

## The Cell:

Basic structural and functional units  
 Smallest living parts of the body.

- Eukaryotic :Enclosed by cell membranes
- Prokaryotic cells ( Bacteria ):
- ❑ lack nuclei and membranous cytoplasmic structures
- ❑ cell wall

# Cytoplasm

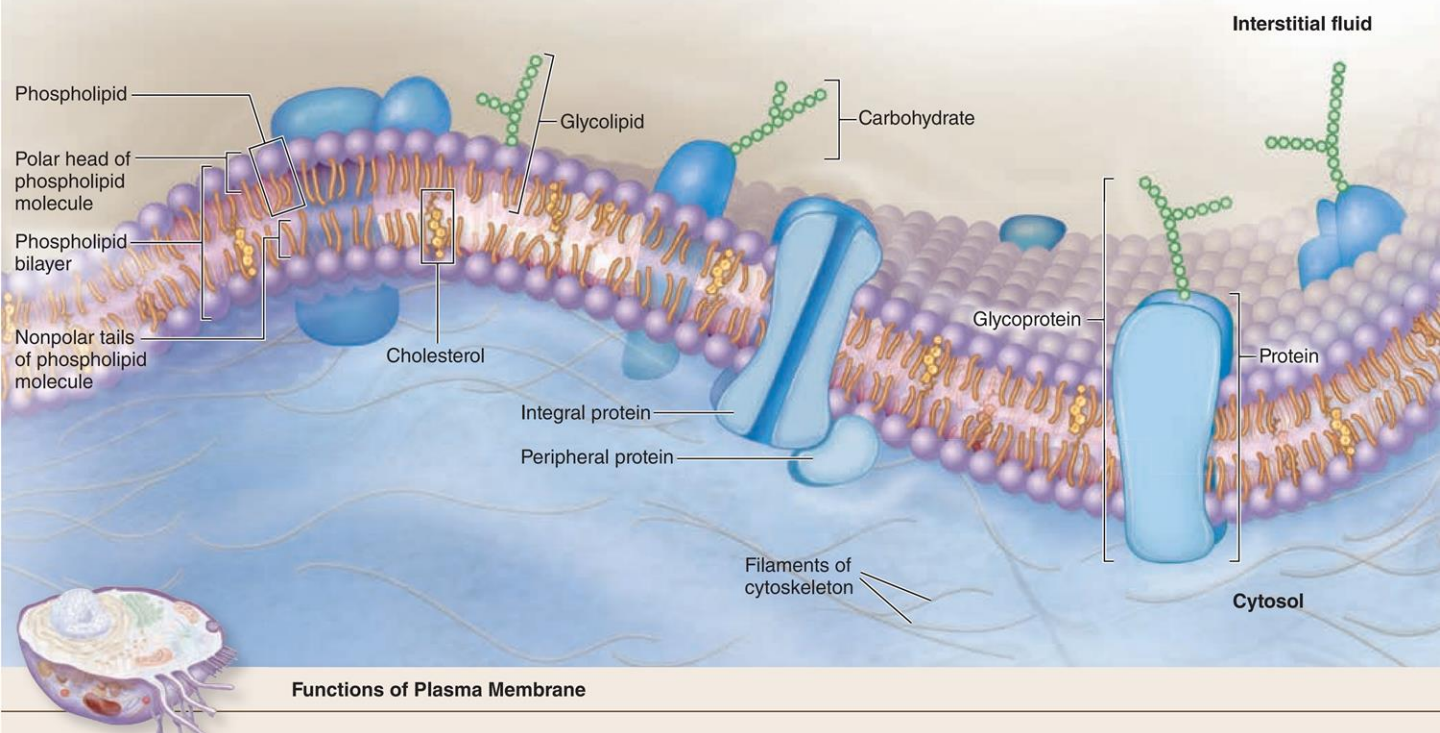
- Cytoplasm extending from the plasma membrane to the nuclear envelope
- The bulk of cytoplasm is composed of water
- Organic(ألى) and inorganic(غير ألى) chemicals are dissolved or suspended in it.
- This fluid suspension (سوسپانسيون) is called Cytosol.
- Cytosol contains Organelles, Cytoskeleton and Inclusions (اينكلوژن)

## Structure of cell membrane

1) Lipid : Phospholipid / Cholesterol

2) Protein (50% وزنی): Integral & Peripheral  
از داخل به اسکلت سلولی متصل هستند.

3) Carbohydrate : Glycocalyx



• کلسترول میزان حرکت فسفولیپیدها را کنترل می کند و باعث

سیالیت غشا و انعطاف پذیری آن می شود. انعطاف پذیری غشا می تواند باعث ایجاد پای کاذب شود.

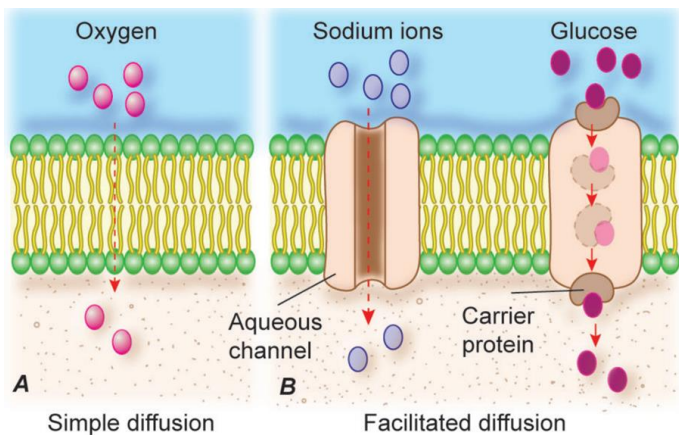
✓ به گلیکوپروتئین ها، گلیکو لیپیدها و پروتئوگلیکان ها که مانند یک پوشش محافظ روی غشای سلول قرار می گیرند، گلیکوکالیکس (Glycocalyx) گفته می شود.

✓ گلیکوکالیکس می تواند دارای نقش آنتی ژنی باشد و باعث اتصالات دو سلول به یکدیگر شود.

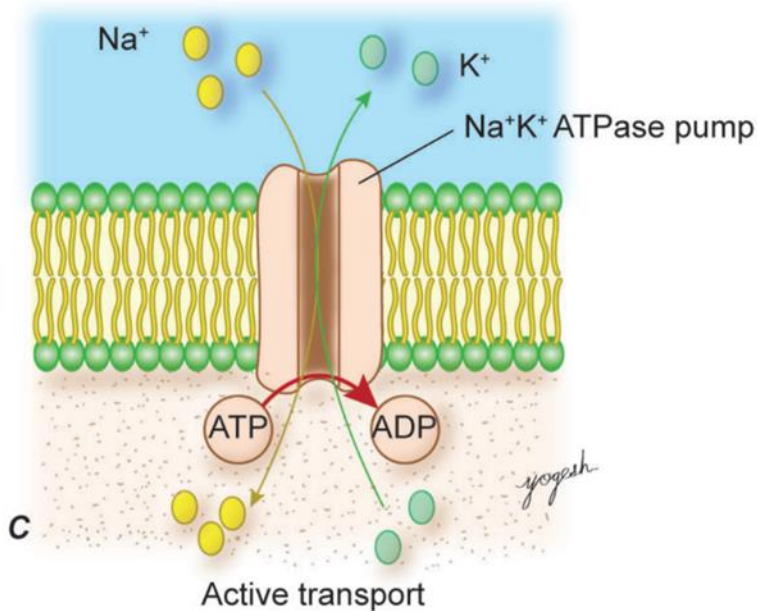
گلیکوپروتئین ها و پروتئوگلیکان ها هر دو از ترکیب قند و پروتئین ایجاد شده اند و تفاوت در نسبت میزان قند و پروتئین است.

( در پروتئوگلیکان ها میزان قند بیشتر و در گلیکوپروتئین ها میزان پروتئین بیشتر است. )

# Mechanisms of transport across the plasma membrane



- 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

- Osmosis
- Aquaporin

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.

## Endocytosis

✦ These are involved in the ingestion (بلعیدن), sequestering (جدا کردن) and degradation (تجزیه) of substances (مواد) internalized (وارد شده) from the extracellular space

✦ Endocytosis divided into two categories: Phagocytosis and Pinocytosis

✦ Phagocytosis is the process of engulfing (بلعیدن) large particulate matter (ذرات بزرگ معلق) such as microorganisms, and cell fragments (قطعات)

✦ Pinocytosis is used when cell take up (جذب می کند) small molecules and fluid. the two main vesicles involved in transport of substances into cells are derived (مشتق شده) from surface membrane invaginations (فرورفتگی ها) called coated (پوشش دار) pits (کوئد پتس یعنی گودال های پوشیده شده) and caveoli (کوالی یعنی حفره ها)

Phagocytosis	Type of endocytosis in which vesicles are formed as particulate materials external to the cell are engulfed by pseudopodia	White blood cell engulfing a bacterium
Pinocytosis	Type of endocytosis in which vesicles are formed as interstitial fluid is taken up by the cell	Formation of small vesicles in capillary wall to move substances
Receptor-mediated endocytosis	Type of endocytosis in which plasma membrane receptors first bind specific substances; receptor and bound substance then taken up by the cell	Uptake of cholesterol into cells

## Receptor- mediated endocytosis

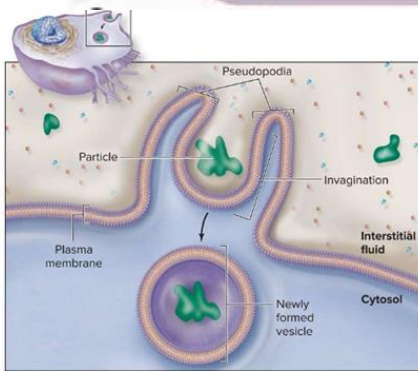
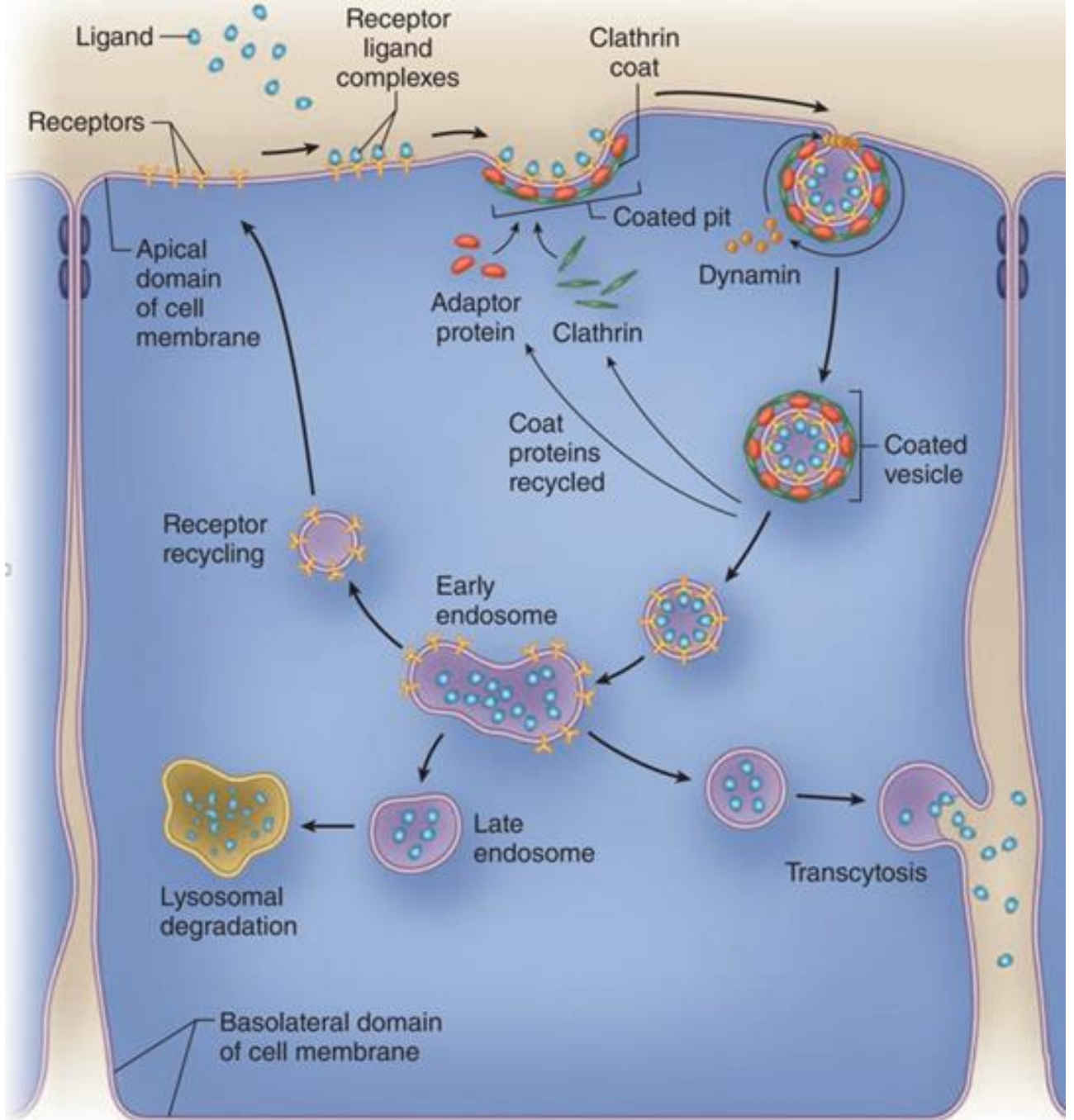
- Clathrin
- Caveolae /Caveolin : Endothelium cells

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

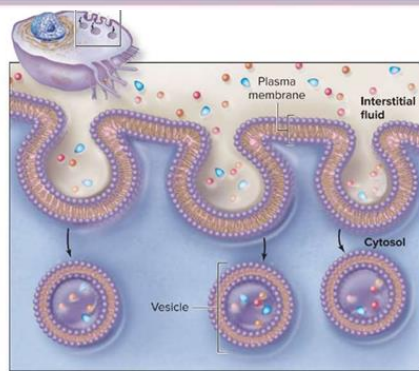
- در سطح داخلی سلول روی آن گیرنده، پروتئینی به نام کلاترین وجود دارد که سرعت تشکیل وزیکول ها را افزایش می دهد. این پروتئین باعث می شود غشا سریع تر به صورت فرورفته در بیاید و وزیکول ها سریع تر تشکیل شوند. پس گیرنده از یک طرف به لیگاند و از یک طرف به کلاترین متصل می شود. کلاترین ها وقتی وزیکول را ایجاد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

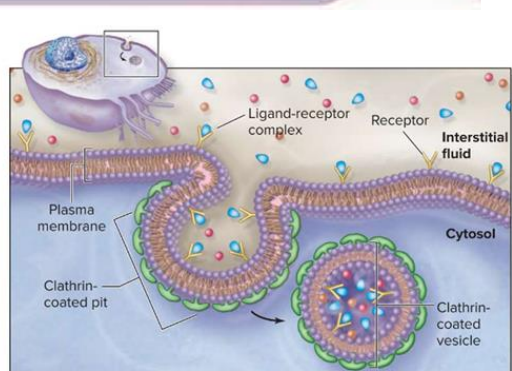
✓ Caveolae: فرورفتگی های کوچک و بطری شکل در غشای سلول هستند که در انتقال برخی مولکول ها و سیگنال دهی سلول نقش دارند.



(a) Phagocytosis (cellular eating)



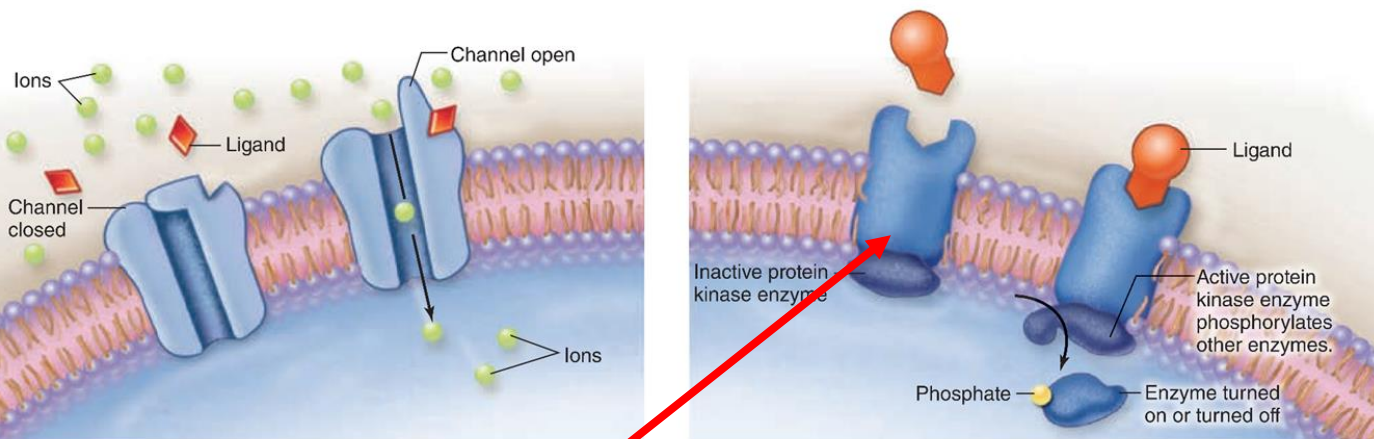
(b) Pinocytosis (cellular drinking)



(c) Receptor-mediated endocytosis

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 می‌شود، یک وزیکول را تشکیل می‌دهد و بدون اینکه تغییری روی آن انجام دهد، مواد را از سطح دیگر سلول خارج می‌کند. (Transcytosis)

