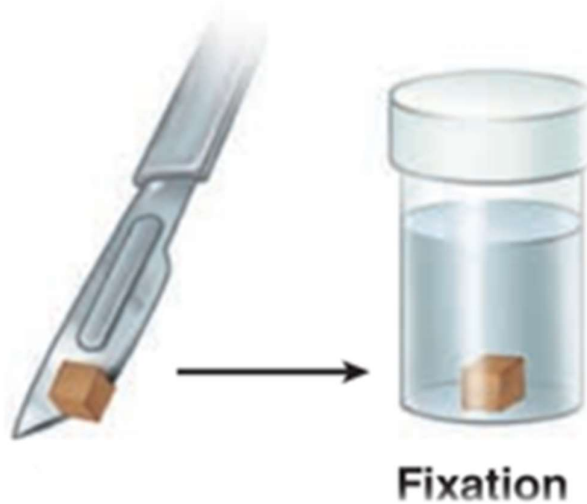
مبینا روشن

فاطمه خوش خو



PREPARATION OF TISSUES FOR STUDY

زمانی که نمونه را از بدن موجود زنده بیرون می‌آوریم تحت تاثیر عوامل شیمیایی یا فیزیکی ممکن است از بین برود یا فاسد شود.



برای اینکه سازماندهی سلول حفظ شود و آن را زیر میکروسکوپ مشاهده کنیم باید آنها را فیکس کنیم. ماده ای که این عمل را انجام می‌دهد فیکس کننده نامیده می‌شود.

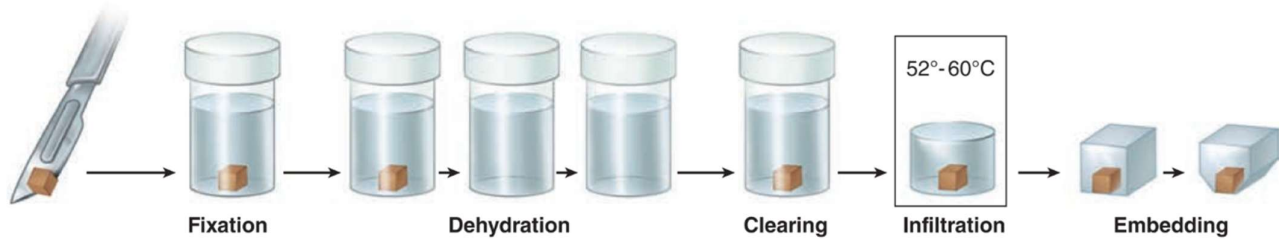
مثال: مار را داخل الکل نگه داری می‌کنند، الکل نقش ماده فیکس کننده را دارد.

در آزمایشگاه برای این کار از ماده ای به نام formalin استفاده می‌کنند.



Microtome

- برای اینکه نمونه را زیر میکروسکوپ بتوانیم به خوبی مشاهده کنیم ضخامت نمونه باید در حد چند میکرون باشد. به همین دلیل از دستگاه‌هایی به نام Microtome استفاده می‌شود و یک برش یا برش‌هایی از آن تهیه می‌شود.



برای اینکه اسکلت سلولی حفظ شود، می‌توانیم قسمتی از نمونه را با پارافین پر کنیم سپس برش را انجام دهیم.

- قبل از اینکه پارافین وارد سلول شود باید محتویاتی از بافت جدا شود (بیشتر محتویات: آب) برای خارج کردن آب از اتانول استفاده می‌کنند این عمل **Dehydration** نام دارد.
- در مرحله بعد برای اینکه رسوب و رنگ بافت شفاف دیده شود، از ماده‌ای به نام **Xylo** استفاده می‌شود، این عمل **Clearing** نام دارد.

پارافین را به صورت مذاب وارد نمونه می‌کنند و بعد از اینکه جامد شد، برش را انجام می‌دهند. بعد از برش به پارافینی که وارد سلول شده احتیاجی نیست و با قرار دادن آن روی حرارت پارافین را از بافت جدا می‌کنند.

➤ ترکیب با مباحث جلوتر:

➤ فرمالین که نمونه را فیکس می‌کند از **autolysis** جلوگیری می‌کند و مانع فعالیت آنزیم‌های لیزوزومی می‌شود.

Staining

بعد از تهیه نمونه باید رنگ آمیزی انجام دهیم.

رنگ‌ها مانند مولکول‌های اسیدی یا بازی رفتار می‌کنند و با مولکول‌های بافت، پیوند یونی تشکیل می‌دهند.

- سلول سه جز دارد: ۱- اسیدی ۲- بازی ۳- خنثی



- بخش اسیدی سلول با قسمت بازی رنگ ترکیب می شود و باز دوست یا بازوفیل می باشد.
 - رنگ: آبی کم رنگ تا بنفش پر رنگ (بستگی به شدت بازوفیل بودن دارد)
- ✓ ساختار های بازوفیل:

RNA - DNA - GAGs (در ماتریکس غضروف)

✓ نمونه رنگ های بازی:

Hematoxylin – Toluidine blue – Methylene blue

- بخش بازی سلول با قسمت اسیدی رنگ ترکیب می شود و اسید دوست یا اسیدوفیل می باشد.
 - رنگ: صورتی کم رنگ، پررنگ یا حتی قرمز
- ✓ ساختار های اسیدوفیل:

پروتئین های سیتوپلاسمی (به همین دلیل سیتوپلاسم معمولا صورتی دیده می شود)

✓ نمونه رنگ های اسیدی:

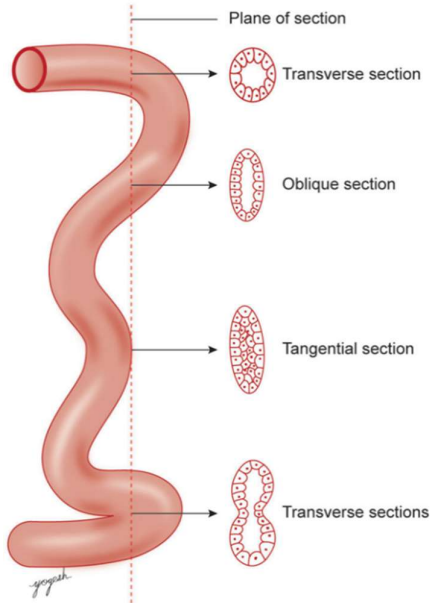
Eosin – Acid fuchsin

- اجزایی از سلول که خنثی هستند: رنگ گریز

سوال مطرح شده در کلاس: اگر در سلول ماده ای بنفش رنگ شد، بازوفیل می باشد و یک جز اسیدی است.



