

# PHYSIOLOGY



Lec: 3

Done by: Israa Al Khasawneh

# Physiology Lecture 3

# The cell membrane

Dr. Waleed R. Ezzat

# Lecture Objectives

- Review the fluid mosaic model of cell membrane structure and describe the organization of the phospholipid bilayer and associated proteins in a biologic membrane.
- Understand the physiological importance of the cell membrane selective permeability.
- Recognize the integral and peripheral cell membrane proteins and understand their physiological function.
- Identify various forms membrane channels, gates and their selective permeability.
- Differentiate between membrane protein carriers and channels (voltage-gated, ligand-gated, and mechanical channels).
- Distinguish between symport and antiport.

# The cell membrane

من طبقتين

Thickness

- 1 ■ Is a lipid bilayer structure of about 7.5-10 nm thick composed of proteins and lipids (approximately 55% proteins, 25% phospholipids, 13% cholesterol, 4% other lipids, and 3% carbohydrates). *التركيب* *as mass* وليسا عدد تقريبا
- 2 ■ Each layer is only one molecule thick that is continuous over the entire cell surface. Scattered in this lipid film are large globular proteins.
- 3 ■ One end of each phospholipid molecule is hydrophilic and soluble in water. The other end is hydrophobic and soluble only in fats.
- 4 ■ The phosphate end of the phospholipid is hydrophilic, and the fatty acid portion is hydrophobic.
- 5 ■ The lipid bilayer is not a rigid structure but is fluid in nature. The fluidity of the lipid bilayer enables many membrane proteins to move within the membrane. *- هذا يعني ان جبال الجليد (البروتينية) ليست ثابتة في مكانها { تتحرك }.*

## Notes :

**Point no. 1** : \*under the electron microscope:

جزيء غلاف : Protein , جزيء صغير : phospholipid  
شكل الـ cell membrane تحت الميكروسكوب الإلكتروني : مثل المحيط  
الذي تطوف عليه قطع بلديّة (Ice berg) جديليّ يطوف على الماء

← جبر الجليد : جزيء البروتين ← المحيط : سطح الـ phospholipid

\* كعدد الخلايا : الـ phospholipid الـ Protein كنسبة 50 إلى 1  
لكن كتلة "وزنه" البروتين أكثر.

\* الـ Cholesterol محبورة بين الـ bilayer  
C+H+O  
يجب أن تكون نسبة الهيدروجين بالأكسجين كنسبتهم بالماء :- \* Carbohydrate

**Point no. 2** : سطح بحر : طبقة واحدة من phospholipids  
يطوف عليه جزيئات بروتين "صبيحة"

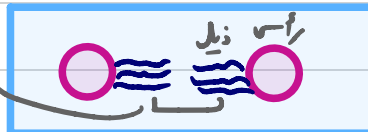
**Point no. 3+4** : phospholipid is polar → جزيئة قطبية إلها راسين

- the phosphate in the phospholipid is hydrophilic محب للماء

- the fatty acid in the phospholipid is hydrophobic كاره للماء

له يذوب في الدهون

مستحيل أن يقبل الذيل جزيء ماء



الرأس بعوادة الماء

نستنتج أن cell membrane لا يسمح بعبور الماء : Point no. 3+4  
إفلاقاً حتى لو أن الرأس الخارجي hydrophilic ، لا يستطيع بزيء الماء  
أن يذوب لأن الوسط hydrophobic ، وليس فقط الماء بل يمنح دقول  
أي مادة تذوب بالماء ، يقبل فقط المواد التي تذوب في الدهون .  
← لا يستطيع النفاذ خلاله إلا المواد التي تذوب في الدهون . المواد التي  
تذوب بالماء لا تستطيع العبور ، مثل : الجلوكوز ، urea

- البروتينات غير ثابتة وتتفرك كما أن توزيعها غير متساوي : Point no. 5  
دائمة الحركة في سطح الخلية

# The cell membrane

- 6 ■ The hydrophobic fatty acyl chains form the core of the bilayer, and the polar head groups are exposed on the surface.
- 7 ■ The lipid layer in the middle of the membrane is **impermeable** to the usual water-soluble substances, such as ions, glucose, and urea.
- 8 ■ *صواد تذوب في الدهون →* Fat-soluble substances, such as oxygen, carbon dioxide, and alcohol, can **penetrate** this lipid layer with ease.
- 9 ■ Cholesterol molecules in the cell membrane controls much of the fluidity of the membrane.
- 10 ■ The cholesterol molecules are tucked in between the phospholipid molecules, where they prevent the fatty acid chains from packing together and crystallizing.