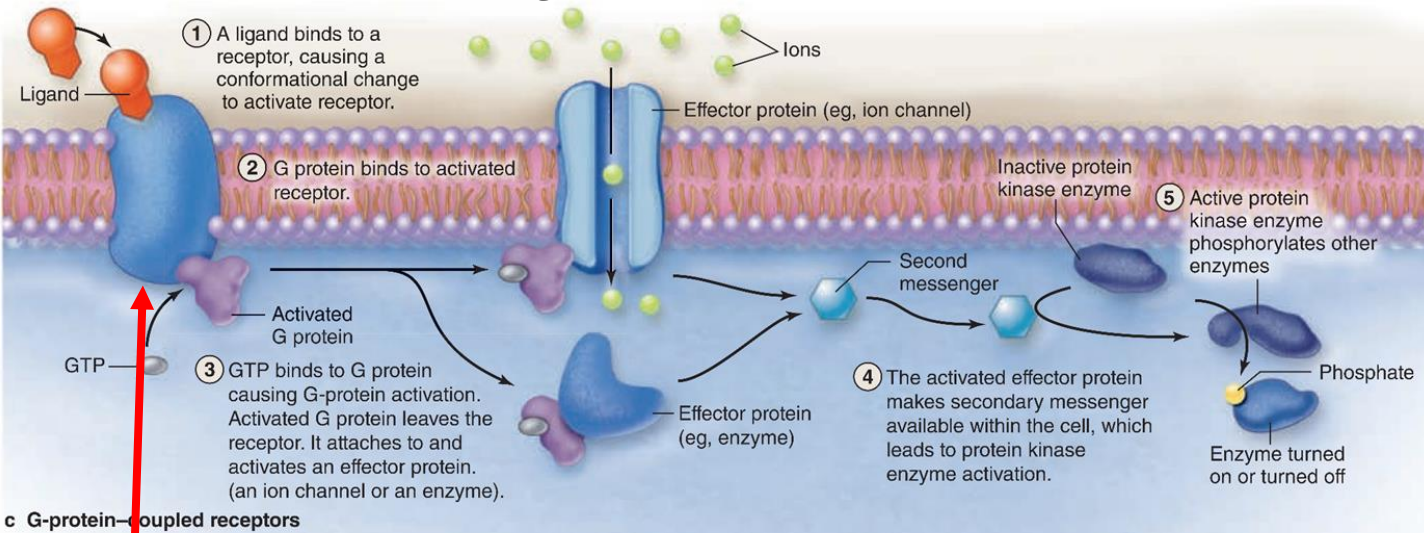
# Major types of membrane receptors (Cell-Cell interaction)



a Channel-linked receptors

b Enzymatic receptors

غیر کانالی



c G-protein-coupled receptors

غیر کانالی

## 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 داخلی 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.

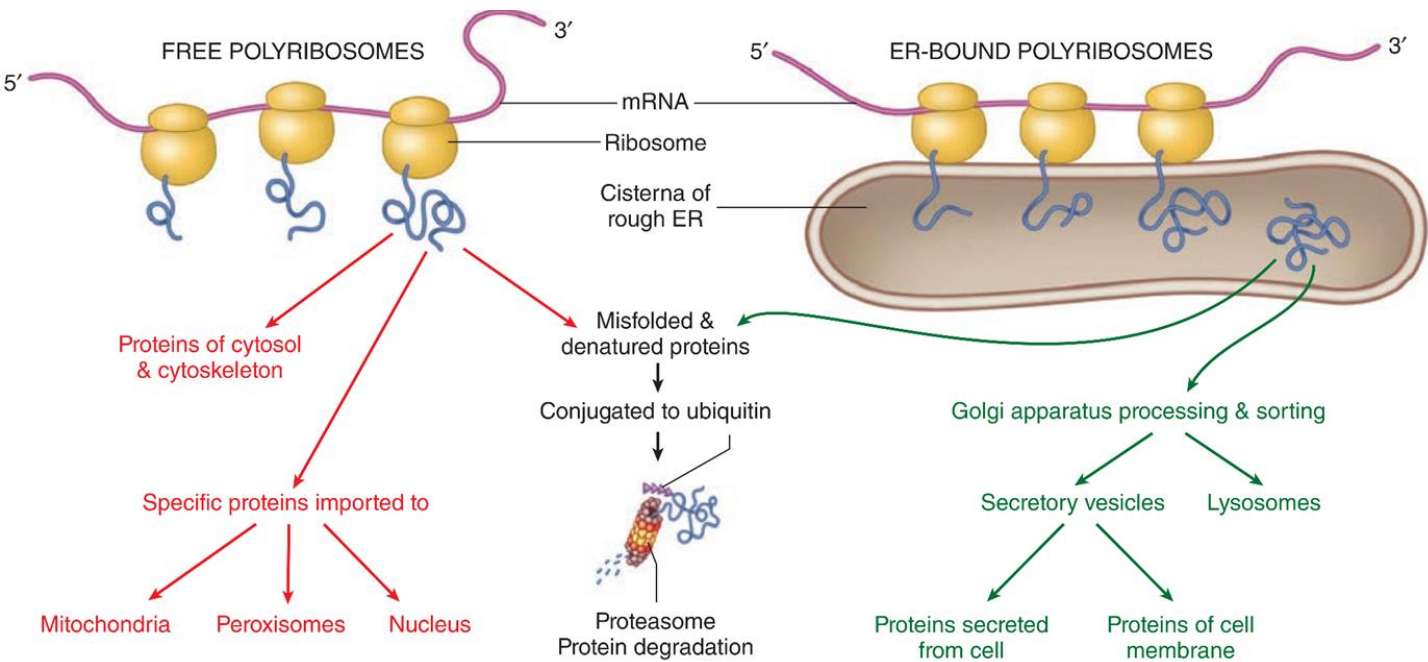
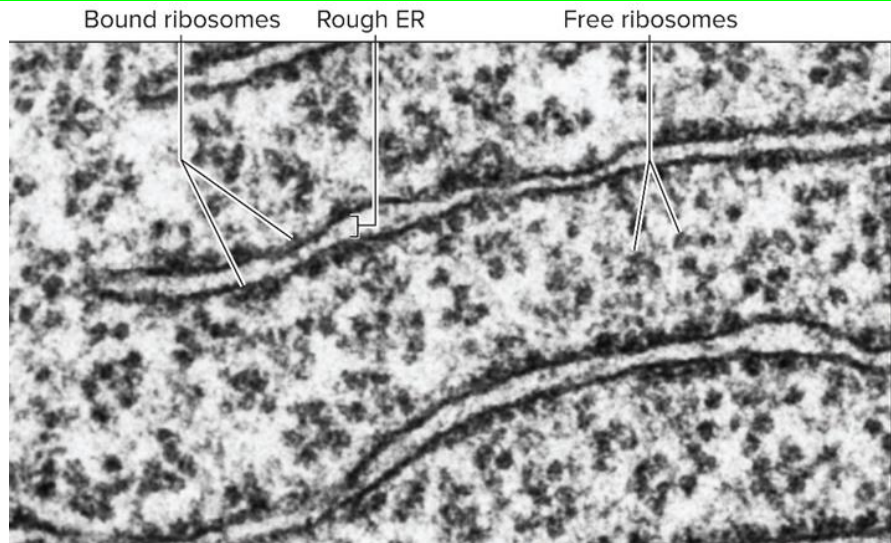
## G-protein-coupled-receptors: با اتصال لیگاند پروتئین G فعال می‌شود، این پروتئین

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.

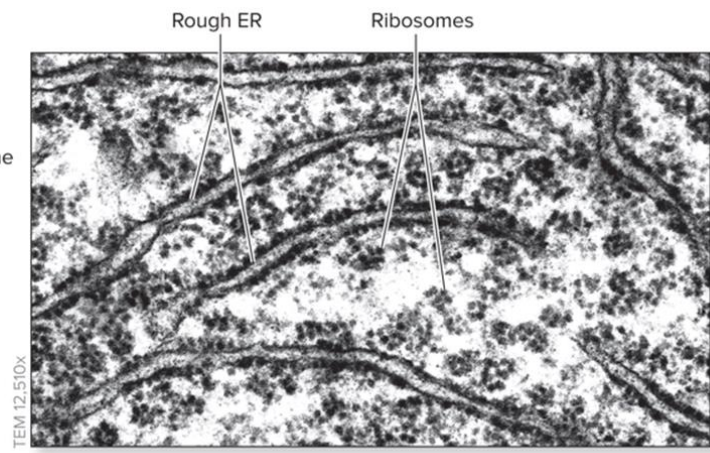
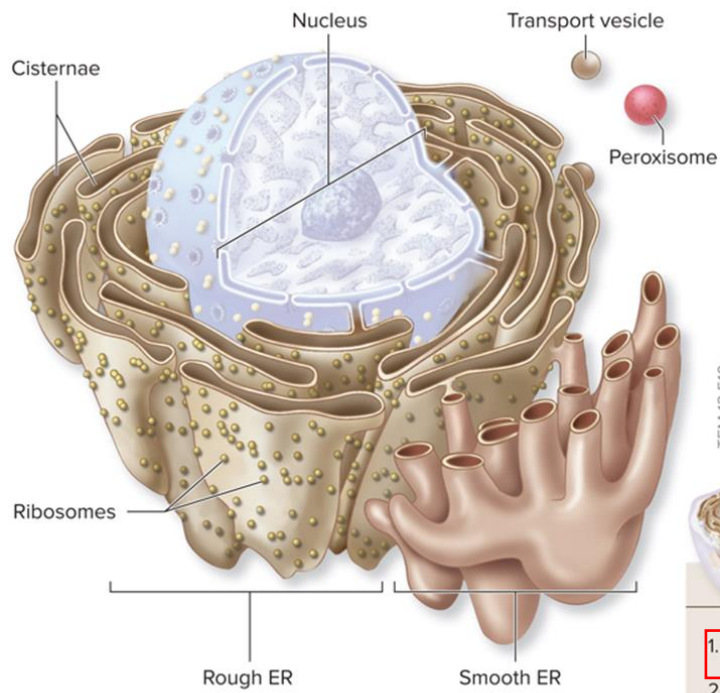
# Organelles

Polyribosomes: free or bound to the endoplasmic reticulum

Small subunit + large subunit + mRNA = polyribosome



# Rough and smooth endoplasmic reticulum



## Functions of Rough Endoplasmic Reticulum (Rough ER)

- الحاق
1. **Synthesis:** Synthesizes proteins for secretion, incorporation into the plasma membrane, and as enzymes within lysosomes ★
  2. **Processing molecules:** Modifies proteins (e.g., adds carbohydrates to form glycoprotein, tags for shipping) and store proteins
  3. **Organelle formation:** Helps form peroxisomes
  4. **Vesicle formation:** Forms transport vesicles for shipping of proteins to Golgi apparatus

## Functions of Smooth Endoplasmic Reticulum (Smooth ER)

1. **Synthesis:** Site of lipid (e.g., steroid) synthesis
2. **Processing molecules:** Carbohydrate metabolism (e.g., glycogen synthesis)
3. **Detoxification:** Detoxifies drugs and poisons
4. **Vesicle formation:** Forms transport vesicles for shipping to Golgi apparatus

در متابولیسم دخالت دارند برای مثال نوزادانی که بیلی روبین در خون آنها زیاد است دچار زردی پوست و یرقان می شوند که به دلیل نارس بودن شبکه آندوپلاسمی صاف است. نور فلوئورسانس باعث تکامل شبکه آندوپلاسمی صاف می شود و بیلی روبین را متابولیزه می کند، سپس یرقان و زردی پوست از بین می رود (بنابراین نوزادان را زیر نور مهتابی قرار می دهند).

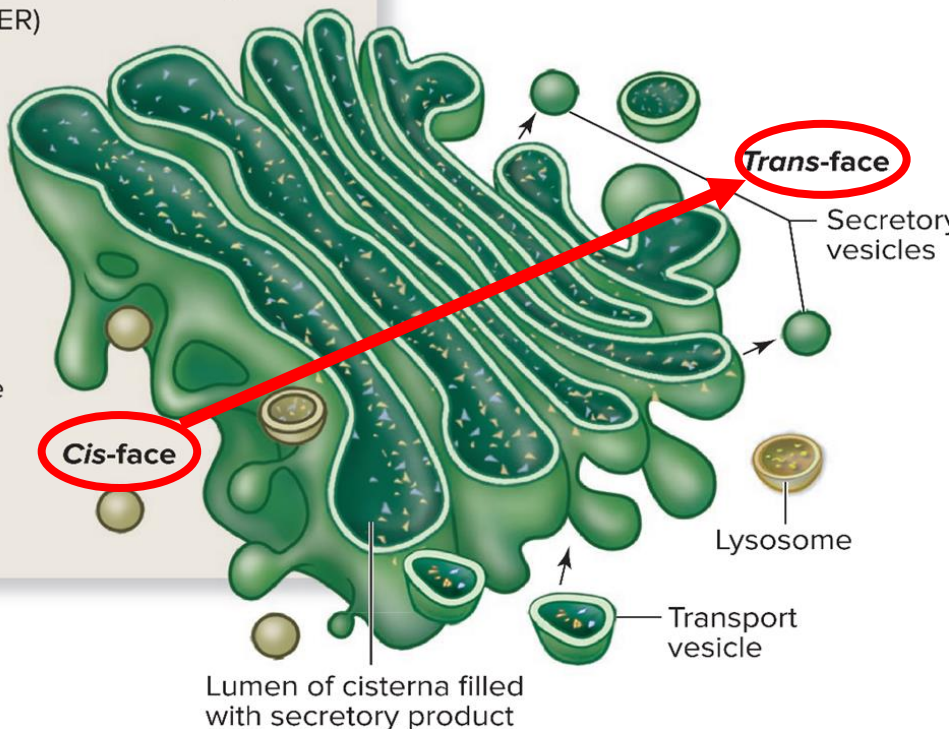
# Golgi apparatus



## Functions of Golgi Apparatus

1. **Synthesis:** Forms proteoglycans
2. **Processing molecules:** Modifies and stores protein (that was formed by rough ER)
3. **Organelle formation:** ★  
Synthesizes digestive enzymes for lysosomes
4. **Vesicle formation:**  
Forms secretory vesicles for delivering components of the plasma membrane and releasing contents from the cell by exocytosis

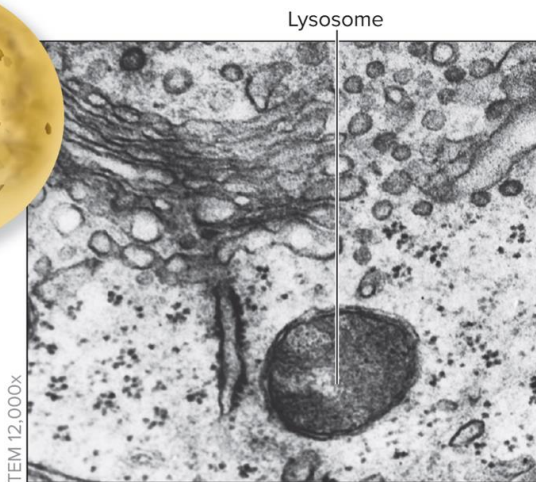
ازادسازی محتویات



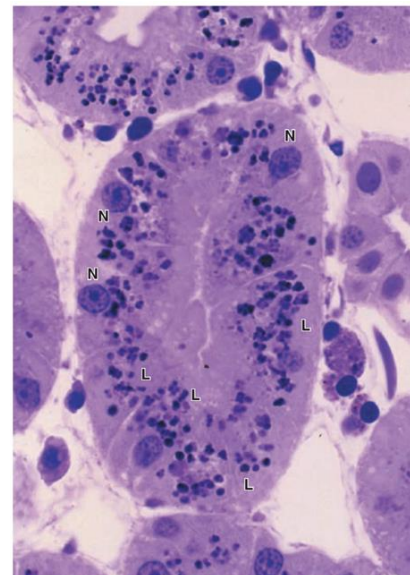
# Lysosome & Lysosomal functions



Lysosome



با فرمالین میتوانیم مانع از اتوفازی شویم



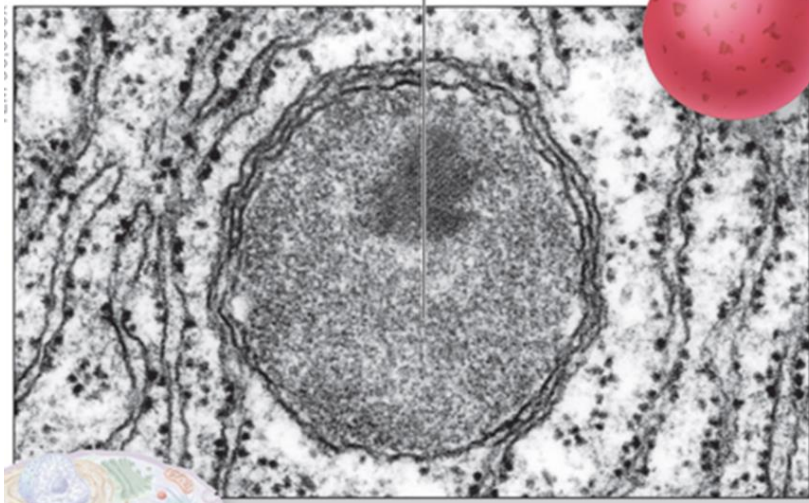
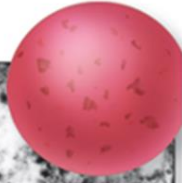
## Functions of Lysosomes

**Digestion:** Break down molecules within vesicles that enter cell by endocytosis, remove damaged organelles and cellular components (autophagy), and break down cellular components following cellular death (autolysis)

✓ حاوی PH اسیدی می باشد ( تا زمانی که سلول زنده هست Ph قلبایی دارد و به همین دلیل این آنزیم ها حتی اگر وارد سیتوپلاسم شوند، عمل نمی کنند)

# Peroxisome

Peroxisome



Peroxisome



## Functions of Peroxisomes

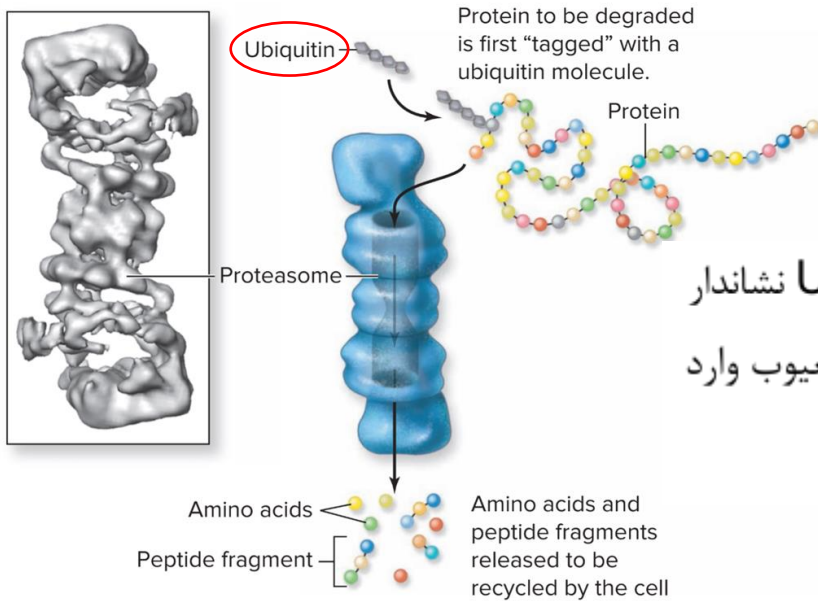
1. **Digestion:** Break down molecules (e.g., fatty acids, amino acids, uric acid) with hydrogen peroxide produced during the process

Catalase immediately break down

- **Oxidase:**  
Fatty acid metabolism  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (محصول متابولیسم اسیدچرب توسط اکسیداز)
- **Catalase:**  
Break down hydrogen peroxide into water & O<sub>2</sub>

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

# Proteasomes

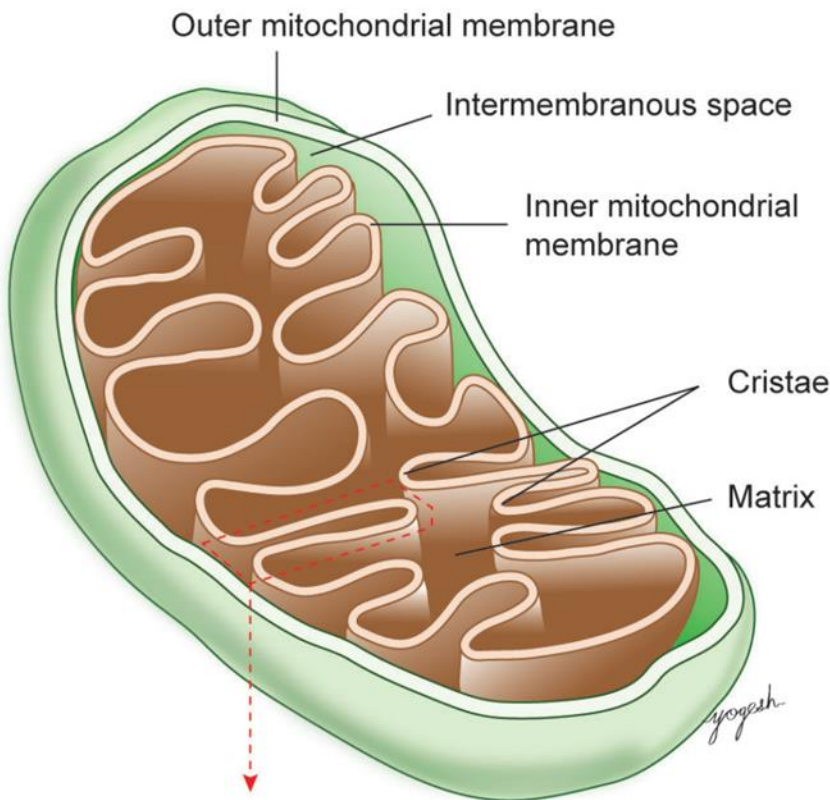


✓ به وسیله ماده‌ای به نام Ubiquitin نشاندار می‌شوند سپس این پروتئین‌های معیوب وارد پروتئازوم شده و از بین می‌روند.