Interpretation of Sections in Histology



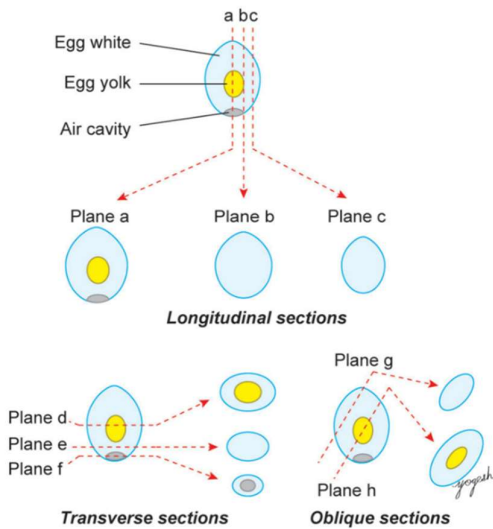
انواع برش ها:

۱. برش طولی یا longitudinal

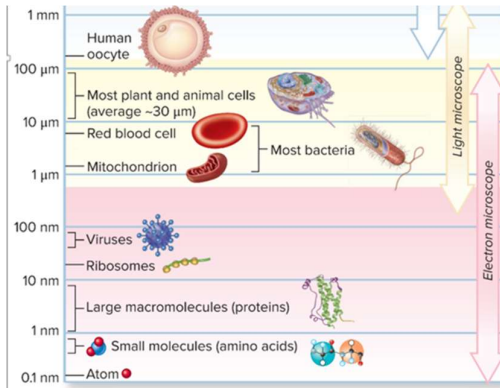
۲. برش عرضی یا Transverse

۳. برش مماسی یا Tangential

۴. برش مورب یا Oblique



- بیشتر برش ها از نوع عرضی هستند به طور مثال برای مشاهده روده از برش طولی استفاده نمی کنیم زیرا می خواهیم لایه پوششی، بقیه لایه ها و حفره آن را ببینیم پس برش عرضی می زنیم تا همه قسمت ها دیده شود.
- در برش طولی زرده تخم مرغ دیده نمی شود.



- ساختارهایی با اندازه یک میکرومتر تا صد میکرومتر با میکروسکوپ نوری دیده می شوند و کمتر از این با میکروسکوپ الکترونی و بیشتر از این به صورت ماکروسکوپی و با چشم دیده می شود.
- میکروسکوپ الکترونی: از یک دهم نانومتر تا یک میکرومتر.

The cell

سلول ها را به دو گروه تقسیم می کنیم:

- یوکاریوت: ماده ژنتیکی به وسیله غشا از بقیه سلول جدا می شود.
- پروکاریوت: ماده ژنتیکی به وسیله غشا محصور نشده است.

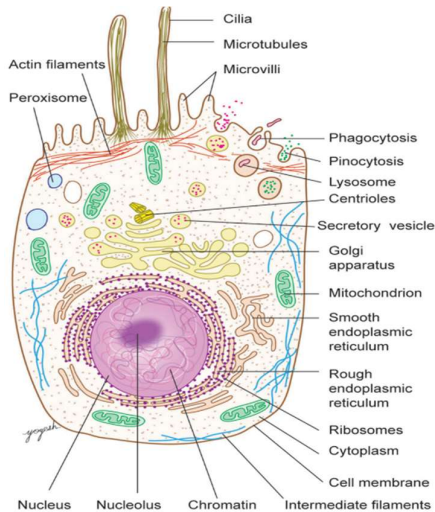
سیتوپلاسم : از پوشش هسته شروع و تا غشا امتداد دارد/ حاوی مایع سیتوزول.

سلول

هسته : ماده ژنتیکی درون آن قرار دارد/ فرماندهی سلول را برعهده دارد.



Cytoplasm



- ✓ از غشای یاخته تا پوشش هسته امتداد دارد.
- ✓ بخش عمده ی آن از آب تشکیل شده.
- ✓ مواد شیمیایی آلی در آن حل شده یا معلق هستند.
- ✓ حاوی مایعی که سیتوزول (cytosol) نامیده می شود.
- ✓ حاوی اندامک ها (Organelles)، اسکلت سلولی (Cytoskeleton) و Inclusions می باشد.

Cell membrane

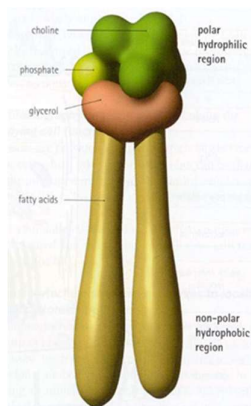
۱. لیپید ها (Lipids)

۲. پروتئین ها (Proteins)

۳. کربوهیدرات ها (Carbohydrates)

- لیپید ها

- فسفولیپید و کلسترول از لیپید های موجود در غشا می باشد.
- غشا از دو لایه فسفولیپید تشکیل شده است. فسفولیپید حاوی سر و دم است، سر آن قطبی و دارای بار منفی می باشد (هیدروفیل و آبدوست). دم آن از اسید چرب تشکیل شده، آبگریز و غیر قطبی است. نحوه قرارگیری فسفولیپید ها به گونه ای است که سر آنها به سمتی که آب وجود دارد یعنی به سمت خارج و داخل سلول می باشد.



- کلسترول میزان حرکت فسفولیپید ها را کنترل می کند و باعث سیالیت غشا و انعطاف پذیری آن می شود. انعطاف پذیری غشا می تواند باعث ایجاد پای کاذب شود.



-پروتئین ها

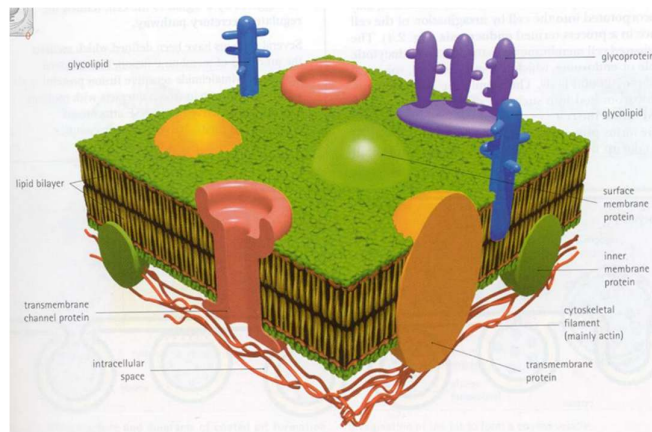
- ✓ بیشترین جز غشا را تشکیل می دهند و حدود ۵۰ درصد وزن غشا را شامل می شوند.
- ✓ حاوی دو دسته سراسری (Integral) و محیطی (peripheral) می باشد.