point no. 7: impermeable : not allowing fluids to pass through  
ions, glucose, { urea } : water soluble substances لا يسمح بمرور

في كثير من الهرمونات تذوب بالدهون ، بعضها الهرمونات في جسمنا مبنية من  
ال cholesterol ،

مثلاً : هرمون ال Estrogen الانثوي يمنع من الكوليسترول بالمقابل  
هرمون ال Testosterone يمنع من الكوليسترول  
مما يعني أن هذه الهرمونات أمثلها دهني - تخترق الخلية بسهولة وتدخل  
لداخل

أمثلة أخرى : جزيئات ال progesterone وجزيئات ال aldosterone  
هرمونات دهنية تستطيع اختراق ال cell membrane

في في حين هرمونات أخرى مثل الأنسولين - يذوب في الماء لا يخترق الخلية

point no 9 + 10 :

الذيول ال بالوسط ممكن تتحد مع بعض بالتالي ال

cell membrane في سيوي buck التقليل من ال fluidity

ال cholesterol شغلته انه يمنع اتحاد الذيول مع بعض ، وهذا يعني اينما يوجد كوليسترول  
ال Fluidity عالية . ما الحكمة من ذلك ؟ أصيانتاً نحتاج تغيير شكل الخلية .



الكريات البيضاء على سبيل المثال تتصنع

point no. 9+10 :

داخل bone marrow ثم يطلقها للدورة الدموية blood vessels  
والبكتيريا موجودة على Tissues (خارج الأوعية الدموية)  
بتطلع الكريات البيضاء من دافد الوعاء الدموي إلى الـ tissue حتى تتهاجم البكتيريا

أجابا للكريات البيضاء الحنجر يوجد بكتيريا ، تتروح على capillaries إلى مذنوبة من  
endothelium cells يكون مثل المنخل ، تطلع مثل الأصيا من الثقب . وتهاجم البكتيريا .  
← ضلعت من جوار الـ vessels لدها إلى خارج الـ vessels لدها فلان الحرة الأصبية .  
← لو كان الـ cell membrane صلبا ما كانت الـ رة تقدر تطلع .