## 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  
تضمین کیفیت

# 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.

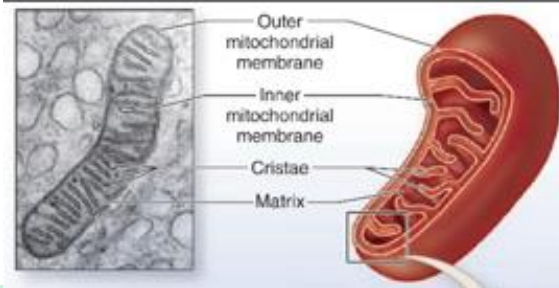
✓ سنتز **ATP** به واسطه زنجیره انتقال الکترون انجام می‌شود.

✓ در متابولیسم لیپیدها و سنتز پروتئین‌ها دخالت دارند.

✓ دارای **DNA** و عوامل دیگری که برای پروتئین سازی نیاز می‌باشد و می‌تواند به صورت مستقل پروتئین سازی کند.

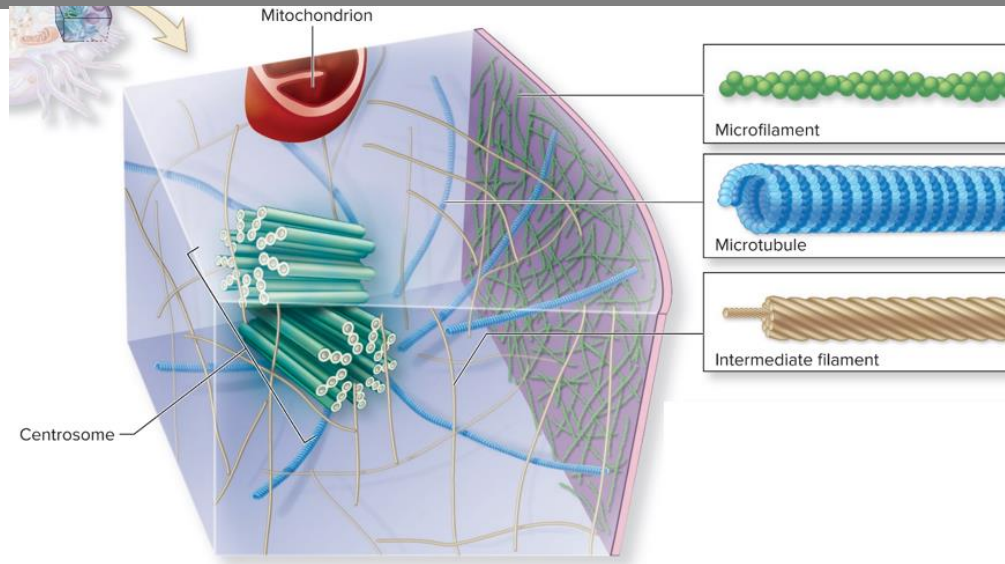
## Function of Mitochondria

**Energy harvesting:** Digest organic molecules (e.g., glucose) to produce ATP by aerobic cellular respiration; called the "powerhouse" of the cell



- ATP synthesis
- Lipid metabolisem
- Protein synthesis:
- Mitochondrial DNA / mRNA/tRNA

# Cytoskeletal components



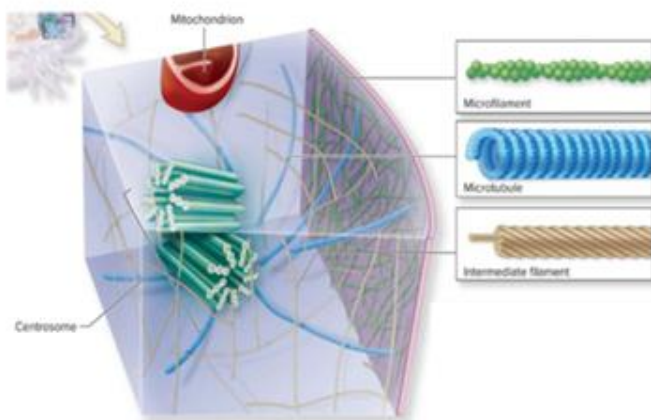
✓ **Microfilaments (thin Filaments)**: مثل اکتین که می تواند با میوزین تعامل انجام

دهد و انقباض رخ دهد که باعث حرکت سلول یا حرکت اندامکها می شود.

✓ **Intermediate Filaments**: ساختار سه بعدی سلول را حفظ می کنند. ضخیم تر از

میکروفیلامنتها و نازک تر از میکروتوبولها هستند و بیشتر نقش ساختاری دارند.

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



توبولین تشکیل شده اند. همانند راههای درون

سلولی عمل می کنند. در ساختارهایی مثل

سانتریولها، مژکها و تاژکها نقش دارند، در

نتیجه باعث تقسیم سلولی و حرکت سلولی

می شوند.

# Cellular inclusions

Inclusions are nonliving components

► **Glycogen:** Storage form of glucose

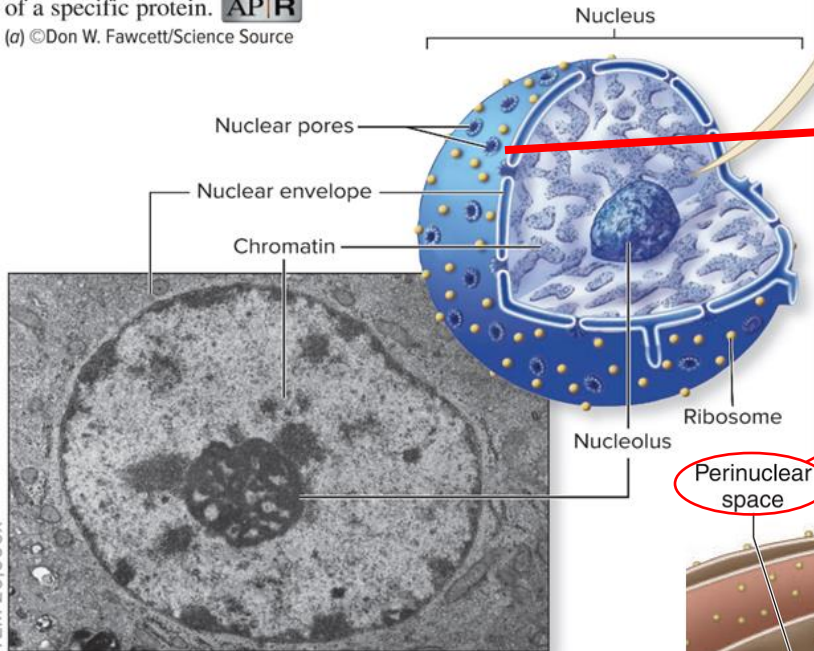
► **Lipids:** Storage forms of triglycerides

► **Pigments (رنگدانه):** Melanin, hemoglobin and lipofuscin

► **Crystals:** are not common except Sertoli and Leydig (بینابینی) cells in testis (بیضه) and occasionally (گاهی) in macrophages

## Nucleus (Chromatin & Nucleolus)

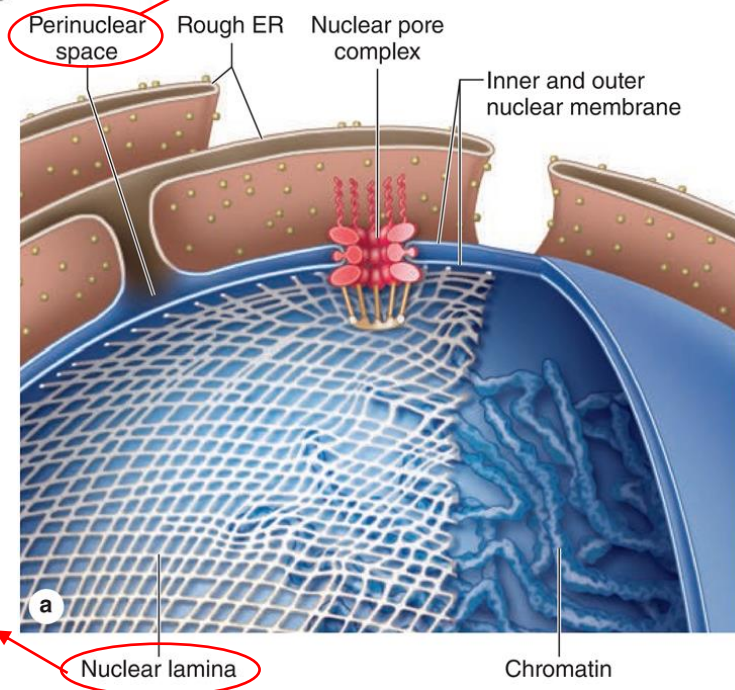
of a specific protein. **AP|R**  
(a) ©Don W. Fawcett/Science Source



(a) Structure of nucleus

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.

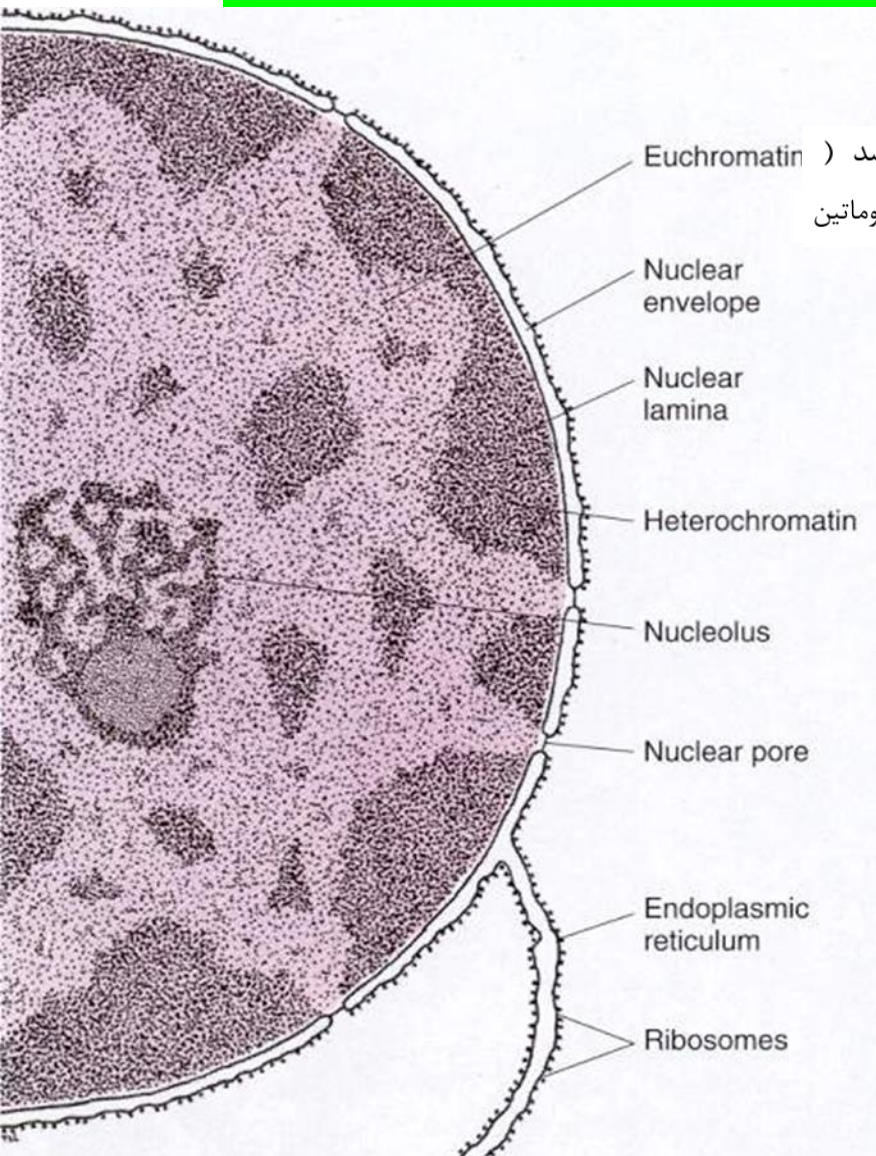
فضای بین دو غشا perinuclear space نام دارد.



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.

## From DNA to chromatin

Chromatin = histones + DNA + عوامل رونویسی و همانندسازی

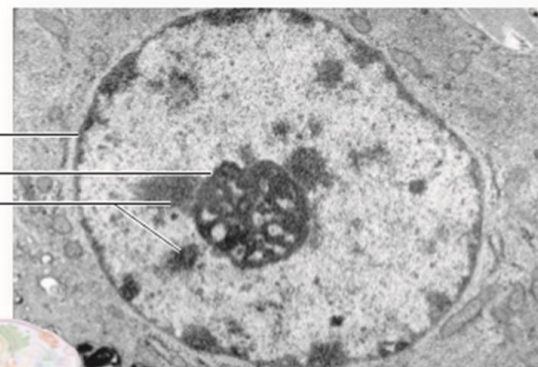
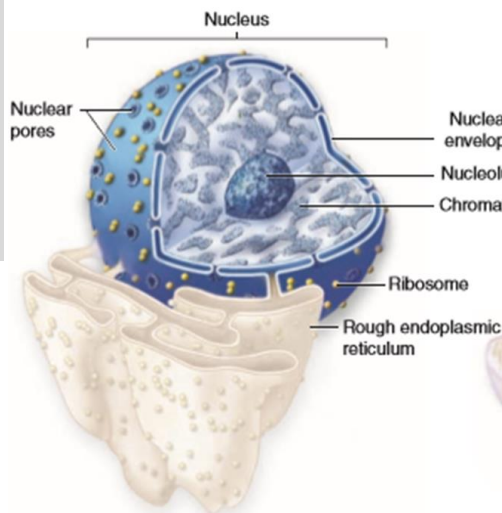


برخی جاها در حال نسخه برداری و تراکم کم باشد ( Euchromatin )  
(euchromatin) بخش های روشن در تصویر: یوکروماتین

ممکن است در یک هسته برخی مکان ها تراکم  
کروماتین زیاد باشد (heterochromatin)  
بخش های تیره در تصویر: هتروکروماتین

## Nucleolus

- Highly basophilic
- Ribosomal RNA (rRNA)



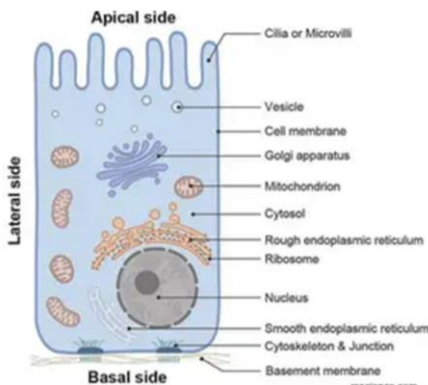
### Functions of the Nucleus

1. **Cellular regulation:** Houses genetic material, which directs all cellular activities and regulates cellular structure
2. **Production:** Produces ribosomal subunits in nucleolus and exports them into cytoplasm for assembly into ribosomes

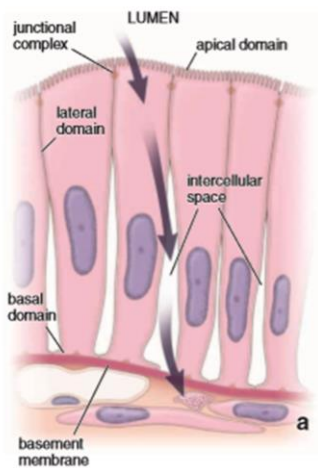
# Epithelial Tissue

- ⊙ Covering and lining surfaces (skin)
- ⊙ Protection (skin)
- ⊙ Absorption (intestine)
- ⊙ Secretion (glands of skin & GI tract)
- ⊙ Sensation (taste buds(چشایی), olfactory(بویایی) epithelium)
- ⊙ Contractility(انقباض پذیری)(Contain actin and myosin)
- ⊙ myoepithelium of glands: secretory glands such as salivary glands

## Features of Epithelial Tissues



- Very little extracellular matrix and intercellular spaces
- Junctional complexes(اتصال به سلول های جانی)
- Avascular(رگ خونی ندارد و تغذیه به وسیله انتشار)



organellها به صورت نامتقارن قرار گرفته

شبكة آندوپلاسمی در قاعده، گلژی در قسمت میانی

گرانول های ترشخی سطح راسی

POLARITY قطبیت

قاعده: متصل به تیغه میانی  
Basal

سطح راسی: یا با حفره در ارتباط یا با سلول های بالایی در ارتباط  
Apical

سطوح جانبی: در ارتباط با سلول های کناری

۱. چند وجهی بودن

بدون رگ خونی

تغذیه از طریق انتشار

رگ خونی تنها به بافت هم بند زیر بافت پوششی دسترسی دارد

avascular

ماتریکس بین سلولی کم

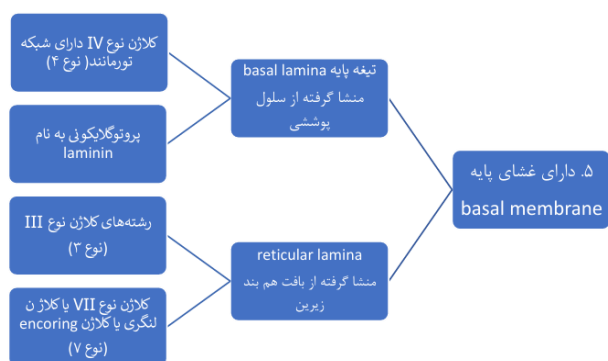
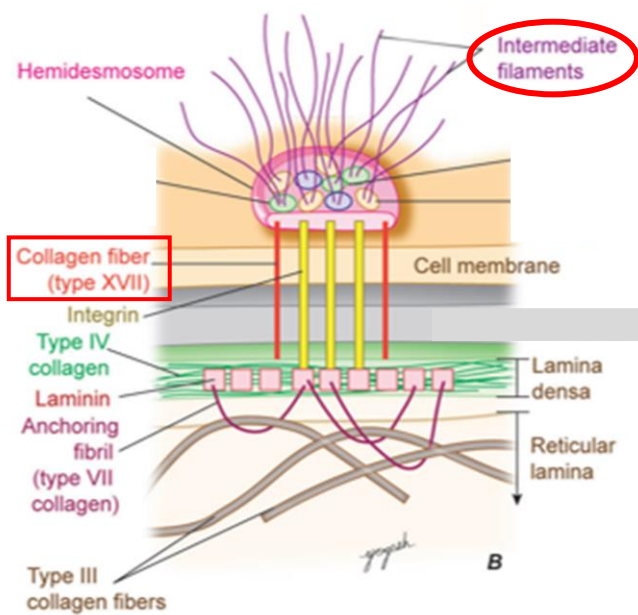
به سری کامپلکس ها سلول ها را به هم متصل می کند