پروتئین های سراسری یا Integral

- ✓ کاملاً عرض غشا را طی می کنند. (با غشا ادغام می شوند)
- ✓ برخی اوقات کانال هایی نیز برای عبور مواد ایجاد می کنند.
- ✓ از سمت داخل به اسکلت سلول متصل می شوند و از سمت خارج باعث اتصالات می شوند.

پروتئین های سطحی یا peripheral

- ✓ در سطح داخلی و خارجی سلول قرار دارند. مواردی که در داخل قرار دارند به اسکلت سلول متصل هستند.



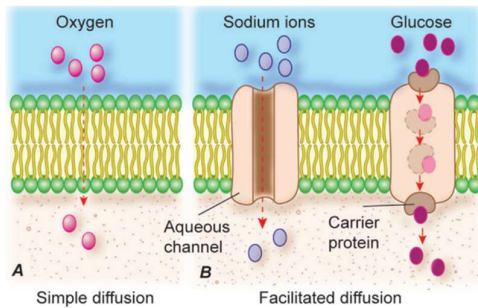
-کربوهیدرات ها

- ✓ فقط در سطح خارجی سلول قرار دارند.
- ✓ اگر به پروتئین متصل شوند (glycoproteins) و اگر به لیپید متصل شوند (glycolipids)
- ✓ به گلیکوپروتئین ها، گلیکو لیپیدها و پروتئوگلیکان ها که مانند یک پوشش محافظ روی غشای سلول قرار می گیرند، گلیکوکالیکس (Glycocalyx) گفته می شود.
- ✓ گلیکوکالیکس می تواند دارای نقش آنتی ژنی باشد و باعث اتصالات دو سلول به یکدیگر شود.



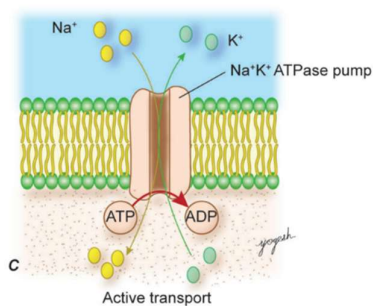
Mechanisms of transport across the plasma membrane

غشا یک سطح انتخابی دارد.



- انتشار ساده (Simple Diffusion): موادی مانند اکسیژن و کربن دی اکسید از این طریق منتقل می شوند.

- انتشار تسهیل شده (Facilitated diffusion): در این روش یون ها از طریق کانال های غشایی وارد و خارج می شوند، مثل کانال های سدیم.



- انتقال فعال (Active Transport): یون ها از طریق پمپ ها و با صرف انرژی انتقال پیدا میکنند، مثل پمپ سدیم-پتاسیم.

Water transport

- اسمز (Osmosis): تحت تاثیر فشار اسمزی انجام می شود.
- آکواپورین (Aquaporin): کانال هایی در غشا وجود دارند که می توانند باعث انتقال آب در سلول شوند.

توضیحات بالا برای زمانی است که یک نوع ماده بخواهد انتقال پیدا کند.

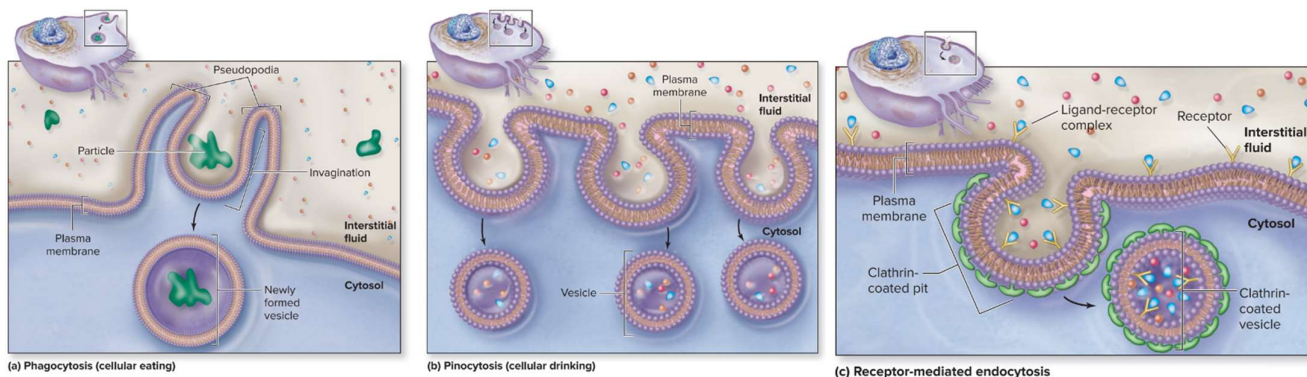
اگر مواد بخواهند به صورت گروهی وارد یا خارج شوند از دو روش استفاده می کنیم:

۱. اندوسیتوز (Endocytosis)

۲. اگزوسیتوز (Exocytosis)

اندوسیتوز به سه نوع روش انجام می شود:

۱. فاگوسیتوز: فرایندی که در آن سلول ذرات بزرگ مانند میکروارگانیسم ها و قطعات سلولی را می بلعد (برای مواد جامد) مثل یک گلبول سفید که باکتری را می بلعد.
۲. پینوسیتوز: زمانی استفاده می شود که سلول مولکول های کوچک و مایعات را جذب می کند (برای مواد محلول) مانند تشکیل وزیکول های کوچک برای انتقال مواد در دیواره مویرگ
۳. اندوسیتوز وابسته به گیرنده: ابتدا گیرنده های غشای سلولی موادی را شناسایی و به آن متصل می شوند سپس گیرنده و ماده متصل شونده توسط سلول جذب می شوند مانند جذب کلسترول توسط سلول ها.



✓ لیگاند: هر مولکولی که می تواند به یک گیرنده یا مولکول هدف دیگر به طور اختصاصی و قابل برگشت متصل شود.