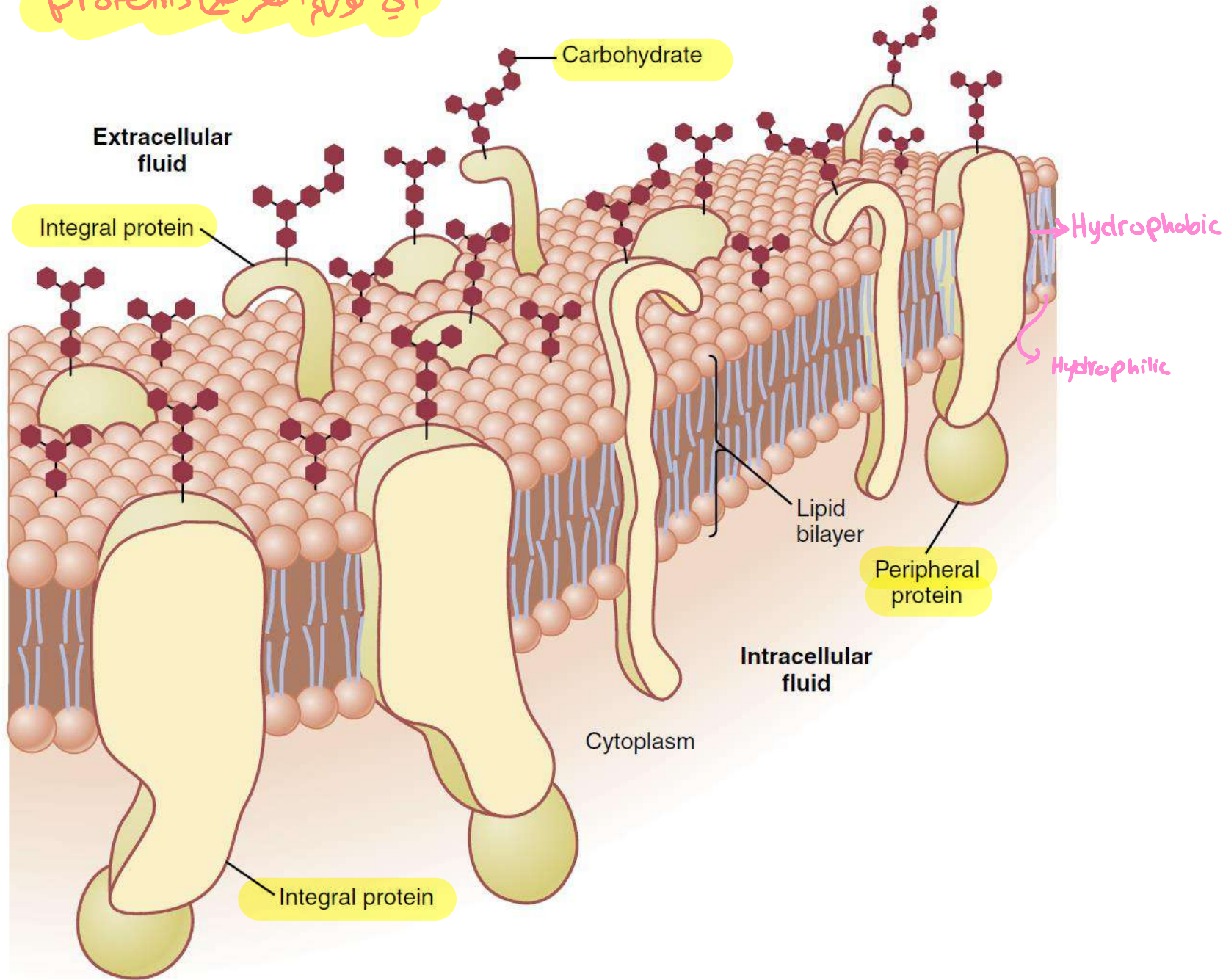
Red blood cells: شكلها قرص ←

وال diameter :  $7.5 - 8 \mu$

وال Capillaries diameter :  $6 - 7 \mu$

شكلون رة تقوت الـ RBC وهي أكبر ، رة تطعب مالحا وتضوت لأنه جدارها صرن

# ای لوزو افر صها Proteins



البروتينات اكي رينا فلقها مبعثرة ، شو وظيفتها .

90% منه داخل ال cell membrane

تابع للبروتين .

# Cell Membrane Proteins

Membrane proteins are classified as integral, lipid-anchored, or peripheral. *علم ملاحظات باليداي بعد*

## A. Transmembrane proteins; are integral proteins

serve as:

بجانه ال cell membrane ما بدنا لكواد اكي بتدوب بالماء كيف تدخل ؟ في قنوات تفتح بشروط وبعضها مفتوح باستمرار

قنوات (قنوات) المواد اكي بتدخل فقط اكي قطرها اقل من قطر القناة تتطلع المرفد

go to slide number 13

1. Channels (when open, they facilitate the movement of water molecules and water-soluble substances only down their **electrochemical gradients**). Ion channels ( $\leq 0.8$  nm in diameter) are for  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , and  $Cl^-$  and each exists in multiple forms]

water soluble

2. Carriers (transport substances that otherwise could not penetrate the lipid bilayer). When bind to ions and other molecules they change their configuration and move the bound molecule or ion (from one side of the cell membrane to the other).

جزئية

يمكن ينقل من extracellular الى intracellular والذكي من extracellular الى intracellular

فضة ، علاقة الكبريت قطر القناة

➤ **Uniport carrier**- a carrier protein that transport only one substance

ينقل 2/3 باتجاه واحد يعني يا ينقل ال 2 من intra الى extra او العكس

➤ **Symport carrier**- a carrier protein that transport more than one substance

➤ **Antiport carrier**- a carrier protein that exchange one substance for another

← اخذت مادة من intra و مادة من extra وقلنا

ال extra دخل على intra ولا intra فلاح لبرا

Membrane proteins are classified as integral, lipid-anchored, or peripheral

1. **Integral**: (جزء من تركيبه) Cell membrane من لا يتجزأ  
- في الغالب يقعد بها جزيئة البروتين المملقة: اى طالعة من الجهتين

جسة extracellular      جسة intracellular

- أحيانًا يعوها Trans membrane

2. **Lipid - anchored**: <sup>مرساة</sup> (زى الباهرة بس تنزل الجنزير) هي برفو integral لكن  
مشان توقف بالعي تنزل ال anchor حتى يخرس في المنطقة الضلعة -