۳ فضای بین سلولی کم

# Basement membrane:

1) Basal lamina : Type IV collagen & Laminin

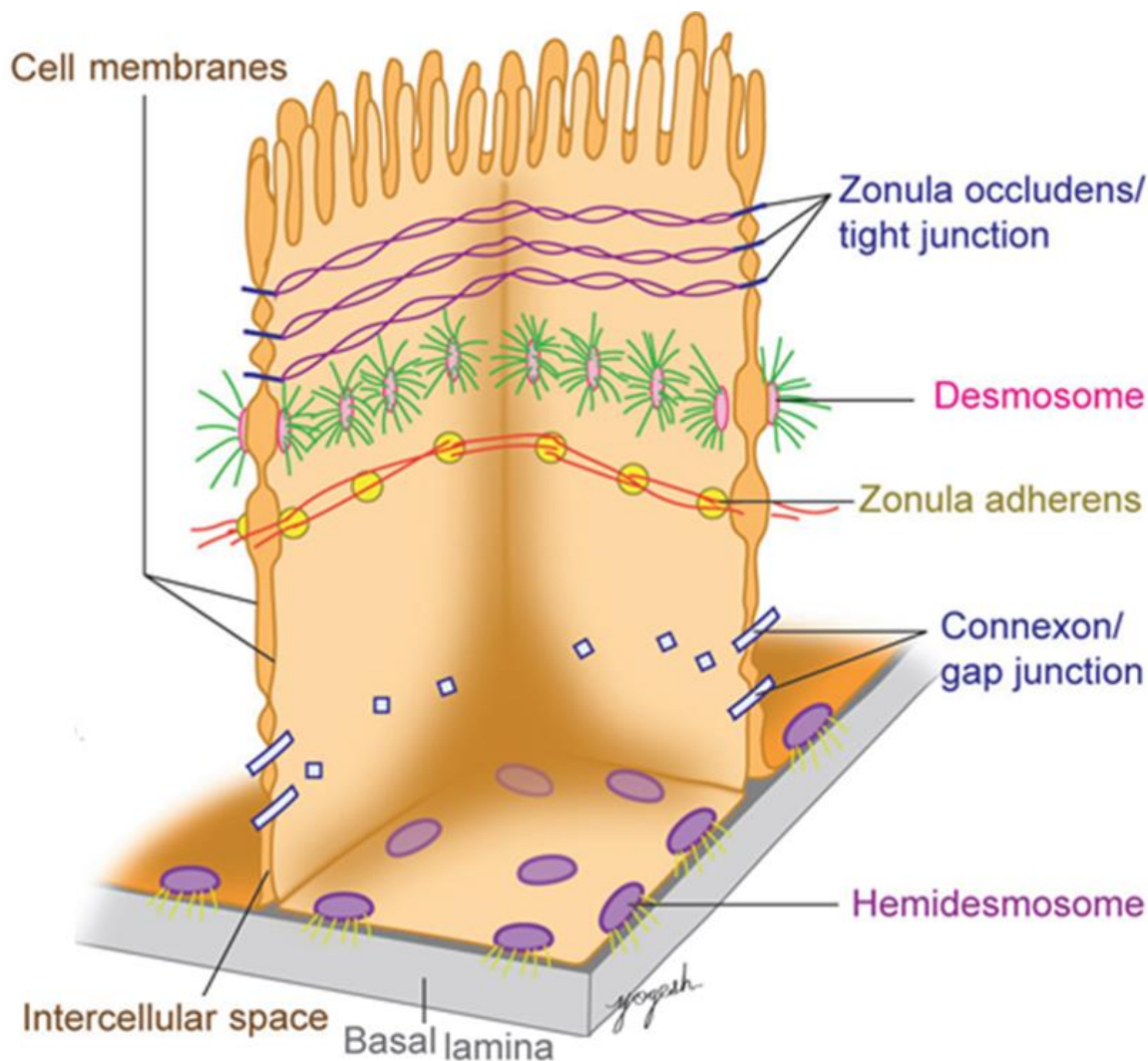
2) Reticular lamina : Type III collagen & Type VII collagen



## وظایف غشای پایه:

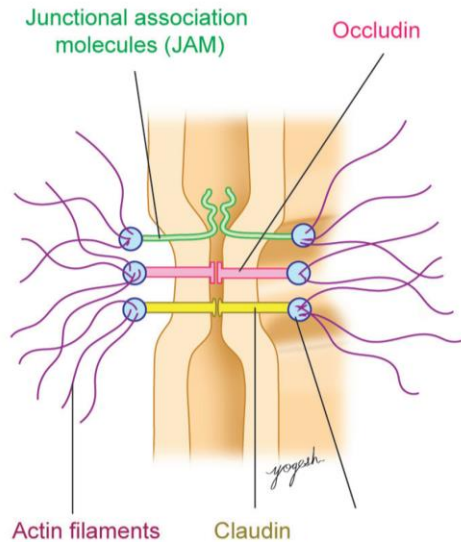
1. پشتیبانی از بافت پوششی
2. ایجاد سد فیزیکی (کلاژن نوع 4 یا بار الکتریکی سطح)
3. مواد لازم برای ترمیم یا **regeneration**

# Junctional complexes



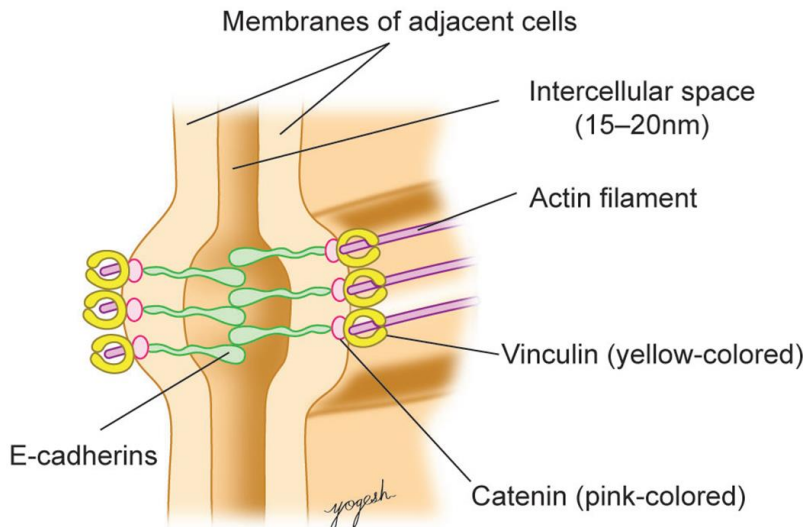
# zonula occludens/tight junction

دو سلول کاملاً به هم اتصال دارند و در راسی‌ترین ناحیه دیواره قرار دارد (به صورت کمربند انسدادی)



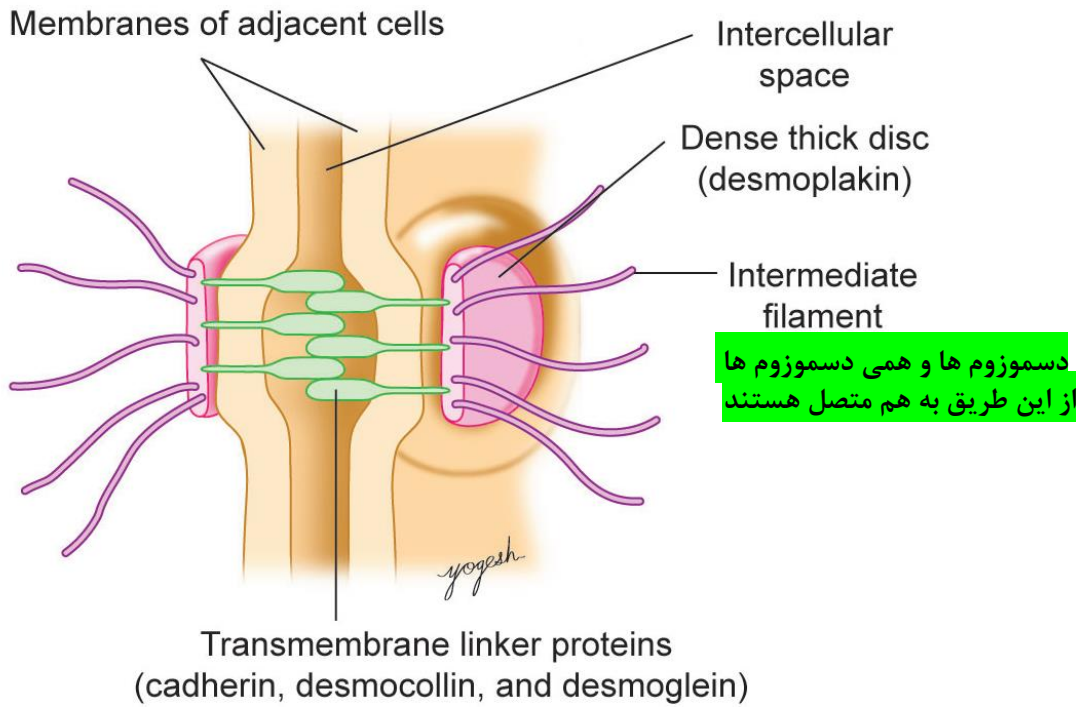
# Zonula adherens

اتصال بدون چسبیدن و وجود فاصله بین دو غشا، اتصال با پروتئینی به نام E-cadherin انجام می‌شود که وابسته به یونی به نام Ca می‌باشد. (یون کلسیم اتصال را محکم می‌کند)



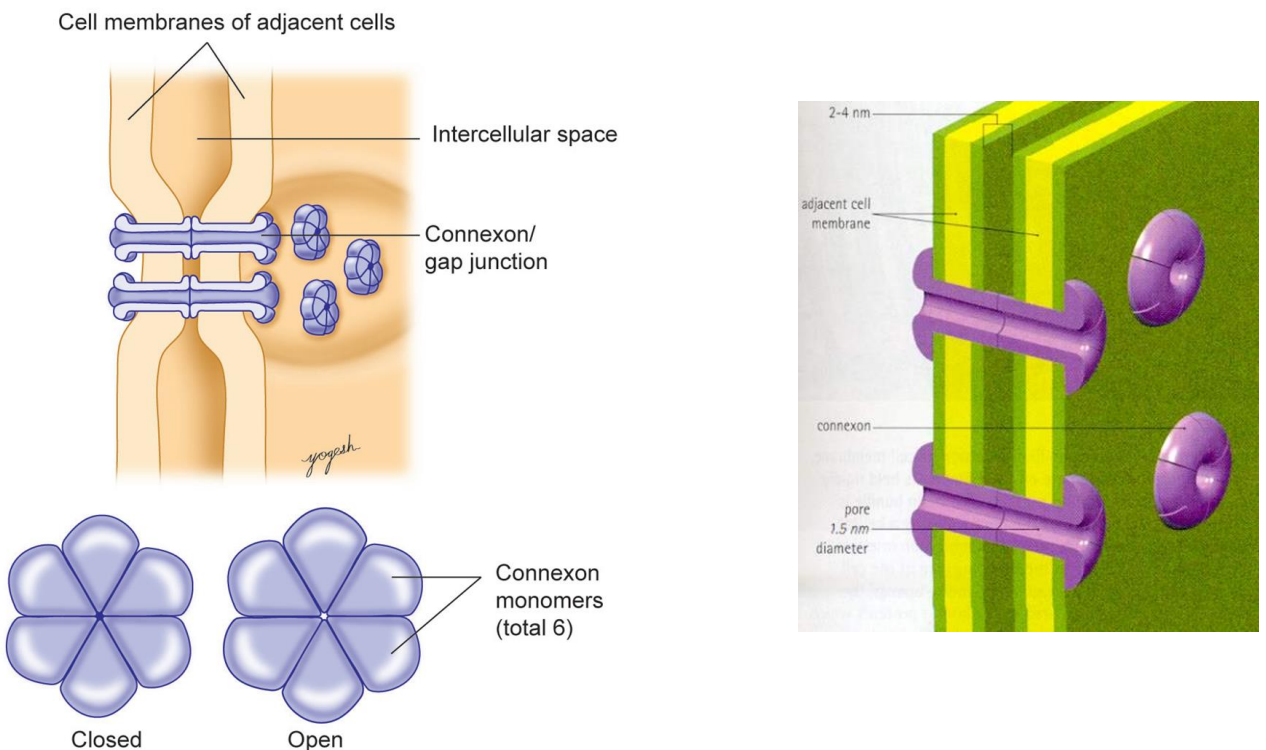
# Desmosome(macula adherens)

تعداد زیادی صفحه باعث اتصال 2 سلول می‌شود. این اتصال با دو پروتئین دسموگلین و دسموکولین انجام می‌شود که جزوی از خانواده cadherin می‌باشند.



# Connexon(Connexine)/Gap junction

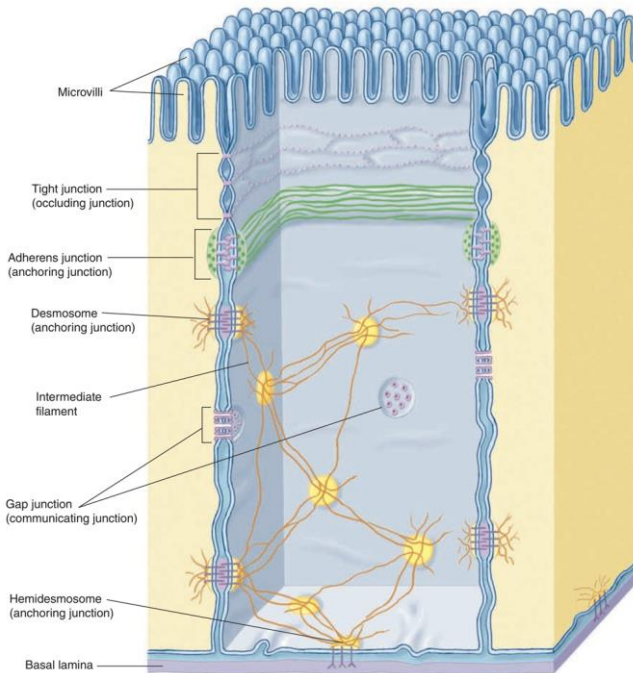
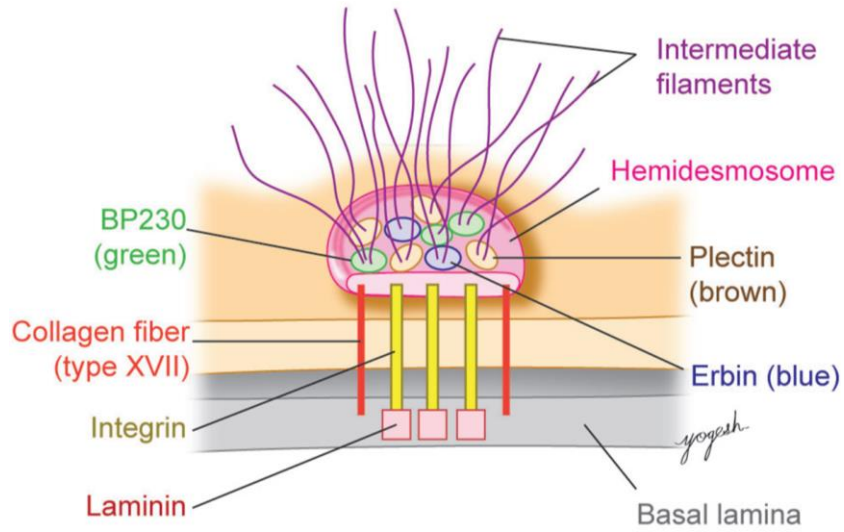
هر سلول دارای شش زیرواحد به نام connexin می‌باشد که دو سلول با همدیگر یک کانال کامل تشکیل می‌دهند، بین دو نیم کانال تشکیل شده از شش زیر واحد فاصله کمی وجود دارد و کاملاً به هم متصل نیستند. (مثال: یون‌ها و سیگنال‌های سلولی در سلول استخوانی و قلب) هر زمان نیاز باشد به هم متصل می‌شوند و به اسکلت سلولی وصل نیست.



# Hemidesmosome(Integrin)

از تفاوت های بین همی دسموزوم و دسموزوم می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- همی دسموزوم اتصال به کف و از سطح basal است.
- در همی دسموزوم یک سلول دخالت دارد.
- بجای پروتئین های کادهرین، پروتئین های اینتگرین و کلاژن ۱۷ وجود دارند که از یک طرف به لامینین متصل هستند .



# Microvillus (حاشیه مسواکی)

**Length:** 1–3  $\mu\text{m}$

**Finger-shaped extensions**

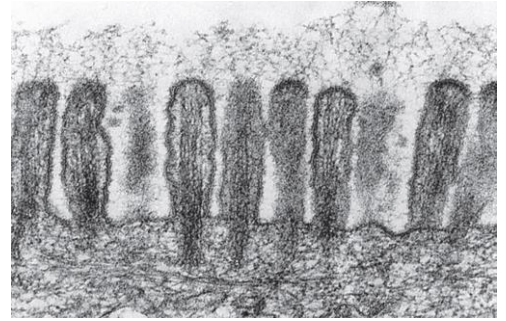
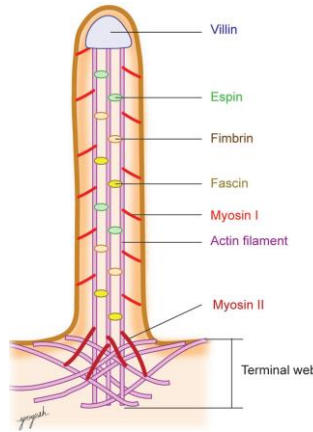
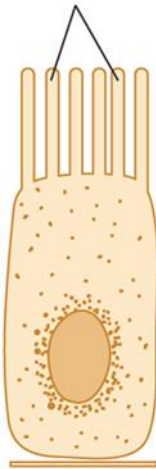
**Core of actin filament**

**Passive movement because of terminal web**

**Locations:** Intestine, gallbladder

**Functions:** Increases area for absorption/secretion

Microvilli



**Length:** ~120  $\mu\text{m}$

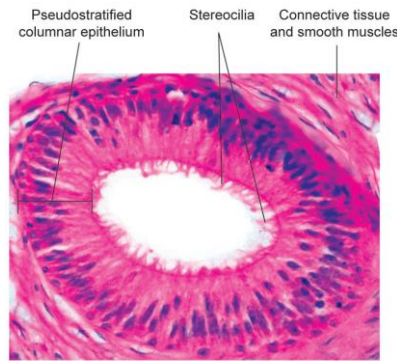
**Thread-like extensions**

**Core of actin filaments**

**Passive movements because of fluid flow**

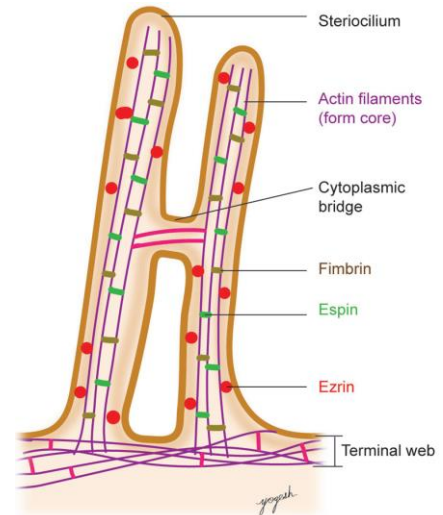
**Locations:** Epididymis, hair cells of inner ear

**Functions:** Increases area for absorption, mechanoreceptor function in ear

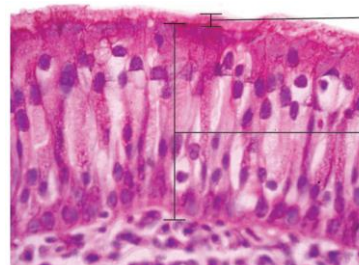
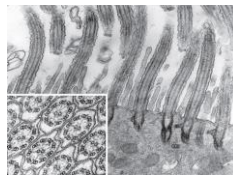
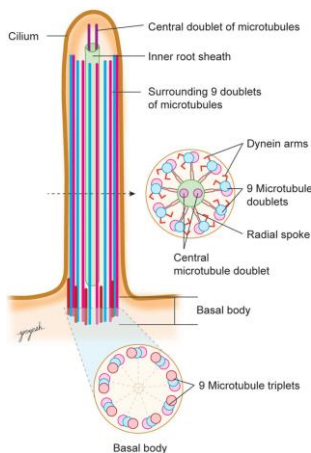


Lining epithelium of epididymis

## Stereocilia



## Cilium (Axoneme)



Lining epithelium of respiratory tract

Cilia

**Motile**

**Length:** 5–10  $\mu\text{m}$   
**Brush-bristles-like**  
**Core of microtubules (9+2)**  
**Active, unidirectional movements**  
**Locations:** Respiratory epithelium, sperm (tail/flagellum), olfactory epithelium, fallopian tube  
**Functions:** Mucociliary clearance, ova transport, sperm motility

**Primary (nonmotile)**

**Length:** 2–3  $\mu\text{m}$   
**Mostly present singly on all cells**  
**Core of microtubules (9+0)**  
**No active movements**  
**Locations:** All cells of body  
**Functions:** Can work as sensory stimulator

**Axoneme:** نه دسته ی دوتایی Microtubule در محیط وجود دارند که به همراه دو Microtubule مرکزی Axoneme به وجود می آورند. مجموع Axoneme ها باعث تشکیل مژک میشوند.