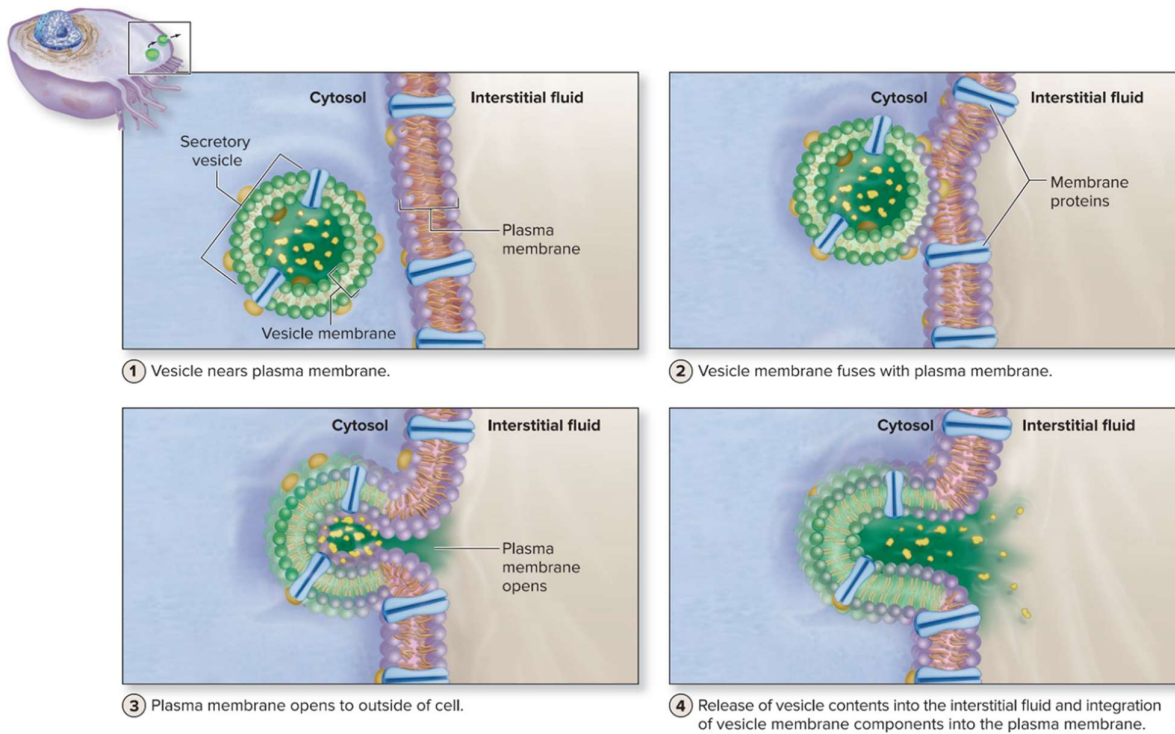
- در سطح داخلی سلول روی آن گیرنده، پروتئینی به نام کلاترین وجود دارد که سرعت تشکیل وزیکول ها را افزایش می دهد. این پروتئین باعث می شود غشا سریع تر به صورت فرورفته در بیاید و وزیکول ها سریع تر تشکیل شوند. پس گیرنده از یک طرف به لیگاند و از یک طرف به کلاترین متصل می شود. کلاترین ها وقتی وزیکول را ایجاد کردند از آن جدا می شوند.

✓ **Coated pits**: نواحی خاصی از غشای سلولی هستند که توسط پروتئینی به نام کلاترین پوشیده شده اند و در تشکیل وزیکول ها نقش دارند.

✓ **Caveolae**: ساختار های کوچک و گنبدی شکل هستند که در انتقال برخی مولکول ها و سیگنال دهی سلول نقش دارند.

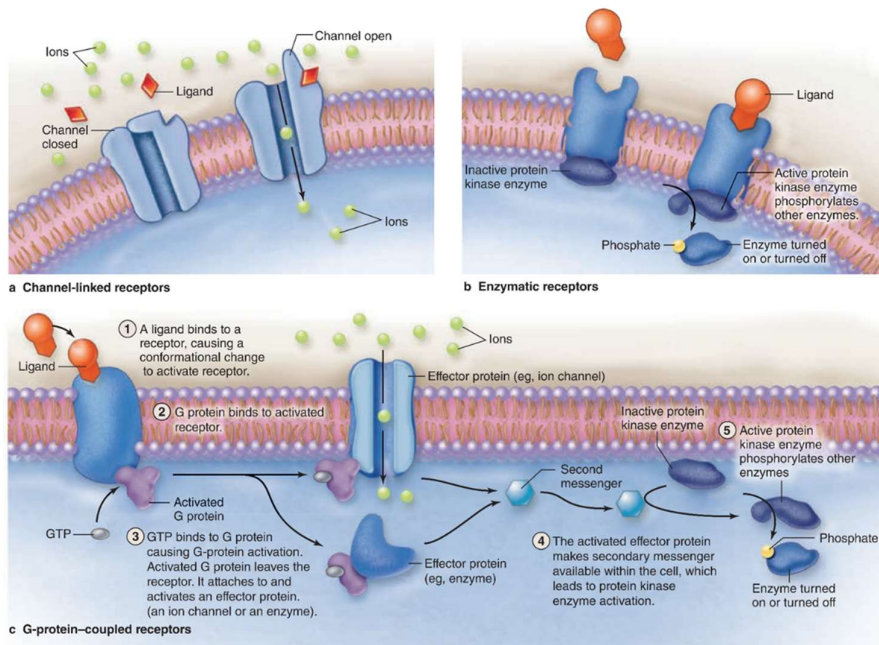


برخی سلول‌ها مثل سلول‌های اندوتلیوم عروق خونی (Endothelium): در برخی موارد ماده ای که نمی تواند از سلول عبور کند و اتصالات سلولی مانع عبور آن می شود، یک وزیکول را تشکیل می دهد و بدون اینکه تغییری روی آن انجام دهد ، مواد را از سطح دیگر سلول خارج می کند. (Transcytosis) اگزوسیتوز: موادی که می خواهند خارج شوند وارد یک وزیکول شده، با غشا ادغام می شوند سپس محتویات خود را به بیرون از سلول منتقل می کنند.





Major types of membrane receptors (Cell-Cell interaction)



- **Channel-linked receptors** (کانال‌هایی که به عنوان گیرنده عمل می‌کنند): یک لیگاند روی کانال قرار می‌گیرد سپس یون‌ها را وارد سلول می‌کنند.

- **Enzymatic receptors:** برخی گیرنده‌ها در سطح سلولی خود آنزیم دارند، وقتی لیگاند به آن متصل می‌شود، آنزیم‌ها فعال شده و سایر آنزیم‌های داخل سلول را نیز فعال می‌کنند، گیرنده‌های آنزیمی معمولاً در تنظیم فعالیت‌های درون سلولی نقش دارند. فسفریلاسیون (افزودن گروه فسفات) باعث تغییر عملکرد آنزیم‌ها می‌شود و می‌تواند مسیرهای سیگنال دهی را فعال یا غیرفعال کند. این نوع گیرنده‌ها در پاسخ‌های رشد سلولی، تقسیم و تمایز نقش دارند.