مُثَبَّت

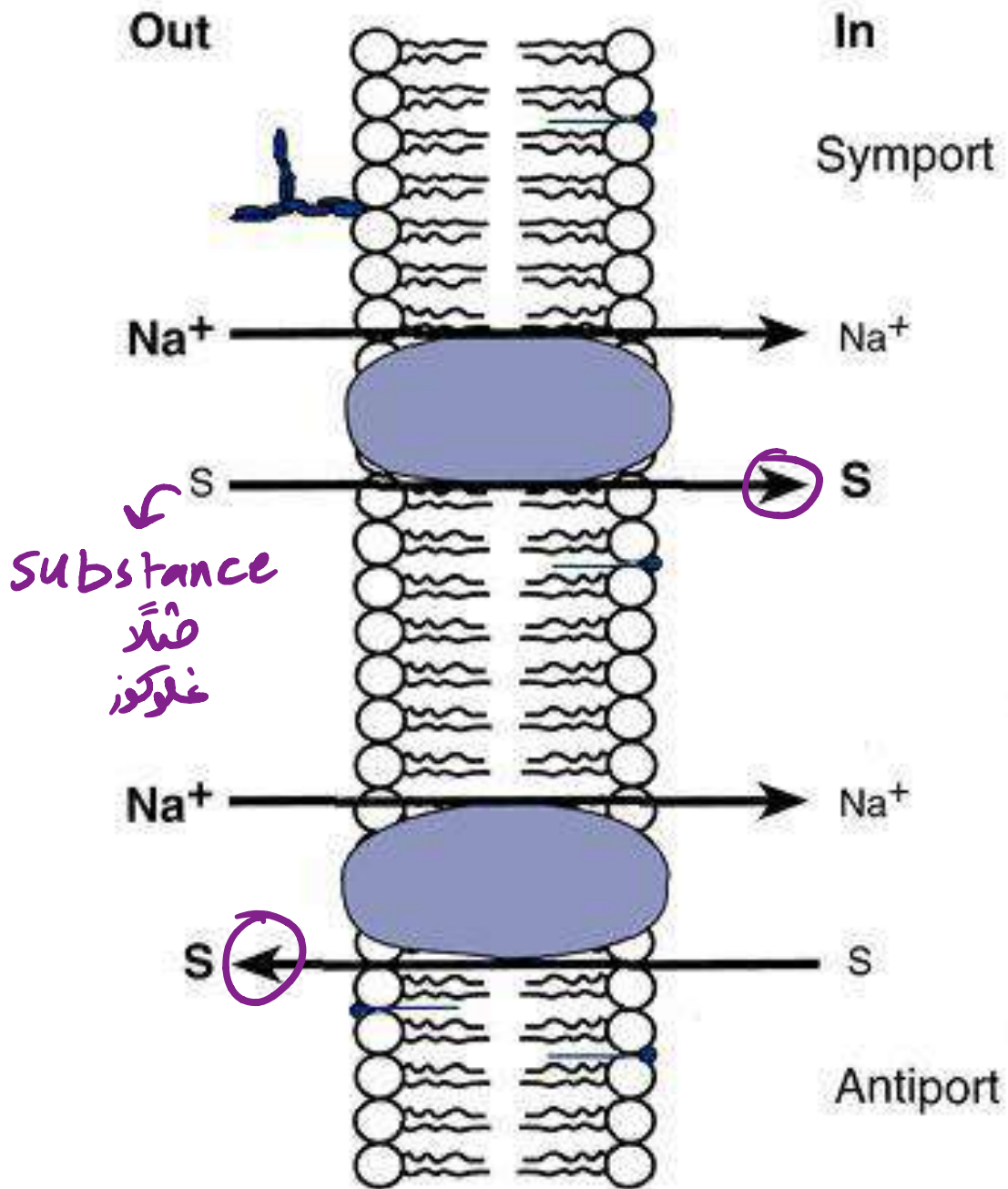
- بعضا جزيئات البروتينات بارزة من الجهتين ، بعضها أفر ومثبته نفسها في ال lipid bilayer لكن بارزة يا اما الى extracellular بس او intracellular بس من زها ال membrane وتطلع الى extracellular أو intracellular