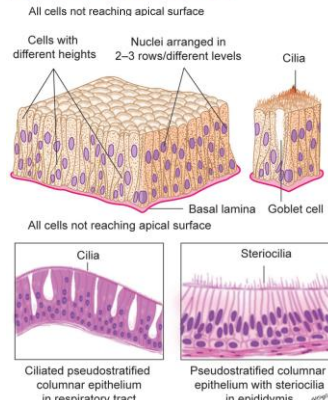
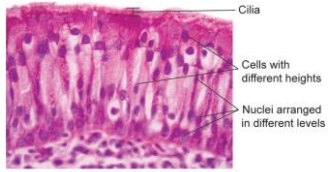
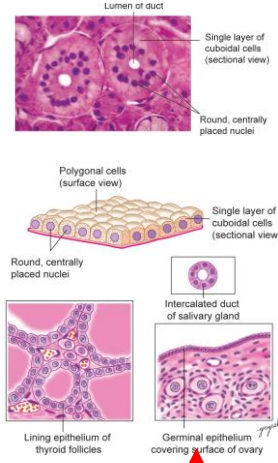
در این اپیتریوم سلول ها اندازه و طول متفاوتی دارند و فقط به شکل استوانه ای هستند ولی همه ی آن ها بر روی غشای پایه قرار گرفته اند.

در این نوع اپیتریوم امکان دارد سطح راسی سلول به دلیل کوتاهتر بودن به مجرا نرسد و همچنین هسته ها در یک سطح قرار نگرفته اند. این نوع یافت با میکروسکوپ نوری به صورت اپیتریوم مطبق دیده میشود اما با میکروسکوپ الکترونی سلول ها در یک ردیف قرار گرفته اند و کوتاه بلند هستند.

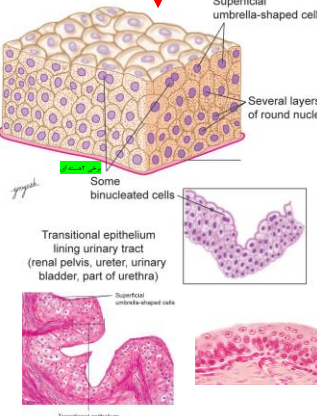
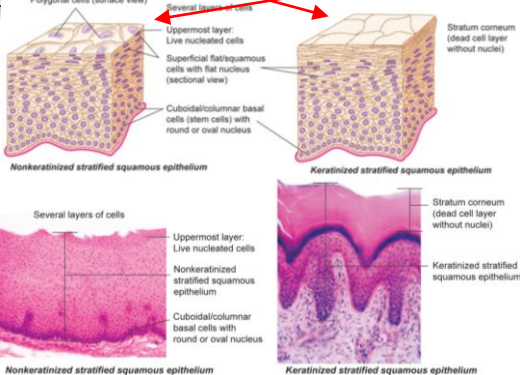
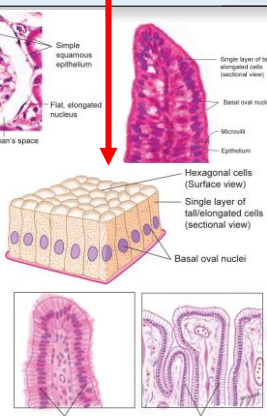
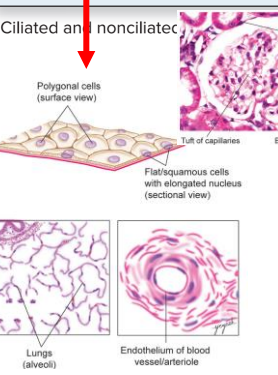
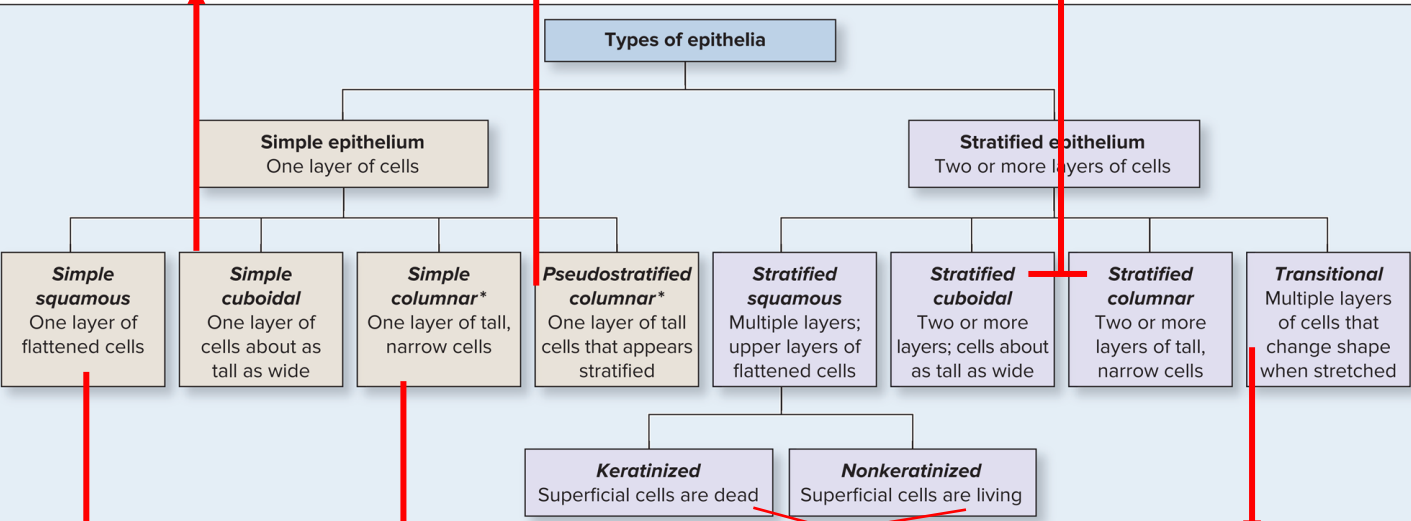
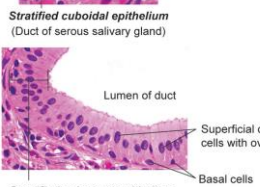
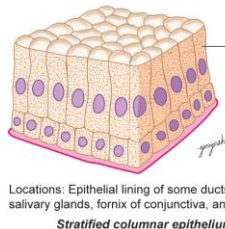
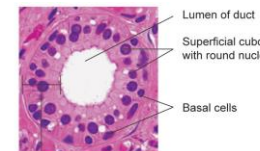
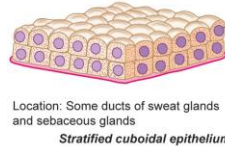
این نوع اپیتریوم در دستگاه تنفسی دیده میشود که در سطح دستگاه تنفسی یکسره مزه قرار میگیرد که گردو غبار و عوامل خارجی را به سمت بیرون هدایت میکند. به این نوع سلول های مزکدار اپیتریوم مطبق کاذب استوانه ای مزکدار گفته می شود.

**2. مکعبی (Simple cuboidal):** به

تبعیت از فرم سلول هسته درشت و گرد دارن و سیتوپلاسم آنها کاهش یافته. مثال: غده تیروئید، کلیه



پوششی مطبق مکعبی در مجرای غدد عرق وجود دارد و پوششی مطبق استوانه ای در پلاک دندان وجود دارد



**1. سنگفرشی (Simple squamous):** پهن و کشیده اند و هسته هم به تبعیت از شکل سلول کشیده است، این سلول ها موازی نسبت به غشای پایه اند. مثال: بافت پوششی عروق خونی

**3. استوانه ای (Simple columnar):** سلول های استوانه ای دارای هسته کشیده و تقریباً بیضی شکل که عمود بر غشای پایه اند و سیتوپلاسم زیاد دارند. مثال: بخش هایی از دستگاه گوارش مثل معده و روده

در سطح بافت اپیتلیوم مطبق یکسری سلول هایی وجود دارد که هسته و اندامک هایشان را از دست داده اند و فقط کراتین داخل آنها وجود دارد. این نوع اپیتریوم مطبق سنگفرشی سلول های کراتین دار از آن بین میروند و این لایه سلولی سمست است. دلیل داشتن کراتین در آنها جلوگیری از هدر رفتن آب در جایی مثل پوست است.

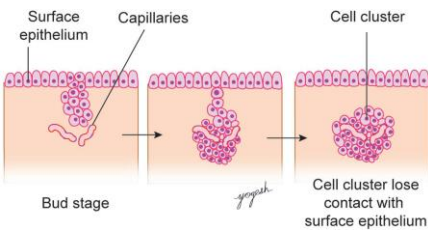
به سلول هایی از این نوع که کراتین ندارند Non Keratinized گفته میشود. که در مکان های مرطوب مثل دهان و مری قرار دارند.

اپیتریوم چند لایه یا سلول های مکعبی شکل که هر چه به سمت سطح می آیم سلول ها بزرگتر میشوند. ردیف دوم سلول های شکلی مانند راکت ندیسی دارند که هسته ای راکت به سمت فضای پایه و سلول های زیرین قرار گرفته است. همچنین سلول های Transitional سلول های هستند که در راس قرار گرفته اند. این سلول ها سلول های خیلی بزرگی هستند که به آنها سلول های Giant یا سلول های غول آسا گفته میشود.

سلول های GIBB یکسری برآمدگی به وجود می آورد که به این برآمدگی ها برآمدگی های کشیدی شکل گفته میشود. این سلول ها بیشتر در دستگاه ادراری مانند مثانه وجود دارد.

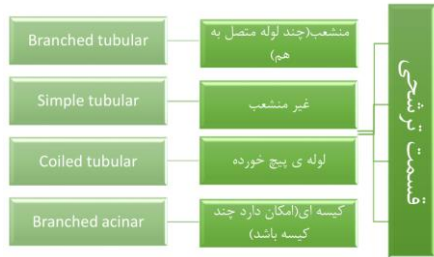
مثانه از زمانی که از ادرار پر میشود این حالت کشیدی شکل از بین می رود و صاف میشود در نتیجه سطح مجامع مثانه افزایش میابد. این سلول ها چون حالتشان از کشیدی شکل به صاف تغییر میکند سلول های مترنمر (transitional) گفته میشود. نمودی دیگر از این سلول ها در لایه ای که میوهامه سطح را فراخانی قمیم هنگام تغییر از کشیدی شکل به صاف سلول های راکتی بین سلول ها قرار میگیرند و تعداد لایه ها کاهش می یابد.

# Glandular epithelium

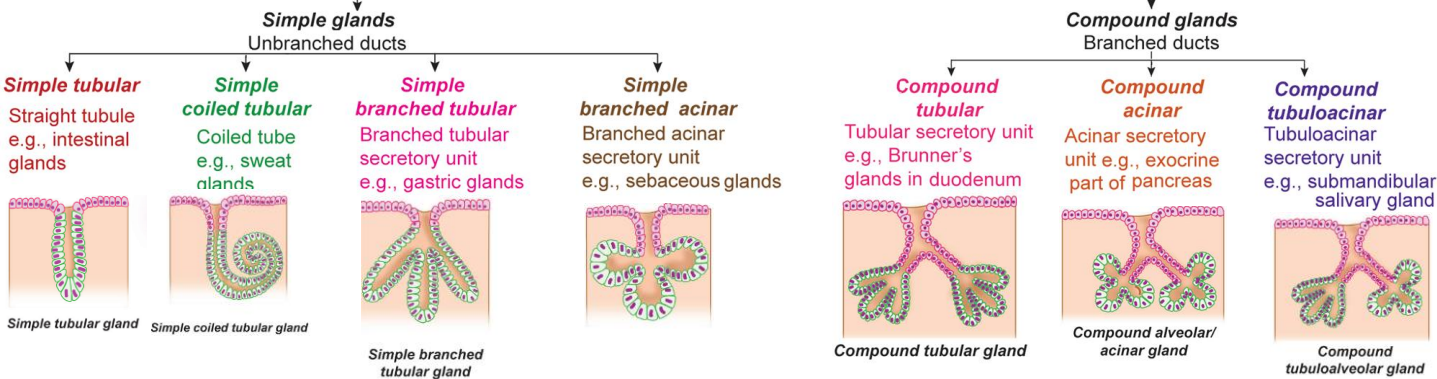


**حالت یک:** این سلول ها بعد از قرار گیری ممکن است ارتباطشان را با منشأشان از دست ندهند و این ارتباط باقی بماند، در نتیجه این سلول ها لومن دار(مجرا دار) می شود و یک کانال به وجود می آید. یکسری سلول وظیفه ترشح را برعهده دارند که **secretory portion** نام دارند. یک مجرا نیز به وجود می آید که این ترشحات را به بیرون انتقال می دهد. این نوع غدد که به سمت بیرون ترشح را انجام می دهند **Exocrine** (برون ریز) گفته می شود.

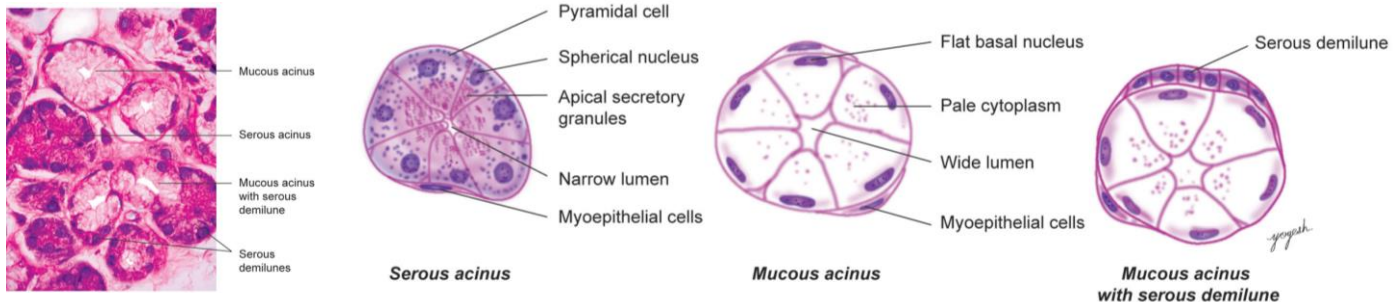
**حالت دوم:** گاهی اوقات اپیتریوم هایی که در دوران جنینی تقسیم می شوند ارتباطشان با منشأ از بین می رود و ترشحات آنها به رگ های خونی اطرافشان وارد می شود که به این نوع غدد **Endocrine** (درون ریز) می گویند.



## Exocrine glands



## Differences between serous and mucous cells



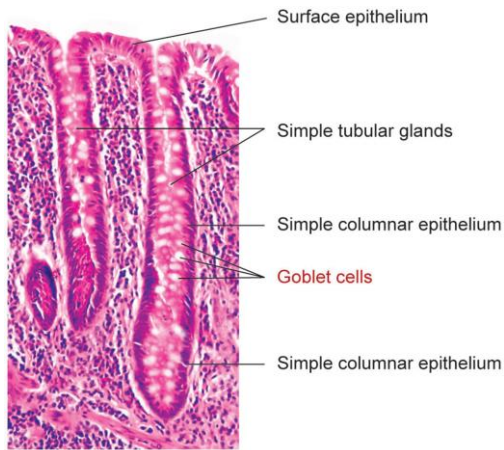
ماده ی ترشحاتی از غده ها متفاوت است و یکی از این ترشحات **Serous** (نوعی پروتئین) است.

این سلول ترشح کننده **serous** چون پروتئین ترشح می کند، شبکه آندوپلاسمی وسیعی دارد که هسته ی گرد دارد و تقریباً بازوفیل است.

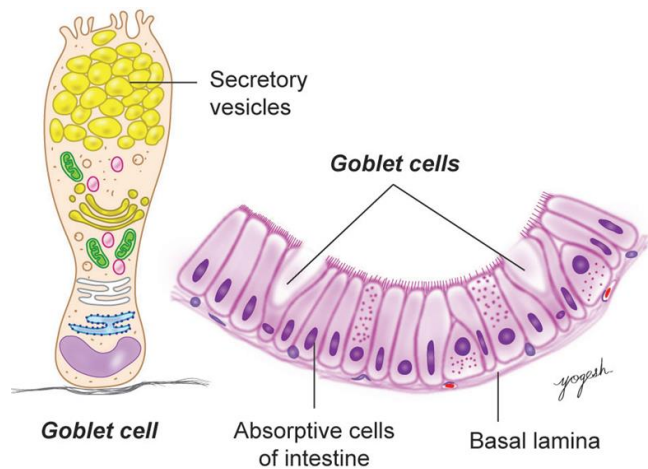
یک نوع دیگر از ترشحات سلولی **Mucous** است که از جنس پروتئین و کربوهیدرات است. سلول ترشح کننده ی این ماده هسته ای کشیده دارد و در قاعده قرار دارد و سیتوپلاسمش نیز روشن است.

ممکن است غده ای دیده شود که هر دو سلول ترشح کننده ی **Serous** و **Mucous** داشته باشد.

# Unicellular gland/goblet cell



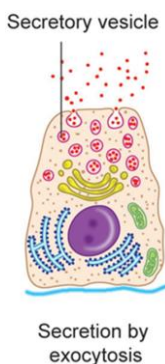
Appendix



یک غده ی تک سلولی که مولکول ترشح میکند مانند سلول های ترشح کننده در دستگاه گوارش.