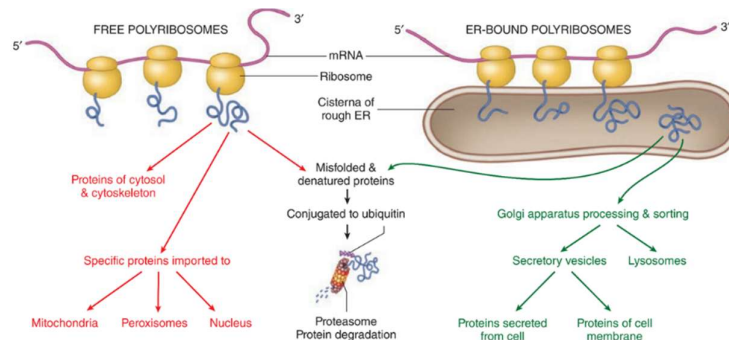
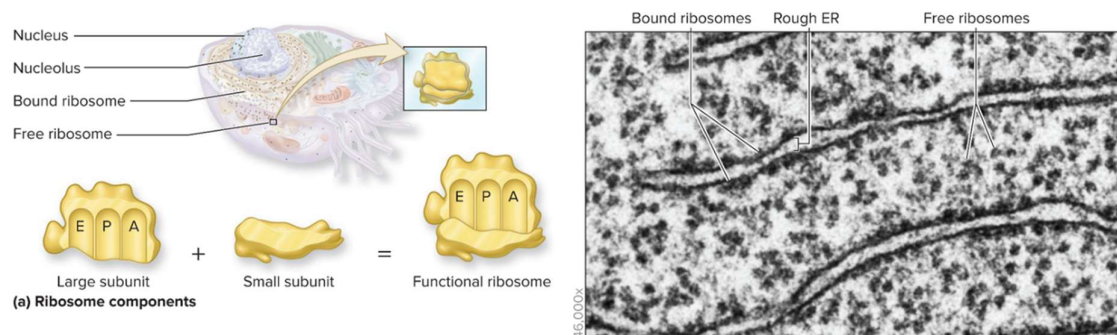
- **G-protein-coupled-receptors:** با اتصال لیگاند پروتئین **G** فعال می‌شود، این پروتئین فعالیت خود را با انرژی **GTP** تامین می‌کند. این پروتئین در سطح سیتوپلاسمی سلول قرار دارد. زمانی که فعال می‌شود می‌تواند کانال‌ها را برای ورود یون‌ها باز کند و یا باعث فعال شدن آنزیم‌های دیگر شود. **G-protein** را می‌توان به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه نیز در نظر گرفت.



Ribosomes

- ✓ ریبوزوم از جنس پروتئین و rRNA می باشد.
- ✓ از دو زیرواحد تشکیل شده: small subunit , large subunit
- ✓ بعد از اینکه این دو زیر واحد به هم متصل شدند ریبوزوم عملکردی یا functional می شود.
- ✓ زمانی که به mRNA متصل شد، پلی ریبوزوم تشکیل می شود.

ویژگی	پلی ریبوزوم های آزاد	پلی ریبوزوم های متصل به ER
محل قرارگیری	آزادانه در سیتوزول	متصل به شبکه آندوپلاسمی زبر (Rough ER)
نوع پروتئین های تولیدی	پروتئین های مورد استفاده درون سلول	پروتئین های ترشحاتی یا غشایی
مقصد پروتئین ها	سیتوزول، میتوکندری، پراکسی زوم، هسته	خارج سلول، غشای سلول، لیزوزوم، دستگاه گلژی
عملکرد	ترجمه mRNA برای استفاده داخلی سلول	ترجمه mRNA برای ارسال به خارج یا اندامک ها
مثال کاربردی	آنزیم های متابولیک داخل سیتوزول	هورمون ها، گیرنده های غشایی، آنزیم های لیزوزومی





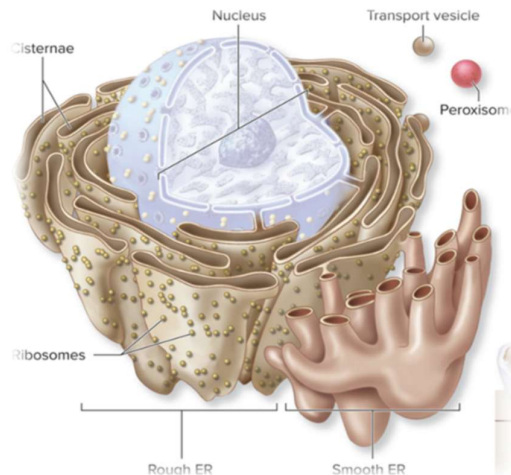
Rough and smooth endoplasmic reticulum

شبکه آندوپلاسمی زبر یا Rough:

- ✓ از کیسه‌ها و کانال‌هایی تشکیل شده است.
- ✓ بخشی است که نزدیک به پوشش هسته می‌باشد.
- ✓ به دلیل قرارگیری ریبوزوم روی آن به این نام معروف است.
- ✓ از یک سمت با گلژی و از یک سمت با هسته در ارتباط است.
- ✓ تغییراتی را روی پروتئین اعمال می‌کند برای مثال کربوهیدرات به آن اضافه می‌کند یا آن را گلیکوزیله می‌کند.
- ✓ در تشکیل اندامک‌ها یا وزیکول نیز نقش دارند.

شبکه آندوپلاسمی صاف یا Smooth:

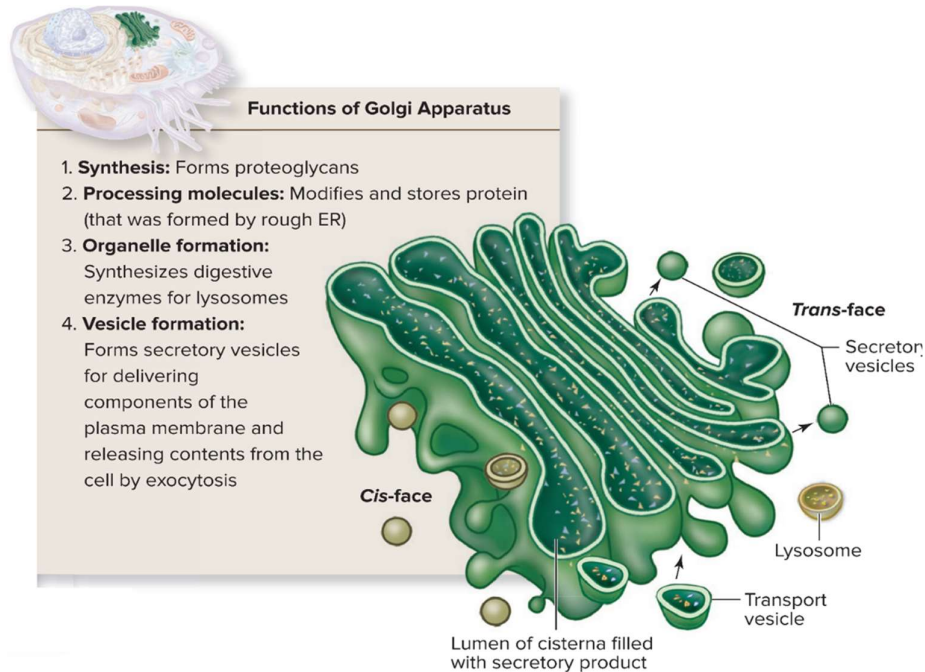
- ✓ از لوله‌ها و کانال‌هایی تشکیل شده است.
- ✓ در لیپید سازی نقش دارد و می‌تواند تغییراتی را روی پروتئین اعمال کند مانند تولید گلیکوپروتئین.
- ✓ در متابولیسم دخالت دارند برای مثال نوزادانی که بیلی روبین در خون آنها زیاد است دچار زردی پوست و یرقان می‌شوند که به دلیل نارس بودن شبکه آندوپلاسمی صاف است. نور فلئورسانس باعث تکامل شبکه آندوپلاسمی صاف می‌شود و بیلی روبین را متابولیزه می‌کند، سپس یرقان و زردی پوست از بین می‌رود (بنابراین نوزادان را زیر نور مهتابی قرار می‌دهند).
- ✓ در سم زدایی (Detoxification)، تشکیل وزیکول‌ها و ذخیره کلسیم (شبکه سارکوپلاسمی) نقش دارند.





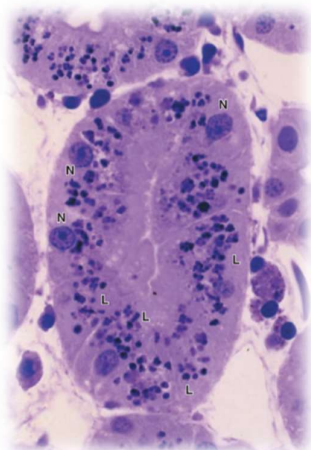
Golgi

- ✓ پروتئین‌ها را از RER تحویل می‌گیرد، گلژی می‌تواند پروتئین‌ها را سولفات‌ه، گلیکوزیله و کند، درواقع تغییرات نهایی را روی آن اعمال می‌کند.
- ✓ بسته بندی پروتئین‌ها را انجام می‌دهد و محل مقصد پروتئین‌ها را مشخص می‌کند.
- ✓ سطحی از گلژی که وزیکول‌ها را دریافت می‌کند: **Cis-face**
- ✓ سطحی از گلژی که وزیکول‌ها را خارج می‌کند: **Trans-face**



Lysosome

- ✓ حاوی آنزیم‌هایی است که به وسیله غشا محدود شده‌اند.
- ✓ حاوی PH اسیدی می‌باشد (تا زمانی که سلول زنده هست Ph قلیایی دارد و به همین دلیل این آنزیم‌ها حتی اگر وارد سیتوپلاسم شوند، عمل نمی‌کنند)
- ✓ زمانی که اندامکی درون سلول به درد نمی‌خورد، غشایی اطراف اندامک احاطه می‌شود سپس با غشای لیزوزوم یکی شده و آنزیم‌های لیزوزومی آن را از بین می‌برند.

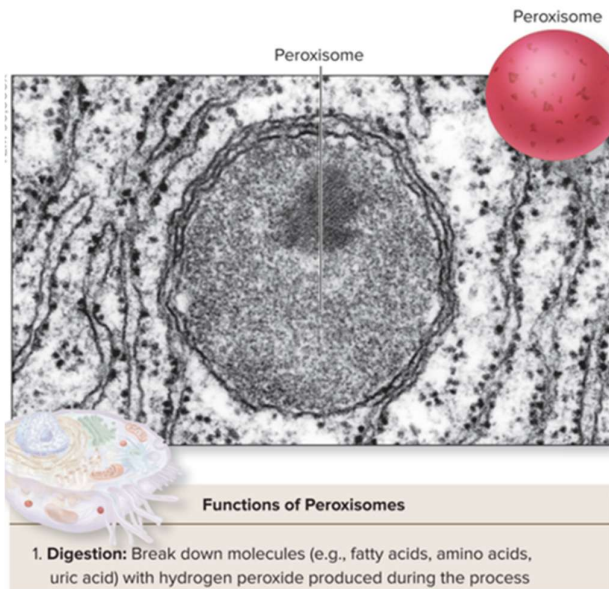




✓ **Autophagy**: از بین بردن اندامک‌ها یا اجزایی از سلول که دیگر مورد نیاز سلول نمی‌باشد.

Peroxisome

✓ به وسیله آنزیمی به نام **Oxidase** یا اکسیداز باعث متابولیسم اسیدهای چرب می‌شود. حاصل این متابولیسم ماده‌ای به نام پراکسید هیدروژن یا آب اکسیژنه می‌باشد. این مواد اکسی‌دان هستند



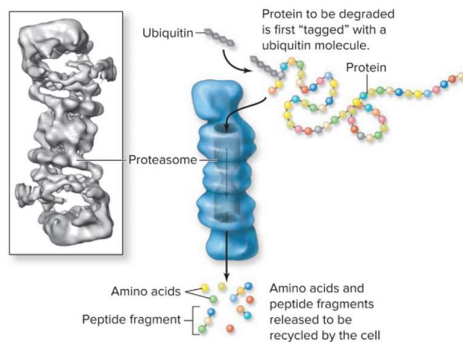
و مواد اکسی‌دان میل ترکیبی زیادی با اسیدهای چربی که در غشا یا اسیدهای نوکلئیکی که در هسته هستند، دارند، بنابراین سلول را از بین می‌برند و برای بدن مضر هستند.

✓ آنزیمی به نام کاتالاز یا **Catalase** وجود دارد که پراکسید هیدروژن را از بین می‌برد (به آب و اکسیژن تجزیه می‌شود).