3. **peripheral**: ليس integral ، بروتين باي من برا ولازق نفسه بال Cell membrane

1. channels : مثلاً إذا في قناة لأيون الصوديوم وفتحت الصوديوم  $\text{Na}^+$  يفتوح ويفرغ :  $\text{chemical / electrical gradient}$

electrical: - منطقة موجبة والكهربية الثانية منطقة سالبة فالسالب يجذب الموجب  $\rightarrow$   
 $\Leftarrow$  فإذا دخل بموجب القوتية هذا  $\text{electrical gradient}$   
وإذا دخل بموجب ال  $\text{concentration}$  هذا  $\text{chemical gradient}$

$\Leftarrow$  كل واحد من الأيونات له الحد من القنوات ، ليس هناك قناة واحدة للصوديوم  
 $\Leftarrow$  يمكنه البوتاسيوم يكون له خاصية أو ستة أشكال  $\text{channels}$  كل واحدة تفتح بطريقة  
وهذه القناة ما بتدخل غير البوتاسيوم حتى لو قطر لها يسمح لخبر أيون بالدفول .



# Cell Membrane Proteins (cont.)

مخازن قنوات البروتين

هذا carrier ينقل بروتين P<sub>um</sub>

3. **Pumps**; they are ATP-ase enzymes that transport ions up their **electrochemical gradient** at the expense of consuming **ATP**.

لأنه يشغل عكس ال gradient

4. **Receptors** for water-soluble chemicals (bind neurotransmitters and hormones, initiating physiologic changes inside the cell)

مستقبل

لغة التخاطب بين الخلايا في جسم الانسان  
Chemical message

5. **Cell adhesion molecules (CAMs)**; they attach cells to the basal lamina and to each other (**desmosomes & tight junctions**). The CAMs **integrins** affix the cell membrane to the **cytoskeleton** inside the cell.

The junctions that permit transfer of ions from one cell to another are the **gap junctions**. The protein unit is called **connexons**. Gap junctions do not allow entering of ECF. They allow ions, sugars, amino acids, and other solutes with molecular weight up to about 1000.

### 3. Pumps : Sodium-potassium pump :

يُتريده نضاح Na برا ، وال Na وكوس برا أهداً ، يعني تريده Na يروح عن التركيز الواطن للحالي وهو أيون موجب أهداً ، يعني ال pump تريده تتنقل عكس ال electro chemical gradient.

معناها هنا تحتاج اى طاقة حتى تقدر توي اللية (ATP) ← Adenosine triphosphate

← اذا الكلية استهلك 100 من الطاقة ثم حول استهلاكه ال Sodium-potassium pump ؟  
تستهلك الاكثير من الطاقة [70] →

4. Receptors : اذا كان الصبح هرفون الانولين ، طلع من البكرياس يريده يخبر خلايا الجسم انه خندا الغلوتوز واستجوبه الى داخل الكلية - جاءت الاوامر عند طريق الانولين مما يربط على receptor على سطح الكلية  
لا لا ما يقدر يقوت جوا لانه water soluble ، وتبدأ الكلية تتجيب بلاشارة

5. CAMs & desmosomes : يعطى مجال لل organ اى بده يتمطق  
- ويسمح لل ECF يعدي بين الجدار بين الخلية ← مشا حارة شوية تمان مرادفة الا ان