## Glands

Based on mode of secretion



**Merocrine glands**  
Exocytosis

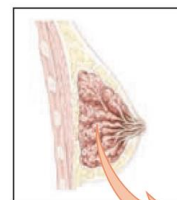
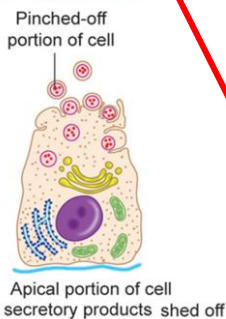
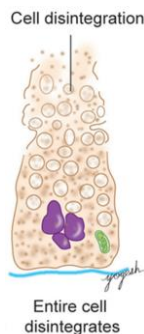
**Examples:**  
Merocrine sweat glands, pancreatic acinar cells

**Apocrine glands**  
Apical portion of cell disintegrates

**Examples:**  
Lactating mammary gland, apocrine sweat glands

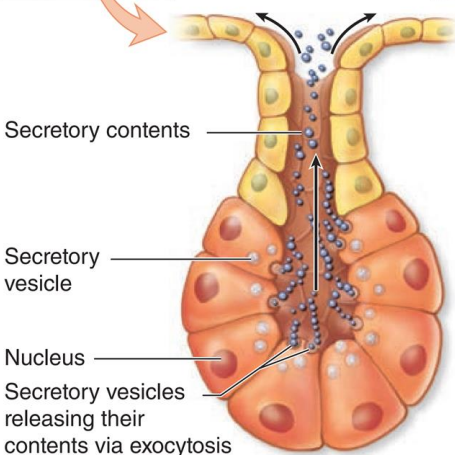
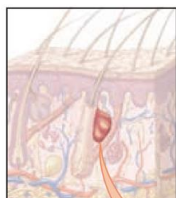
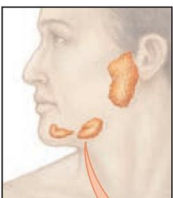
**Holocrine glands**

Whole cell disintegrate as secretion  
**Examples:**  
Sebaceous glands, meibomian glands of eyelid

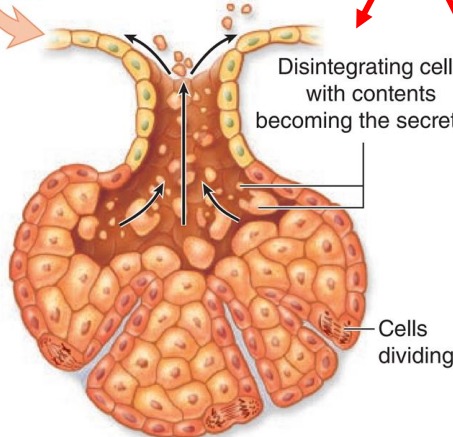


Secretions

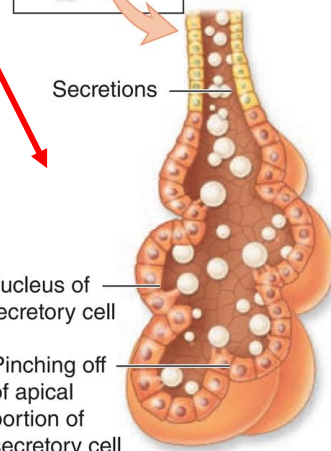
Nucleus of secretory cell  
Pinching off of apical portion of secretory cell



(a) Merocrine gland



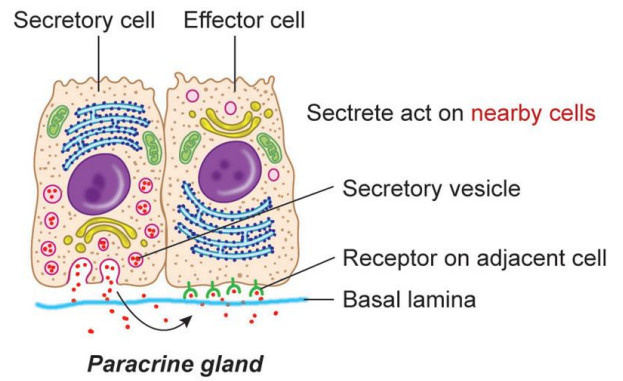
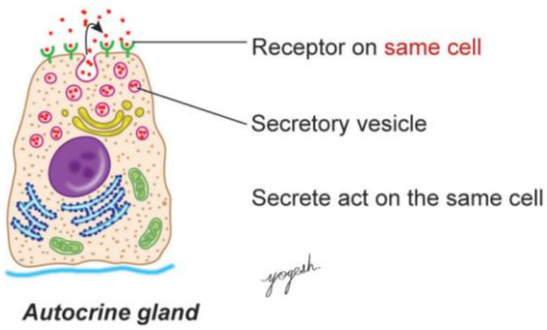
(b) Holocrine gland



(c) Apocrine gland

# Paracrine and autocrine mode of signaling

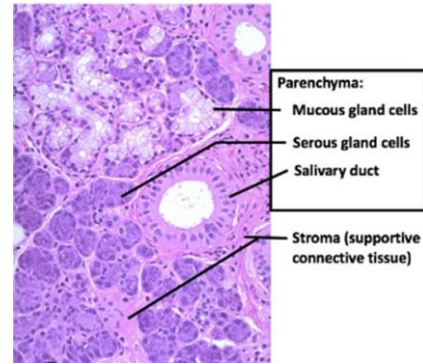
**Paracrine gland:** ترشحات یک سلول روی سلول مجاورش بریزد. بعضی از سلول ها ترشحاتشان روی خودشان تأثیر می گذارند که به آنها Autocrine می گویند.



# Connective Tissue

## Connective Tissue Functions

- Binds tissues to each other
- Mechanical support
- Internal support (داریست) for organs/tissues
- **Supporting tissue** (استخوان و غضروف)
- Serving as a medium for exchange (واسطه برای مبادله مواد از رگ پس همواره اطراف رگ ها وجود دارد)
- Material that connects and binds cells into tissues
- Aiding in the defense and protection
- Forming a site for storage of energy (چربی) and water (یون سدیم و پتاسیم)



پارانشیم بافت : سلول های اصلی ارگان که کار تخصصی آن ارگان را انجام می دهند.  
 مثلا: در غدد بزاقی سلول های ترشح کننده بزاق سلول های اصلی این بافت هستند.  
 داریست (stroma) : معمولا از جنس بافت همبند است و بین سلول های اصلی ارگان قرار میگیرد و سلول ها را در جای خود نگه می دارد.  
**نکته :** در دستگاه عصبی مرکزی ایجاد داریست (stroma) بر عهده بافت همبند نیست.

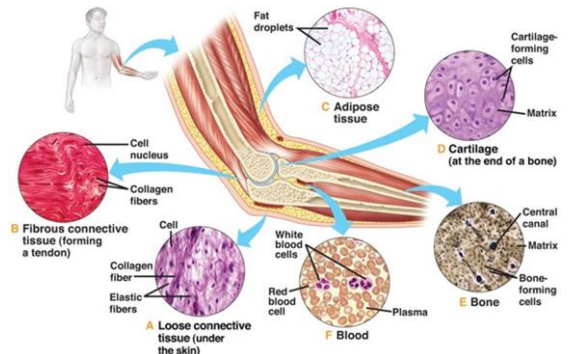
Types of connective tissue :

1) proper

2) Specialized connective tissues : Bone and cartilage + blood + lymph

### Connective Tissue Composition

- 1- Fibers : collagen, elastic, reticular
- 2- Cells : fibroblasts, immune, vascular
- 3- Ground substance : glycosaminoglycans, proteoglycans, glycoproteins



## Connective Tissue Cells

The cells are two groups : fixed cells and transient cells

**Resident cells (Fixed cells):**

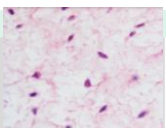
- ◆ Mesenchymal cells (استفاده در مهندسی بافت)
- ◆ Fibroblasts
- ◆ Adipose cells
- ◆ Macrophages
- ◆ Mast cells (Hematopoietic stem cell (Bone marrow))
- ◆ Pericytes (اطراف عروق)

**Transient cells:**

- ☑ WBC of Blood
- ☑ Plasma cells

### Mesenchymal tissue

- Mostly extracellular matrix, and few cells
- Pluripotential
- All connective tissues originate from embryonic mesenchyme (mesoderm)



**نکته:** کل بافت های بدن از سه لایه در دوره جنینی به وجود می آیند:

1. اکتودرم
2. اندودرم
3. مزودرم

لایه مزودرم، بافت مزانشیمی (Mesenchymal tissue) را به وجود می آورد و در نهایت بافت مزانشیمی بافت همبند را به وجود می آورد.

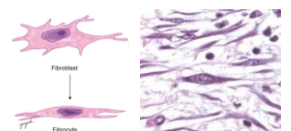
بافت مزانشیمی دارای سلول های ستاره ای شکل است که **Mesenchymal cells** نام دارند، این سلول ها اصطلاحا Pluripotential هستند.

یعنی این سلول ها چندین پتانسیل و توانایی دارند و با تمایز میتوانند انواع سلول های بدن را ایجاد کنند.

به عنوان مثال میتوانند به سلول های استخوانی، غضروفی و یا ماهیچه ای تمایز یابند.

**نکته :** سلول های ستاره ای در افراد بالغ هم وجود دارند مثلا در بند ناف و یا پالپ دندان

**نکته:** سلول های Pluripotential مانند همین سلول های مزانشیمی در مهندسی بافت استفاده میشوند و به کمک آنها میتوان انواع بافت های بدن مانند عضله ی قلب را تولید کرد.



\_ فیبروبلاست ها در مواقع ضروری (مثل زخم) به تولید اکتین و میوزین میپردازند و تبدیل به سلول هایی به نام میوفیبروبلاست (Myofibroblast) می شوند.  
 این سلول ها در ترمیم زخم و بسته شدن آن نقش دارند. (به وسیله اکتین و میوزین باعث انقباض زخم می شوند)

- ◆ **Fibroblasts :** هسته ی گرد یا بیضی شکل دارند. هستک مشخص دارند.
- ◆ Most common cells
- ◆ Produce and secrete fibers and ground substance (بخاطر فعالیت زیاد هسته روشن دارند منظور یوکروماتین)
- ◆ Inactive fibroblast (Fibrocyte=هنر و کروماتین)
- ◆ Myofibroblast are modified fibroblasts (Wound contraction)

# White Blood Cells (WBC)

هسته چند قسمتی دارند (معمولا سه تا پنج قسمتی ولی اکثرا سه قسمتی)

به وسیله آنزیم هایی که دارند توانایی فاگوسیت کردن میکروارگانیسم ها و باکتری ها را دارند.



Neutrophil



Eosinophil



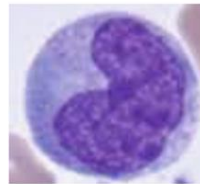
Basophil



Large lymphocyte



Small lymphocyte



monocyte  
اگر انولوسایت

Plasma Cell

- Clockface nucleus
- Differentiate from B lymphocytes
- Produce Anti body

گرانول های تیره

انوزینوفیل ها:

در شرایط آلرژی تعداد انوزینوفیل ها زیاد می شود و در این شرایط همکاری دارند.

مثلا افرادی که حساسیت های فصلی دارند اگر از آن ها نمونه خون گرفته شود تعداد انوزینوفیل های خون آن ها بالاتر از حد معمول خواهد بود.

در مواقعی که انگلی وارد بدن می شود انوزینوفیل ها به وسیله موادی که داخل گرانول های خود دارند به صورت مستقیم به مبارزه با انگل می پردازند و آن ها را از بین می برند.

**نکته:** انوزینوفیل ها و بازوفیل ها باهم همکاری دارند زمانی که بازوفیل ها موادی ترشح می کنند که برای بدن آثار مخربی دارند انوزینوفیل ها هستند که به از بین بردن آن مواد می پردازند.  
گرانول های روشن صورتی رنگ دارد (اسیدوفیل)

لنفوسیت های T انواع مختلفی دارند:

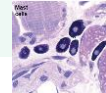
1. کمکی (T\_helper)
2. کشنده (cytotoxic cells)
3. کشنده طبیعی (natural killer cells)

این لنفوسیت ها دارای روش های مختلفی در از بین بردن میکروارگانیسم ها هستند و با ترشح ماده ای با نام interleukin با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و میکروارگانیسم ها را از بین می برند.

## Macrophage types in different tissue

- Form in blood is monocyte
- Phagocytosis of cell debris and microorganisms
- Presenting antigens to lymphocytes
- Connective tissue: Histiocyte
- Liver : Kupffer cells
- Lung : Dust cells (سلول های غباری)
- CNS : Microglia
- Bone : Osteoclast

## Mast Cell



### Delayed hypersensitivity (allergy)

محتویات گرانول های بازوفیل ( اسیدی ) ماستوسیت ها :

**Heparin**, a sulfated GAG that acts locally as an **anticoagulant**

**Histamine**, which promotes increased vascular permeability and smooth muscle contraction

**Serine proteases**, which activate various mediators of inflammation ( واسطه شیمیایی در التهاب )

**Eosinophil and neutrophil chemotactic factors** (which attract those leukocytes ) ( جذب اینا به محل التهاب )

هیستامین با گشاد کردن رگ ها باعث کاهش فشار خون و افزایش نفوذپذیری عروق میشود و همچنین باعث انقباض ماهیچه های صاف میشود.

برای مثال در ریه باعث انقباضات ماهیچه ای میشود که این انقباضات در بعضی مواقع کمک کننده و در بعضی مواقع در صورت شدید بودن باعث تنگی نفس میشوند.

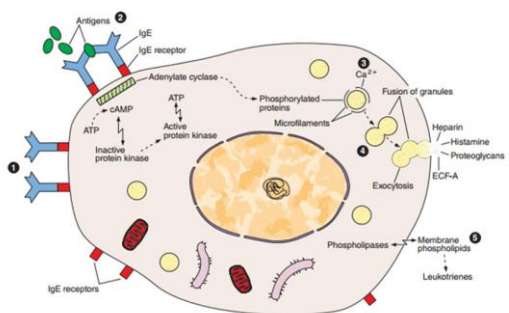
شوک آنافیلاکسی :

بعد از ورود آنتی ژن به بدن آنتی بادی تولید میشود و بر روی گیرنده های خود قرار میگیرد.

هنگامی که برای اولین بار یک آنتی ژن وارد بدن میشود دو آنتی بادی کنار هم اما بدون اتصال بر روی گیرنده قرار می گیرند. در این زمان اتفاقی در mast cells رخ نمی دهد اما هنگامی که آنتی ژن برای بار دوم وارد بدن میشود این دو آنتی بادی که بر روی گیرنده قرار دارند با یکدیگر اتصال برقرار کرده و باعث میشوند mast cells مواد درون خود را ترشح کنند (این مواد مانند هیستامین باعث انقباض شدید برونش ها در ریه میشوند که باعث تنگی نفس و حتی مرگ میشود) که این موضوع باعث شوک در فرد میشود.

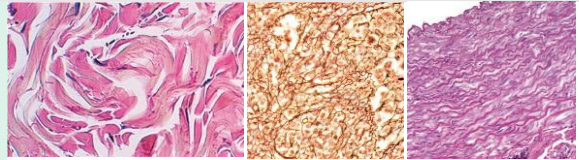
\* در صورت شدید بودن حساسیت این شوک ها حتی میتوانند باعث مرگ فرد شوند.

\* در هنگام ورود آنتی ژن به بدن تا زمانی که بین آنتی بادی هایی که بر روی گیرنده قرار دارند اتصال برقرار نشود شوک اتفاق نمی افتد.



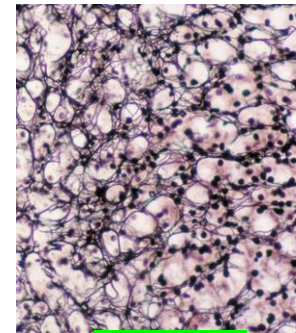
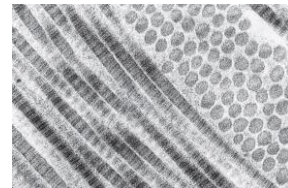
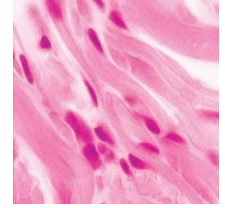
# Connective Tissue Fibers

- ❖ Collagen fibers(Collagen polymerisation)
- ❖ Reticular fibers=**collagen type III**(Collagen polymerisation)
- ❖ Elastic fibers(Elastine polymerisation)



- ❑ Most abundant protein, 30% dry weight (وزن خشک بدن)
- ❑ More than 28 types
- ❑ Type I most abundant
- ❑ **Fibrillar collagens** :Types I,II and III form fibrills/ fibers(کنار هم قرار بگیرن)
- ❑ **Network or sheetforming collagens**: Types IV (Basement membrane)
- ❑ **Linking/anchoring collagens** : Types VII (Basement membrane)

در کمبود ویتامین C (اسکوروی)، به دلیل عدم سنتز کلاژن، بهبود زخم‌ها به تأخیر می‌افتد.  
 علائم: ضعف، زخم‌های لثه که منجر به از دست رفتن دندان می‌شود، خونریزی‌ها، رشد غیرطبیعی استخوان و شکستگی آسان مویرگ‌ها (رگ‌های خونی میکروسکوپی) کمبود ویتامین سی باعث بدفرمی استخوان نیز میشود.



Not stained by H&E, stained by silver

- Abundant in smooth muscle, nerves, spleen, lymph nodes, bone marrow
- Form network around cells of liver, kidney, and endocrine organs

این رشته‌ها حالت ارتجاعی داشته و در جاهایی که تحت تاثیر کشش قرار میگیرند و باید حالت ارجاعی داشته باشند یافت می‌شوند.

به عنوان مثال در دیواره شریان‌هایی مثل انورت که باید دیواره‌شان مرتب تنگ و گشاد شود مقدار فراوانی رشته الاستیک وجود دارد.

این رشته‌ها هم مانند رشته‌های **reticular** باید با رنگ آمیزی اختصاصی **verhoeff و gieson** رنگ شوند تا دیده شوند در اثر این رنگ آمیزی رشته‌ها به رنگ تیره در می‌آیند.

• اگر میزان رشته‌های **elastic** در یک محل زیاد باشد (مانند دیواره انورت) دیگر نیازی به رنگ آمیزی اختصاصی نیست و میشود آنها را با رنگ آمیزی معمولی رنگ کرد. این رشته‌ها در اثر این رنگ آمیزی به رنگ صورتی در می‌آیند.

رشته‌های الاستیک علاوه بر پروتئین الاستین ( **elastin** )، فیبریلین (**fibrillin**) هم باید داشته باشند. یعنی این

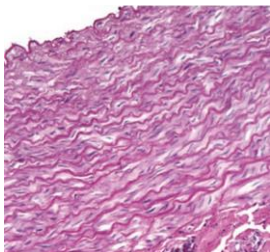
رشته‌ها از 2 بخش تشکیل شده اند که اگر هرکدام از این‌ها نقص داشته باشد ساختارهای دارای رشته الاستیک دحا، مشکا، مشه‌ند.

سندروم مارفان ( **marfan syndrome** ):

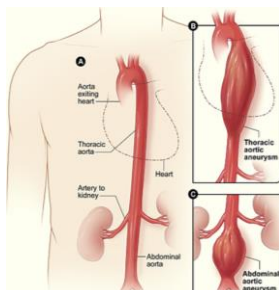
در این بیماری ژن‌های مربوط به ساخت فیبریلین معیوب‌اند و در نتیجه رشته‌های الاستیک تولید نمی‌شوند. این بیماری باعث **aortic aneurysm** میشود یعنی ضربات حاصل از فشار خون باعث ایجاد فرورفتگی در دیواره انورت میشود و در نتیجه دیواره انورت نازک میشود که در نهایت پاره میشود و از بین میرود. بسیاری از ورزشکاران در اثر این بیماری فوت میکنند.