Catalase immediately break down

- مواد اکسی‌دان: پراکسید هیدروژن، رادیکال‌های آزاد (آنتی اکسیدان ها باید آن را از بین ببرند)
- مواد آنتی اکسی‌دان: ویتامین C، پیاز

Proteasome



✓ از بین بردن و تجزیه پروتئین‌های معیوب (مانند پروتئین‌هایی که ساختار چهارم کامل تشکیل نشده)

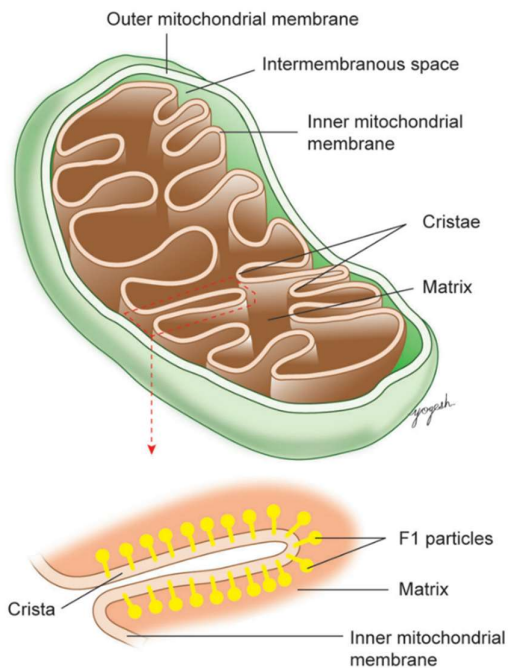
✓ به وسیله ماده‌ای به نام **Ubiquitin** نشاندار می‌شوند سپس این پروتئین‌های معیوب وارد پروتئازوم شده و از بین می‌روند.

Functions of Proteasomes

- 1. Protein digestion:** Degrade proteins that are damaged, incorrectly folded, or no longer needed
- 2. Quality assurance:** Control the quality of exported cell proteins



Mitochondrial structure



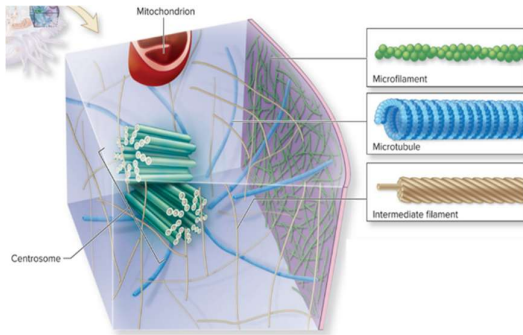
- ✓ حاوی دو غشا می‌باشد: غشای داخلی و خارجی.
- ✓ غشای داخلی فرورفتگی‌هایی به نام **Cristae** دارد.
- ✓ به فضای درونی میتوکندری **Matrix** و به **Intermembranous** فضای بین دو غشا گفته می‌شود.
- ✓ سنتز **ATP** به واسطه زنجیره انتقال الکترون انجام می‌شود.
- ✓ در متابولیسم لیپیدها و سنتز پروتئین‌ها دخالت دارند.
- ✓ دارای **DNA** و عوامل دیگری که برای پروتئین سازی نیاز می‌باشد و می‌تواند به صورت مستقل پروتئین‌سازی کند.

Cytoskeletal components

- ✓ شکل سلول را حفظ می‌کند و برای حرکت سلول مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- سه نوع مختلف دارد:
- ✓ **Microfilaments (thin Filaments)**: مثل اکتین که می‌تواند با میوزین تعامل انجام دهد و انقباض رخ دهد که باعث حرکت سلول یا حرکت اندامک‌ها می‌شود.
- ✓ **Intermediate Filaments**: ساختار سه بعدی سلول را حفظ می‌کنند. ضخیم‌تر از میکروفیلامنت‌ها و نازک‌تر از میکروتوبول‌ها هستند و بیشتر نقش ساختاری دارند.



✓ **Microtubules**: در انتقال اندامک‌ها درون سلول دخالت دارند. از ساختارهای لوله‌ای به نام



توبولین تشکیل شده‌اند. همانند راه‌های درون سلولی عمل می‌کنند. در ساختارهایی مثل سانتیریول‌ها، مژک‌ها و تاژک‌ها نقش دارند، در نتیجه باعث تقسیم سلولی و حرکت سلولی می‌شوند.

Inclusions (Glycogen, Lipids, Pigments, Crystals)

✓ یکی از اجزای غیرزنده درون سلول هستند.

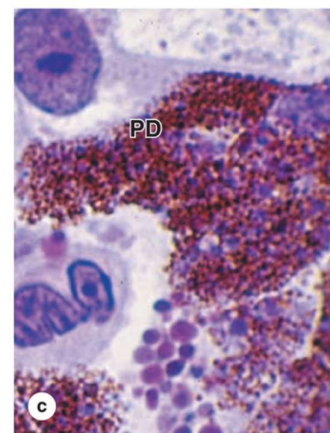
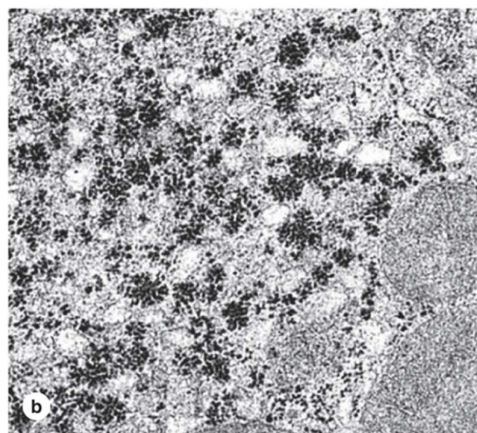
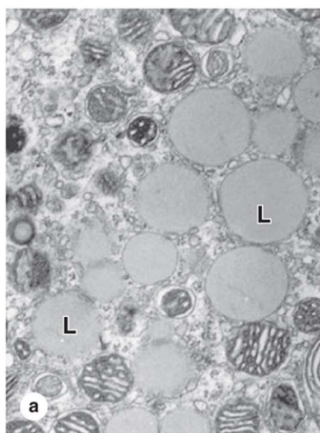
✓ **Glycogen** (گلیکوژن): شکل ذخیره‌ای گلوکز در سلول‌ها است. بیشتر در سلول‌های کبد و عضله است و زمانی که بدن به انرژی نیاز دارد، گلیکوژن به گلوکز تبدیل می‌شود.

✓ **Lipids** (چربی‌ها): به صورت قطرات چربی در سلول ذخیره می‌شوند و منبع انرژی بلند مدت هستند.