- tight junction: لا يسمح بمرور اى سائل بين الخليتين

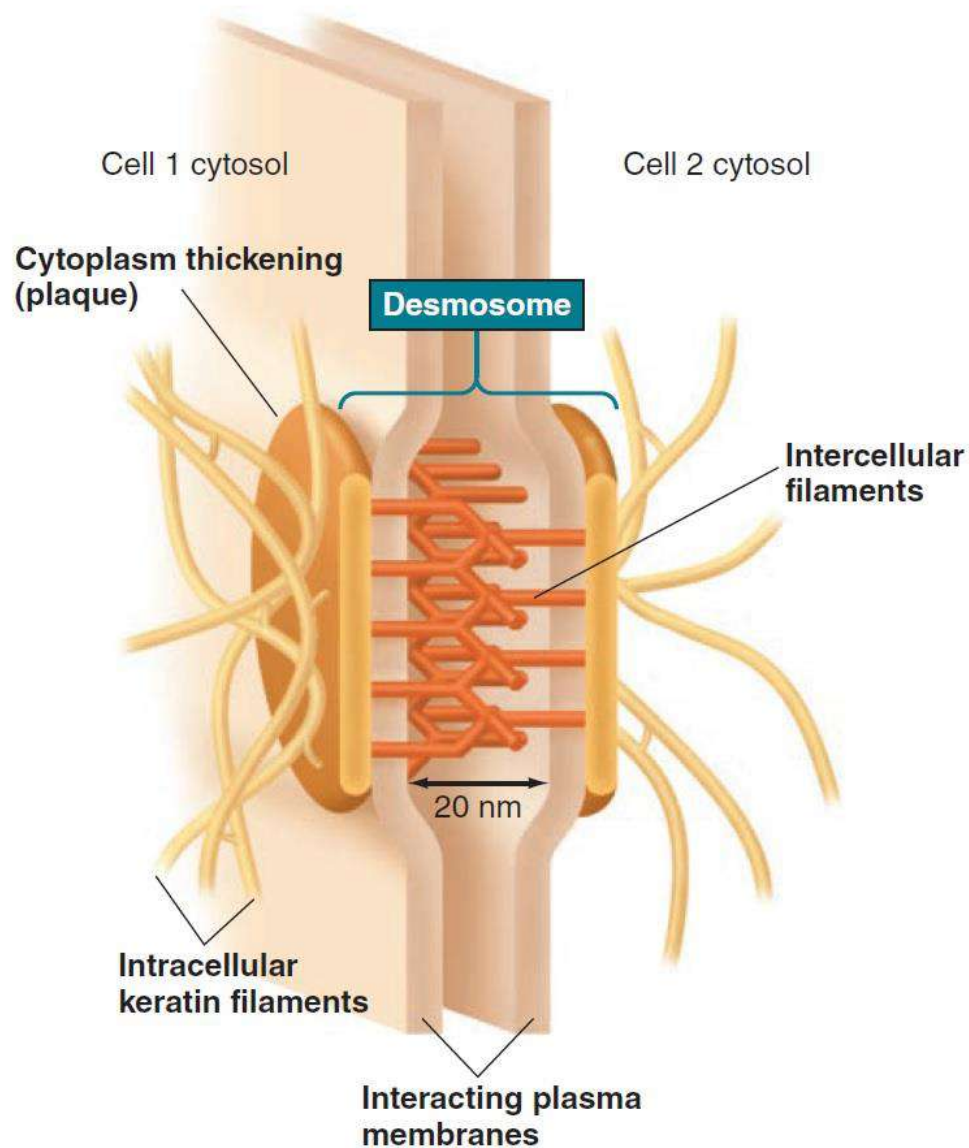
- Gap junctions: اذا بدنا مواد في السيتوبلازم داخل هذه الكلية تستقل

الى مواد في السيتوبلازم الكلية المجاورة ، بروتينين يلتصقونوا واحد فيه قناة والقناتين يتواجهون

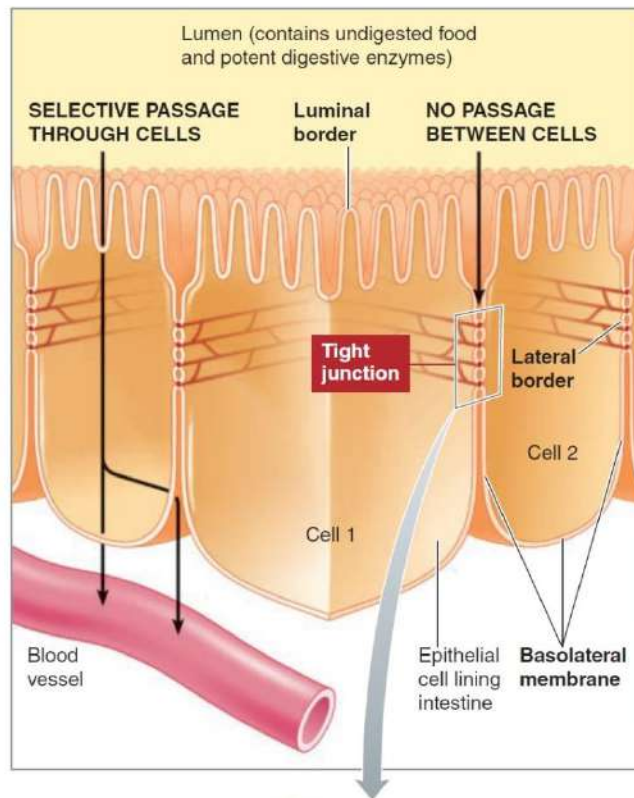


follow:

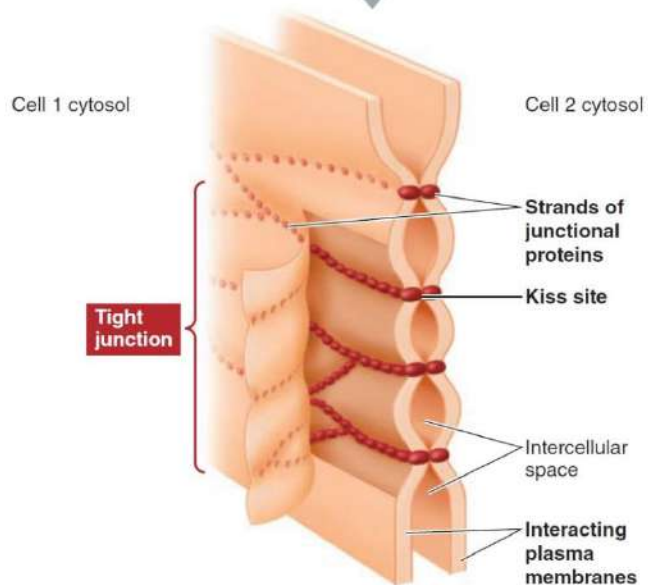
→ حتى يمكن أيون الصوديوم والبوتاسيوم وخبره أن يعدي من ضلية كلية  
لكنه هذا سطح أن يطلق الى extracellular ؟ لا .