• این بیماری ارثی و دارای علائم مشخص است.  
 در عروق مغزی هم این اتفاق ممکنه بیفته

H&E Stain



Verhoeff-van Gieson stain



# Ground Substance/Extracellular Matrix(ECM)

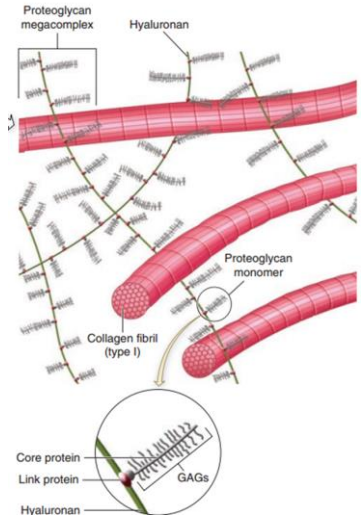
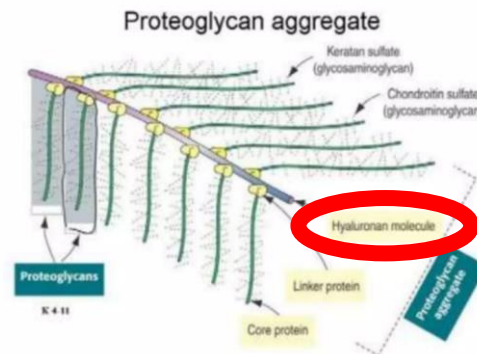
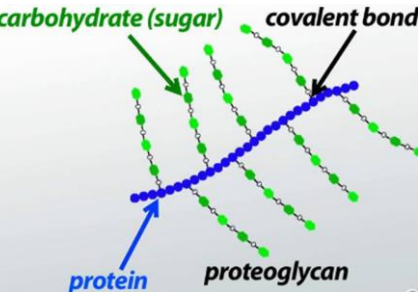
- ❖ Filling the space between cells and fibers
- ❖ Diffusion of small molecules
- ❖ **lubricant and barrier to the penetration(Viscous)**

یه سری از باکتری ها میتونن با آنزیم هیالورونیک اسید هیالورنان رو تجزیه کنن و بعد میتونه در بدن نفوذ کنه

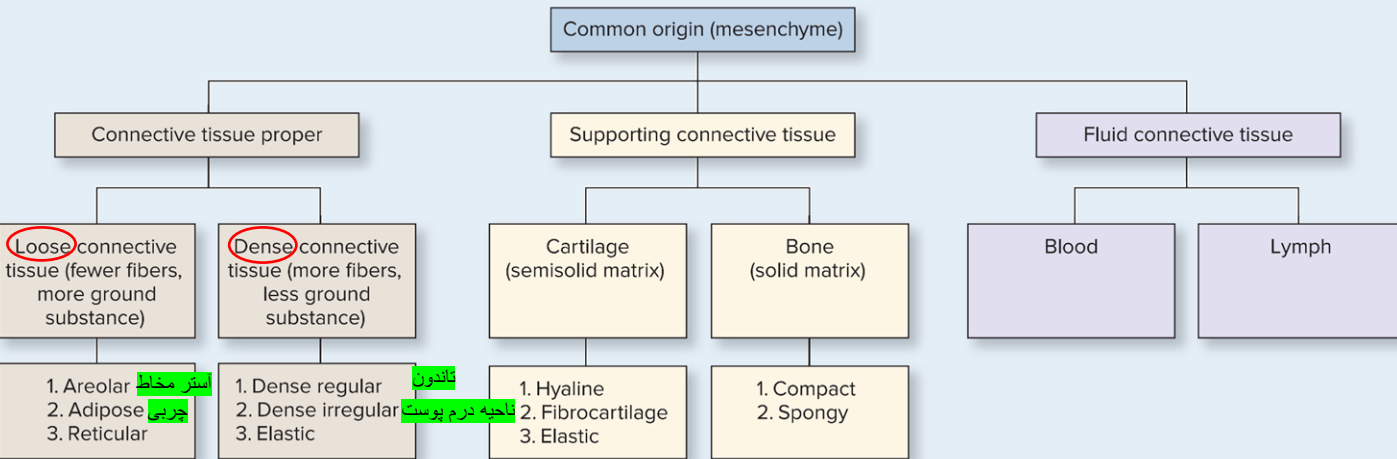
1) **Tissue fluid** : Plasma from capillaries and venules enter the connective tissue spaces as extracellular fluid, which percolates through the ground substance.

## 2) Macromolecules:

- ❑ Glycosaminoglycans(GAGs):(نوعی کریو هیدرات)
- Hyaluronan(Hyaluronic acid)(باعث چسبندگی)
- Hyaluronidase ( آنزیم تجزیه کننده بالایی )
- ❑ Proteoglycans: در مرکز خود دارای پروتئینی هستند که به گلیکوزآمینوگلیکان ها میچسبند و به هایپورونان متصل می شوند. در نهایت مجمع های بزرگی ایجاد میکنند که باعث اتصال رشته های کلاژن بهم می شود.
- ❑ Glycoproteins: Adhesion of cells to their substrate( چسبیدن سلول ها به بستر خود )



# Connective Tissue Classification



**(a) AREOLAR CONNECTIVE TISSUE**

**Structure:** Abundant, viscous ground substance; few collagen and elastic fibers; scattered fibroblasts, many blood vessels.

**Function:** Protects tissues and organs; both skin and some internal organs.

**Location:** Primary layer of the dermis; elastic subcutaneous layer (deep to skin); serosa; mesothelium; some connective cells, and blood vessels.

**(b) ADIPOSE CONNECTIVE TISSUE**

**Structure:** Closely packed adipocytes; nuclei pushed to edge of cells by lipid droplets; contains some fibroblasts.

**Function:** Stores lipids; cushions and protects.

**Location:** Subcutaneous layer; intermuscular and around some vessels.

**(c) RETICULAR CONNECTIVE TISSUE**

**Structure:** Viscous ground substance; network of elastic fibers, reticular fibers, and some fibroblasts.

**Function:** Provides structural (supportive) framework to lymphoid organs.

**Location:** Spleen; lymph nodes; and red bone marrow.

طحال غدد لنفاوی مغز استخوان

**(d) DENSE REGULAR CONNECTIVE TISSUE**

**Structure:** Densely packed, parallel arrays of collagen fibers; fibroblasts separated between layers of fibers; some ground substance; limited blood supply.

**Function:** Anchors bone to bone; ligaments; as well as tendons to bone; tendons; teeth; stress applied to bone.

**Location:** Connective tissue in bones; ligaments; tendons; teeth; stress applied to bone.

**(e) DENSE IRREGULAR CONNECTIVE TISSUE**

**Structure:** Collagen fibers randomly arranged and clumped together; fibroblasts in spaces among fibers; more ground substance than in dense regular.

**Function:** Anchors bone to bone; ligaments; as well as tendons to bone; tendons; teeth; stress applied to bone.

**Location:** Connective tissue in bones; ligaments; tendons; teeth; stress applied to bone.

**(f) ELASTIC CONNECTIVE TISSUE**

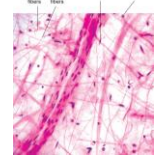
**Structure:** Predominantly composed of elastic fibers; fibroblasts occupy some spaces between fibers.

**Function:** Provides elasticity and recoil.

**Location:** Walls of elastic arteries; such as the aorta; trachea; vocal cords.

بافت همبند در آستر پوست یک سری برآمدگی هایی را به داخل اپیتلیوم ایجاد میکنه که به این برآمدگی ها درمال پاپیلا میگویند. (برای ایجاد لغزش)

## Dermal papilla



# Adipose tissue

**Yellow adipose tissue (سفید) (سلول های نگین انگشتری)** زایلول با شست شوی چربی در حفره میانی باعث

□ Uniocular (برای ذخیره چربی فقط یک حفره بزرگ دارن) همیشه مرکز سلول ها سفید دیده بشه

□ Lipid storage and mobilization from adipocyte (تری گلیسیرید)

**Brown adipose tissue (ناحیه گردن و پشت نوزاد و حیواناتی که خواب زمستانی دارند)**

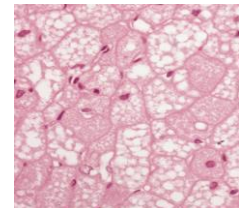
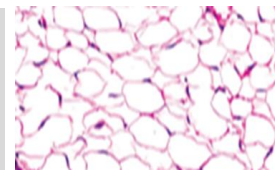
□ Abundant mitochondria

□ Multilocular (تعداد حفرات چربی اون بسیار زیاده)

□ Highly vascular (مقدار زیادی رگ خونی داره)

□ Heat production

□ Thermogenesis (موجود در غشای میتوکندی و دخالت میکند در متابولیسم اسید های چرب برای تولید گرما)

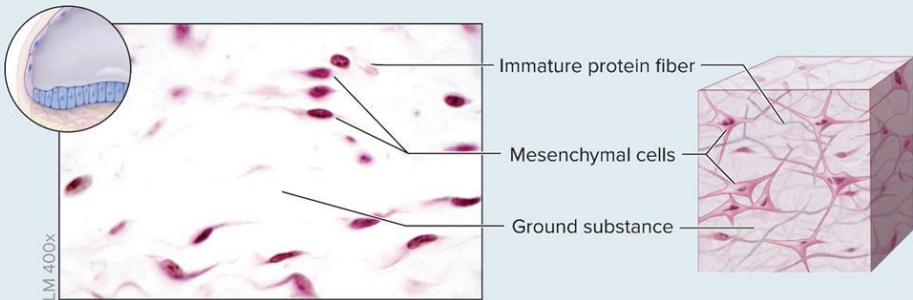


رنگ قهوه ای آن به دلیل رنگدانه های درون میتوکندری است. (سیتوکروم)

	General Organization	Major Functions	Examples
<b>Connective Tissue Proper</b>			
Loose (areolar) connective tissue	Much ground substance; many cells and little collagen, randomly distributed	Supports microvasculature, nerves, and immune defense cells	Lamina propria beneath epithelial lining of digestive tract
Dense irregular connective tissue	Little ground substance; few cells (mostly fibroblasts); much collagen in randomly arranged fibers	Protects and supports organs; resists tearing	Dermis of skin, organ capsules, submucosa layer of digestive tract
Dense regular connective tissue	Almost completely filled with parallel bundles of collagen; few fibroblasts, aligned with collagen	Provide strong connections within musculoskeletal system; strong resistance to force	Ligaments, tendons, aponeuroses, corneal stroma
<b>Embryonic Connective Tissues</b>			
Mesenchyme	Sparse, undifferentiated cells, uniformly distributed in matrix with sparse collagen fibers	Contains stem/progenitor cells for all adult connective tissue cells	Mesodermal layer of early embryo
Muroid (mucous) connective tissue	Random fibroblasts and collagen fibers in viscous matrix	Supports and cushions large blood vessels	Matrix of the fetal umbilical cord
<b>Specialized Connective Tissues</b>			
Reticular connective tissue (see Chapter 14)	Delicate network of reticulin/collagen III with attached fibroblasts (reticular cells)	Supports blood-forming cells, many secretory cells, and lymphocytes in most lymphoid organs	Bone marrow, liver, pancreas, adrenal glands, all lymphoid organs except the thymus
Adipose Tissue			
Cartilage			
Bone			
Blood			

# Embryonic Connective Tissue

## (a) MESENCHYME



### Structure

Mesenchymal cells are stellate or spindle-shaped; ground substance is a viscous fluid with some immature protein fibers

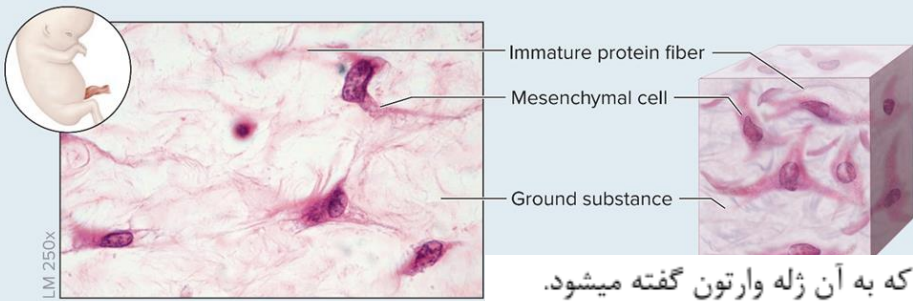
### Function

Common origin for all other connective tissue types

### Location

Throughout the body of the embryo and fetus

## (b) MUCOUS CONNECTIVE TISSUE



### Structure

Mesenchymal cells scattered within a viscous ground substance; immature protein fibers are more abundant here than in mesenchyme

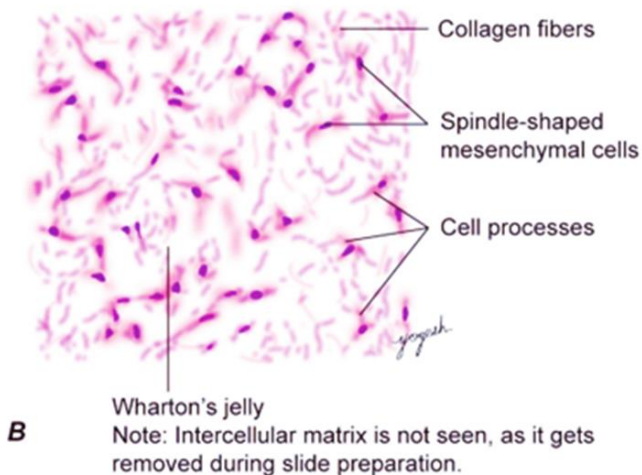
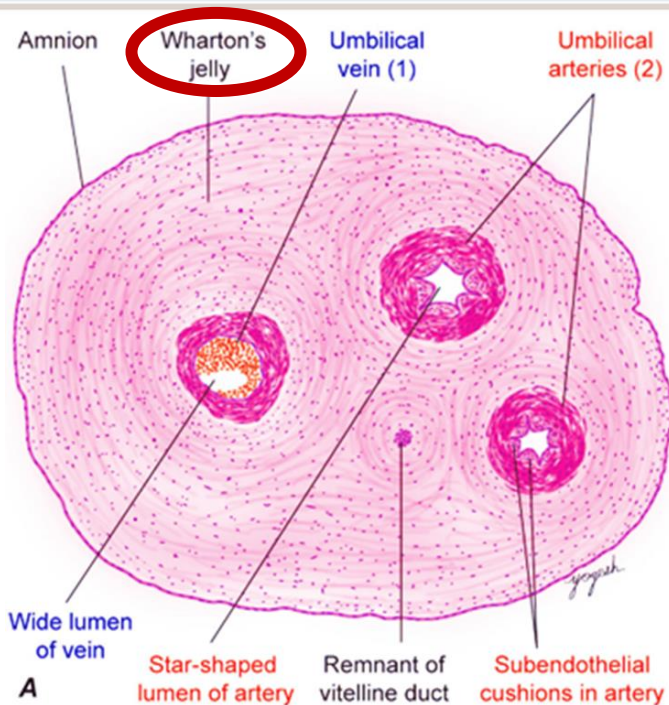
### Function

Support of structures in umbilical cord

### Location

Umbilical cord of fetus

Mucous: در بین عروق بند ناف وجود دارد که به آن ژله وارتون گفته میشود.



# Contractile Cells

## Muscle: General Features

- \* Skeletal Muscle
- \* Cardiac Muscle
- \* Smooth Muscle
- ^ Myofibroblats (Wound contraction)
- ^ Pericytes
- ^ Myoepithelial cells (Exocrine glands)

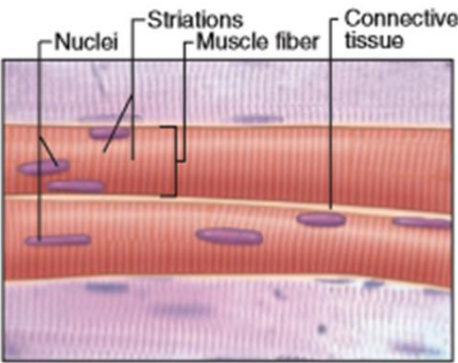
- Functions: movement, constriction and dilation of various visceral organs, contraction of heart
- Muscle cells contain contractile protein filaments mainly made of actin and myosin
- Most muscle is mesodermal in origin **منشا جنینی**

## Muscle Cell Terms and Features

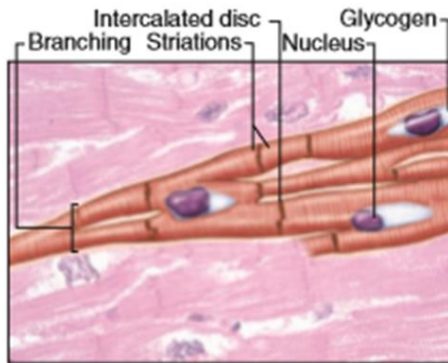
- Cytoplasm = sarcoplasm
- Smooth endoplasmic reticulum = sarcoplasmic reticulum
- Plasma membrane = sarcolemma
- Muscle cells have **basal lamina** and **reticular fiber network**

## 3 Main Types of Muscle

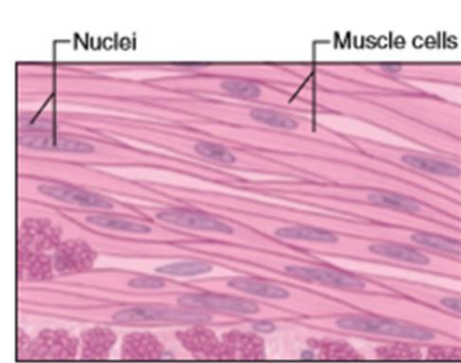
- ☐ **Skeletal (striated):** long, cylindrical (استوانه ای) multinucleated cells with cross-striations (مخطط) in register; peripheral nuclei, quick & forceful (سریع و قوی) contraction; voluntary control
- ☐ **Cardiac:** cross-striations not in register, nucleus central, elongated and branched (منشعب) cells joined by intercalated disks (صفحات بینابینی); involuntary, rhythmic and forceful
- ☐ **Smooth (visceral):** fusiform (دوکی) cells, central nucleus, no striations, slow contraction, involuntary



(a) Skeletal muscle



(b) Cardiac muscle



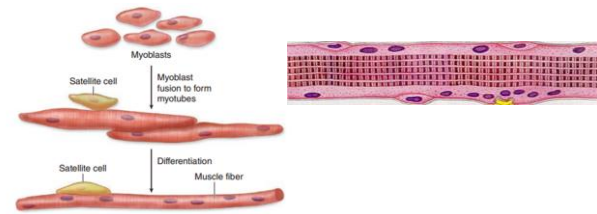
(c) Smooth muscle

## Development of skeletal muscle

☐ Myoblast (جنینی) fusion → Myotube → حاصل ادغام مایوتیوب = Muscle fiber

- **multinucleated**
- cross-striations (خطوط مخطط عرضی)
- peripheral nuclei
- Skeletal
- Many mitochondria

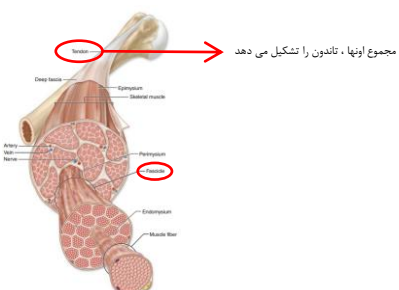
➤ اندازه آنها تا ۳۰ سانت هم می رسد



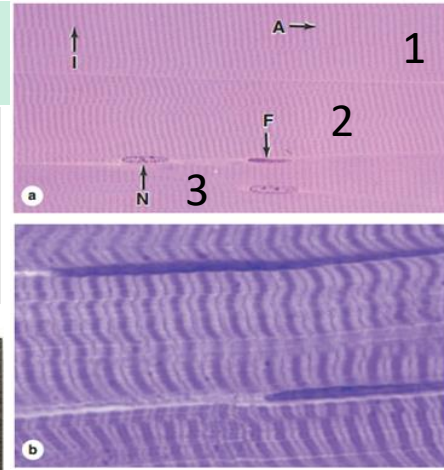
بعضی از سلول های مایوبلاست به سلول های عضلانی تبدیل نمیشوند بلکه به صورت سلول های مزانشیمی در اطراف سلول های عضلانی باقی می ماند و با تمایز خود سلول های satellite را ایجاد می کنند. این سلول های خاصیت مزانشیمی دارند و در صورت آسیب به ماهیچه سلول های عضلانی را ایجاد می کنند.