✓ **Pigments** (رنگدانه‌ها): همانند **Melanin, Hemoglobin, Lipofuscin** (لیپوفوشین):

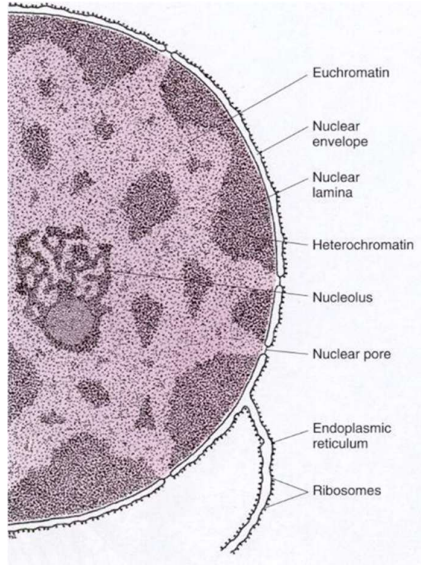
رنگدانه‌ای قهوه‌ای-زرد که با افزایش سن در سلول‌ها تجمع می‌یابد و نشانه پیری سلول است)

✓ **Crystals** (کریستال‌ها): ساختارهای بلوری هستند که به ندرت در سلول‌ها دیده می‌شوند، بیشتر در سلول‌های **Sertoli** و **Leydig** یافت می‌شوند. گاهی در ماکروفازها نیز دیده می‌شوند اما خیلی رایج نیستند.





Nucleus (Chromatin & Nucleolus)



✓ هسته را می‌توانیم به دو بخش تقسیم کنیم: هستک و کروماتین.

✓ اطراف هسته دو غشا وجود دارد که غشای بیرون با شبکه آندوپلاسمی زیر در ارتباط است.

✓ فضای بین دو غشا **perinuclear space** نام دارد.

✓ در زیر غشای داخلی ماده‌ای به نام **Laminin**

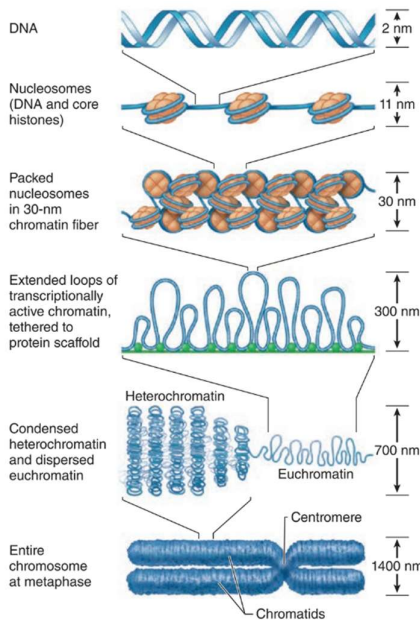
وجود دارد، لامینین‌ها تور مانند هستند و از یک سمت به غشای داخلی و از سمت دیگر به کروماتین وصل هستند و در نهایت باعث حفظ اسکلت غشا می‌شوند.

✓ در برخی نقاط غشای داخلی و خارجی به هم

می‌رسند و یک سوراخ هسته (**nuclear pore**) به

وجود می‌آورند که برای عبور و مرور

مواد می‌باشد.



✓ کروماتین پروتئین دارد (هیستون) و **DNA** به

صورت دو رشته است و طول زیادی دارد پس برای اینکه درون هسته جا شود باید بسیار جمع شود و تا بخورد.

✓ برای اینکه این رشته گره نخورد و در باز شدن به مشکل برنخورد، دور هیستون پیچیده می‌شود.

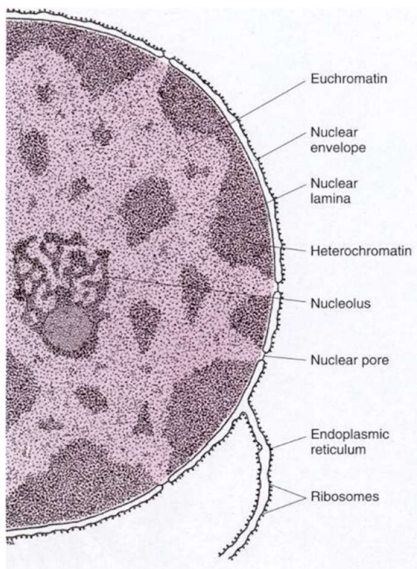
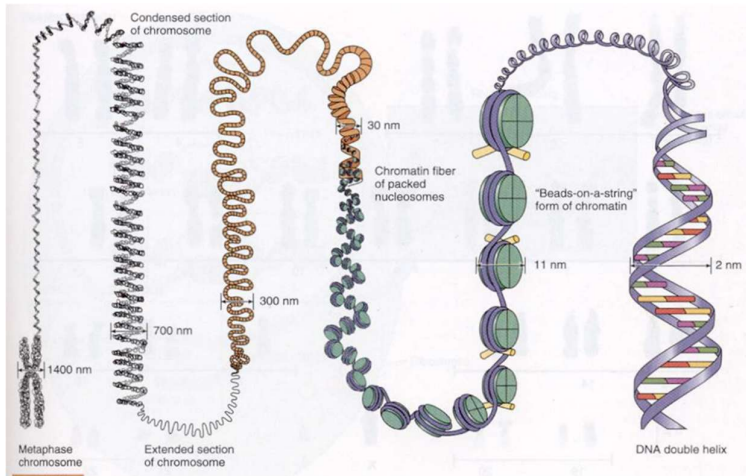
هشت هیستون کنار هم جمع می‌شوند و **DNA** دو دور، دور این هشت هیستون می‌پیچد و واحدی به نام نوکلئوزوم تشکیل می‌شود.

✓ در نهایت این نوکلئوزوم‌ها دور هم می‌پیچند، مدام

حجم کمتر می‌شود و کلافه‌ای به نام

Heterochromatin تشکیل می‌شود (کروماتین فشرده)

✓ برای اینکه از کروماتین نسخه برداری شود دوباره باز شود، ژن باید **expose** شود تا در معرض آنزیم‌ها قرار گیرد و بتوانند به آن دسترسی پیدا کنند و همانند سازی و نسخه برداری انجام شود.



✓ ممکن است در یک هسته برخی مکان‌ها تراکم کروماتین زیاد باشد (**heterochromatin**) و برخی جاها در حال نسخه برداری و تراکم کم باشد (**euchromatin**)

✓ بخش‌های روشن در تصویر: یوکروماتین

✓ بخش‌های تیره در تصویر: هتروکروماتین

✓ مراحل اینترفاز شامل G_1 ، S و G_2 است. در G_1

اندازه هسته بزرگ می‌شود و در S نیز همانندسازی

دنا و آماده سازی موادی که برای تقسیم نیاز است.

سلول‌هایی که می‌خواهند بالغ‌تر شوند یا سلول‌هایی

که کلا تقسیم نمی‌شوند (مانند نرون‌ها)