## Organization of skeletal muscle

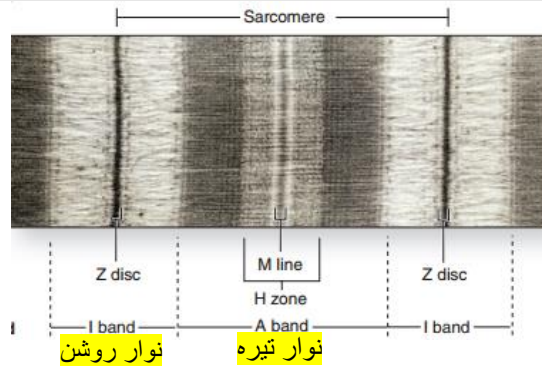
- ⊗ **Epimysium:** thicker (ضخیم تر) layer surrounding all fascicles often with vessels (یر از رگ خونی), **dense irregular connective tissue**, **elastic fibers**
- ⊗ **Perimysium:** thin (نازک) layer derived from epimysium surrounding group of muscle cells forming fascicle = دسته تار
- ⊗ **Endomysium:** each muscle cell surrounded by basal lamina and **reticular fibers**



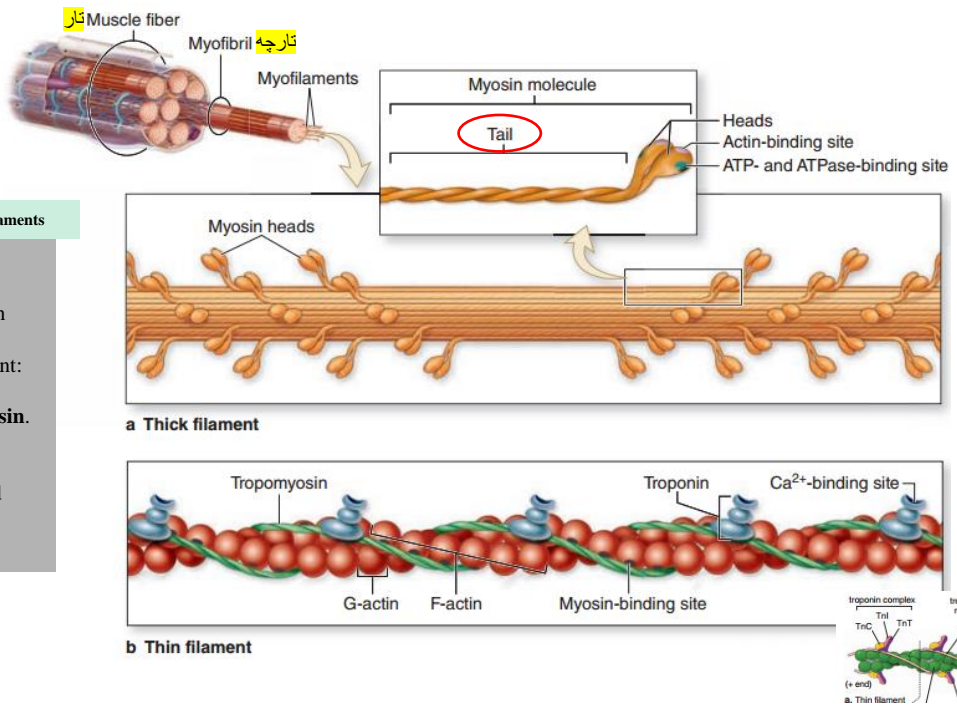
# Organization Within Muscle Fibers



- **A band** :Dark band
- **I band** : Light band /Bisected by Z disk
- **Sarcomere units** : From Z line to Z line, about 2.5  $\mu\text{m}$ ;



Muscle fiber; myofibrilla تشکیل می شود و myofibrilla خودش از myoflament تشکیل شده است. myoflament نیز از تعدادی سارکومر تشکیل شده است.



## Molecules composing thin and thick filaments

- Myofilaments**, which include both thick and thin filaments
- (a) A thick myofilament: contains 200-500 molecules of **myosin**.
  - (b) A thin filament : contains **F-actin, tropomyosin, and troponin**.

## Skeletal Muscle: Thick filaments

- ✦ Myosin molecules
- ✦ **Two pairs of light chains**
- ✦ Two heavy chains
- ✦ ATP and ATPase (head)
- ✦ Cross bridge with actin

## Thin filaments

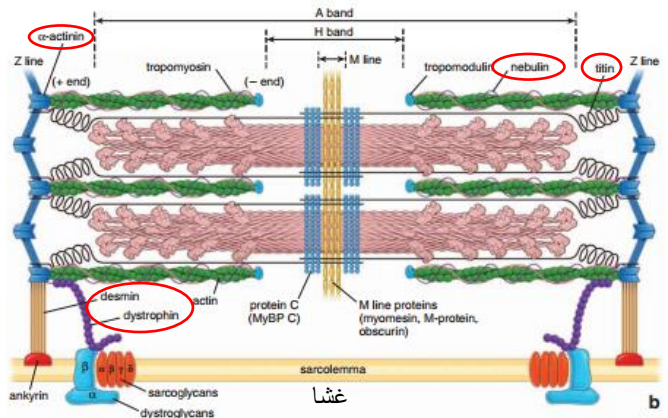
- 1) **A polymer of G-actin** ( 1  $\mu\text{m}$  long and 8 nm in diameter)= F-actin
- 2) **Tropomyosin** : Mask the active sites of actin
- 3) **Troponin** has 3 globular subunits :
  - a) **TnC** : Great affinity for calcium
  - b) **TnT** :Binds to tropomyosin
  - c) **TnI** :Binds to actin, preventing the interaction of it with myosin.

# Electron micrograph of skeletal muscle and corresponding molecular structure of a sarcomere

متصل کننده فیلامنت ضخیم به خط زد

عوامل متصل کننده اکتین به خط زد

- **Titin (elastic)** (Thick filament)
  - **$\alpha$ -actinin** (Thin filament)
  - **Nebulin** (Thin filament)
- **Desmin and vimentin** (Thin filament)
- **Dystrophin** (Thin filament)



\* Four titin molecules anchor a thick filament to Z disks in two sides

\*  $\alpha$ -actinin a component of Z disk

\* Intermediate filaments (Desmin and vimentin) secure the periphery of the Z-disk of neighboring myofibrils to each other

\* Dystrophin and other proteins bind myofibril to sarcolemma

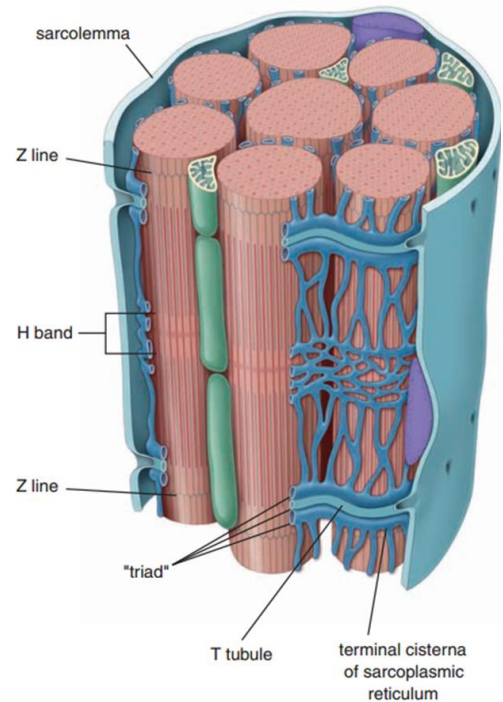
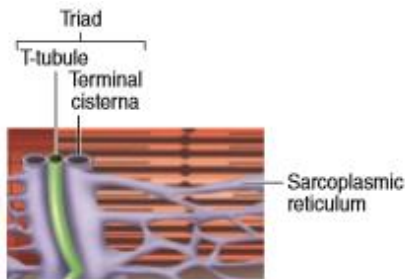
## Sarcoplasmic Reticulum & Transverse Tubule System

\*  $Ca^{2+}$

\* sarcoplasmic reticulum

\* T-tubules :

- Tubular invaginations of cell membrane that intertwine among myofibrils
- lie at the junction of A-band and I-band
- **Triad:** Two sarcoplasmic reticulum & one T-tubules
- **Terminal cisternae** = انتهای لوله مانند شبکه ساکوپلاسمی



# Mechanism of Contraction

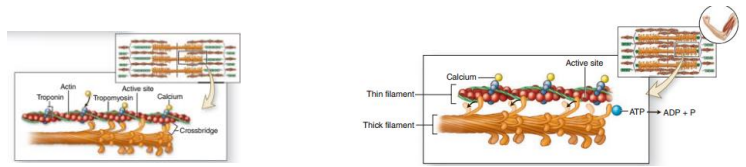
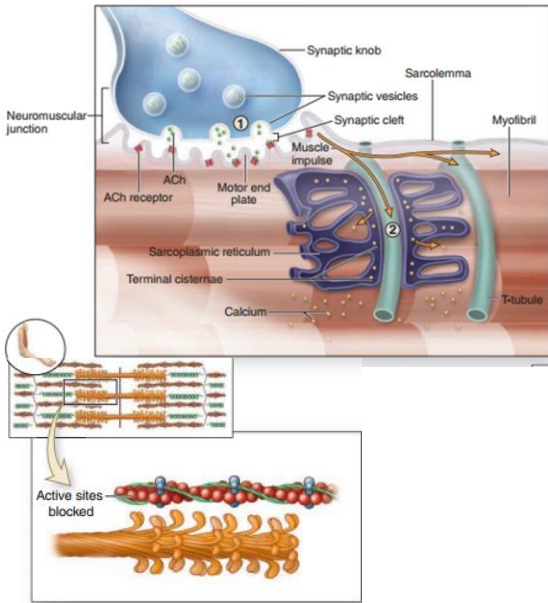
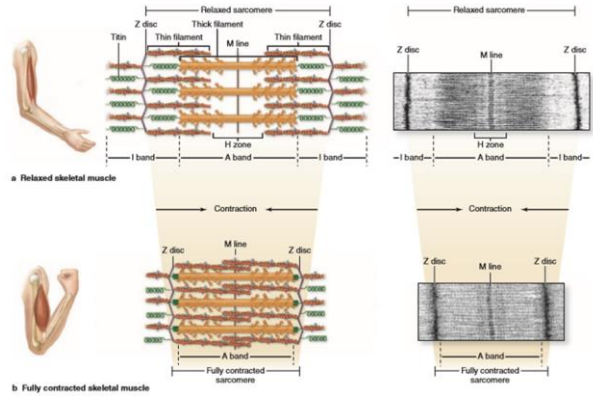
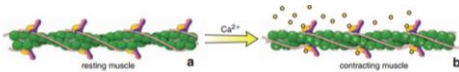


FIGURE 10-12 Sliding filaments and sarcomere shortening in contraction.

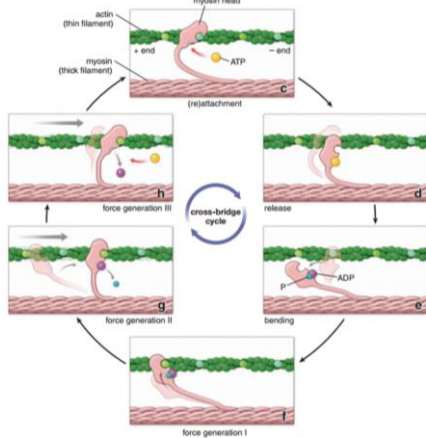


- Calcium ions bind to troponin. Troponin changes shape, moving tropomyosin on the actin to expose active sites on actin molecules of thin filaments. Myosin heads of thick filaments attach to exposed active sites to form **crossbridges**



## 3 Types of Skeletal Muscle Fibers = بر اساس عملکرد

- ☐ **Red fibers:** High myoglobin, many mitochondria (cytochrome oxidase), slow contraction, oxidative metabolism, mammal limbs, migrating bird flight muscle, low glycogen
- ☐ **White fibers:** low myoglobin, fewer mitochondria, breast muscle of chicken and turkey, rapid contraction, low endurance, anaerobic, high glycogen
- ☐ **Intermediate fibers:** properties are between extremes of red and white



## Muscle spindle

☉ **sensing stretch and tension** به مغز اطلاع میدهد تا از کشیدگی بیش از حد جلوگیری بشه

☉ **Capsule of collagenous:** Continuous with perimysium

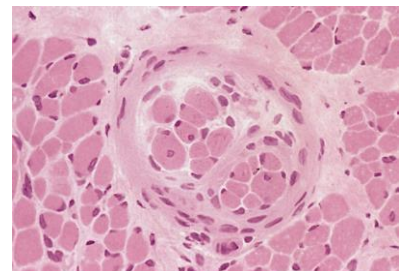
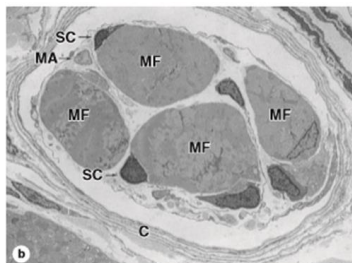
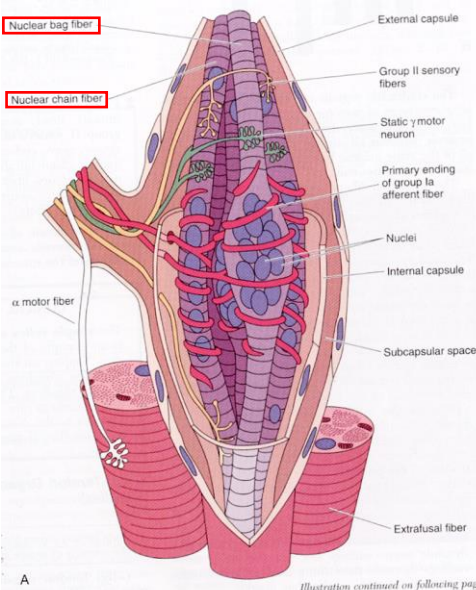
☉ **Intrafusal fibers (8-15) :**

Two type of intrafusal fibers: **nuclear chain fibers** and **nuclear bag fibers**

☉ **Nerve fibers:**

Innervate intrafusal fibers

(Special afferent (sensory) and special efferent (motor) )



A

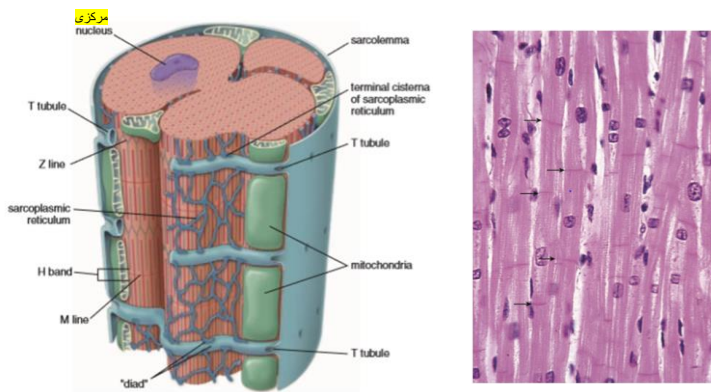
Illustration continued on following page

# Cardiac Muscle

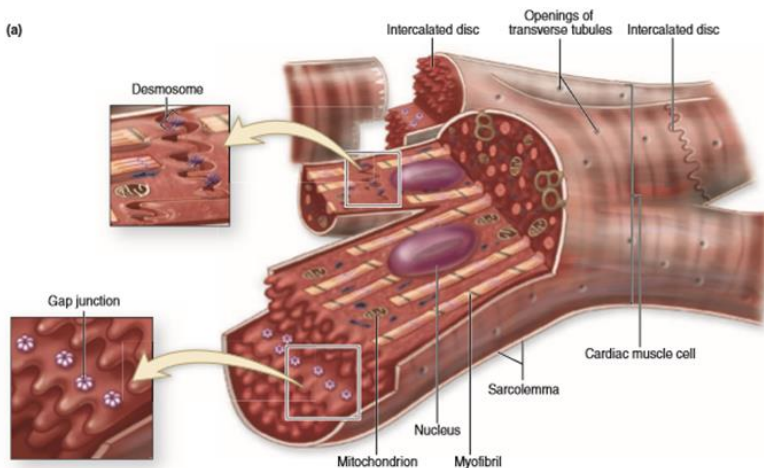
- **Intercalated disks:**(صفحات بینابینی)  
Desmosomes and fascia adherens & gap junctions
- **primary calcium source for contraction:**  
Extracellular matrix (برخلاف اسکلتی که سارکوپلاستی بود)
- **Sarcoplasmic reticulum**  
Does not form terminal cisternae and extensive networks
- **Diad:** SR and T-tubules in vicinity to Z line

میزان اندومایزوم قرار گرفته اطراف سلول های ماهیچه ای قلبی نسبت به ماهیچه اسکلتی بیشتر بوده و خون رسانی بیشتری انجام می دهد.  
در ماهیچه اسکلتی تریاد در مرز نوار A و I قرار میگیره اما در ماهیچه قلبی در نزدیکی Z دیسک قرار میگیره.

در زمان جنینی مایوبلاست ها بجای اینکه با هم ادغام شوند ، تمایز پیدا کرده و به انشعابات هم متصل می شوند. این سلول ها در صورت آسیب، ترمیم نمی شوند و بافت همبند جایگزین آن میشه



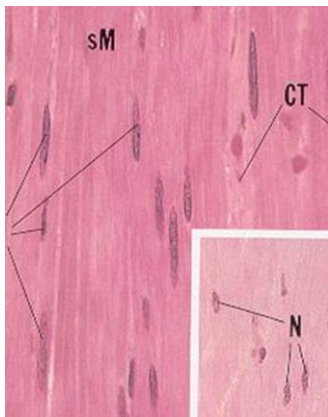
- ❑ Ca ions of extra cellular matrix enter the cells through T-tubule and calcium-sodium channels
- ❑ **Has more mitochondria (50% of volume), lipid droplets, abundant myoglobin**



# Smooth Muscle

- Involuntary
- Fusiform, 30-200 mm long
- 1 central nucleus
- **No striations**
- Surrounded by an external lamina
- Thin filaments are composed of actin with tropomyosin (but **no troponin**)
- Ca ions bind to **Calmodulin** (یک بخشی)
- Thick filaments are composed of myosin

- اندومایزوم کمی دارند
- ترمیم به وسیله خودشون انجام میشه (میتوز)
- بجای Z دیسک ، دنس بادی وجود داره که محل اتصال اکتین هاست.



- Many gap junctions
- **Vimentin and desmin**
- Thin filaments(actin) insert into **dense bodies**
- **Caveolae** (Sarcolemmal vesicles) act as T-tubules (No T-tubule system)
- Smooth muscle synthesize Collagen III, GAGs, Proteoglycans

## Myofibroblats (در محل زخم فعالیت می کنند)

- ❖ Myofibroblats are important in responses to injury
- ❖ Secrete collagen, but have contractile activity similar to smooth muscle

## Pericytes

- \* Pericytes may act as mesenchymal stem cells
- \* They are spindle shape (دوکی) and locate around small vessels and surround external lamina
  - \* Contain actin and myosin
- \* Following injury they proliferate and differentiate to myofibroblats and other mesenchymal cells

## Myoepithelial cells

- ⊙ Myoepithelial cells are located in exocrine glands