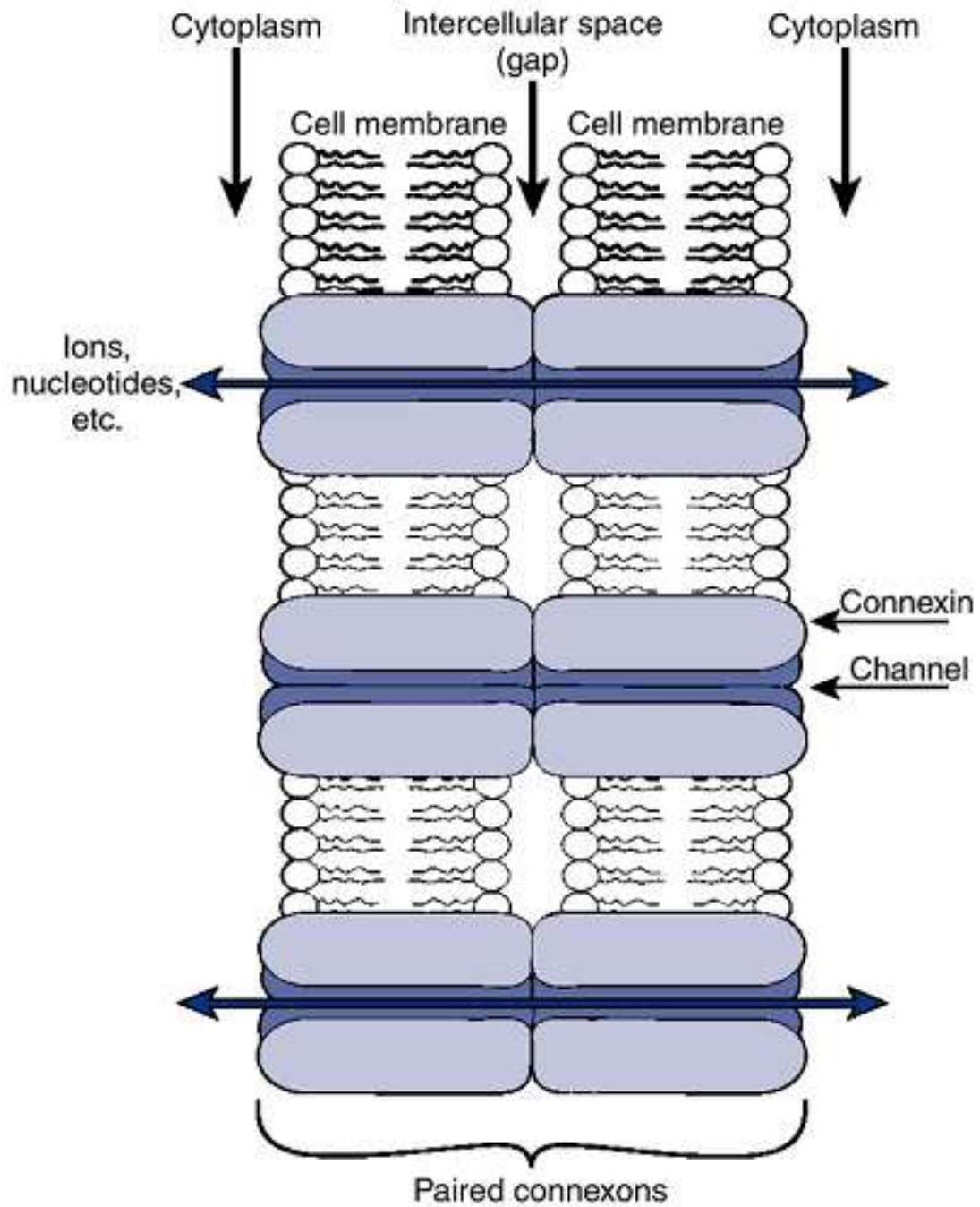


**Desmosome.** Desmosomes are adhering junctions that spot-rivet cells, anchoring them together in tissues subject to considerable stretching.



**Tight junction.** Tight junctions are impermeable junctions that join the lateral edges of epithelial cells near their luminal borders, thus preventing materials from passing between the cells. Only regulated passage of materials can occur through these cells, which form highly selective barriers that separate two compartments of highly different chemical composition.





البروتين يمكنه يتقلد كـ Channel  
ومثل كل ال Channels مفتوحة يمكنه تكون مغلقة وتفتح بشروط

# Cell Membrane Proteins (cont.)

B. Channels are non-gated (continuously open) and gated (ionic channels), gated channels are:

- 1. **Mechanosensitive channels** (involved in sensory processes, These channels open when the membrane of the sensory cell is stretched) Pressure خفيف
- 2. **Voltage-sensitive channels** or voltage-gated (involved in action potential propagation, These channels open in response to a change in membrane potential) إذا ما يتغير الفولتية ما تفتح  
عوضودة بكثرة جداً في جونا
- 3. **Chemosensitive channels** or ligand-gated. The ligand is often external such as neurotransmitters (involved in synaptic transmission) or hormone. The transmitters bind to these channels, causing them to open. Or the ligand can be internal such as intracellular  $Ca^{2+}$ , cAMP, and G protein. ما تفتح الا اذا اجا امر كيمياوي

قنوات مغلقة تفتح بشروط معينة  
حسب الغلظة وللكانه - تغيير مكانه

# Cell Membrane Proteins (cont.)

check the next slide

- C. Lipid-anchored integral proteins are present on only one side of the membrane. They are embedded in one leaflet of the bilayer. They serve primarily as membrane-bound enzymes that activate or inactivate various metabolic processes.
- D. Peripheral proteins. They are bound to the hydrophilic polar heads of the lipids or the integral proteins. They function almost entirely as enzymes and contribute to the external glycocalyx (glycoprotein that covers cell membranes).

ليست جزء من cell membrane  
لازقة من ابراعى ال cell membrane

يا تلتزق بالبروتين  
يا تلتزق بال head phospholipid

## The Glycocalyx:

- Some lipids and many of the proteins exposed on the outer surface of the cell membrane are glycosylated (i.e., have short chains of sugars, called oligosaccharides, attached to them like tiny antennas).
- Thus, the entire outside surface of the cell often has a loose carbohydrate coat. This coat is called the glycocalyx.
- The glycocalyx is negatively charged, which gives most cells an overall negative surface charge that repels other negatively charged objects.
- The glycolipids and glycoproteins may be involved in antibody processing and distinguishing self from non-self (e.g., surface antigens).

يا [8C] دونه سلسلة صغيرة

تجذب الايونات السالبة، تجذب الايونات الموجبة خارج الخلية خاصة الكالسيوم

شركه هذه التفتة باللازم القادم

glycocalyx مليانة كالسيوم في خلايا القلب ال  
في ربحا مثلا القلب يحتاج للكالسيوم في خلايا القلب ال

ظلية تريبه توي vesicle وتظهره للخارج

C. →

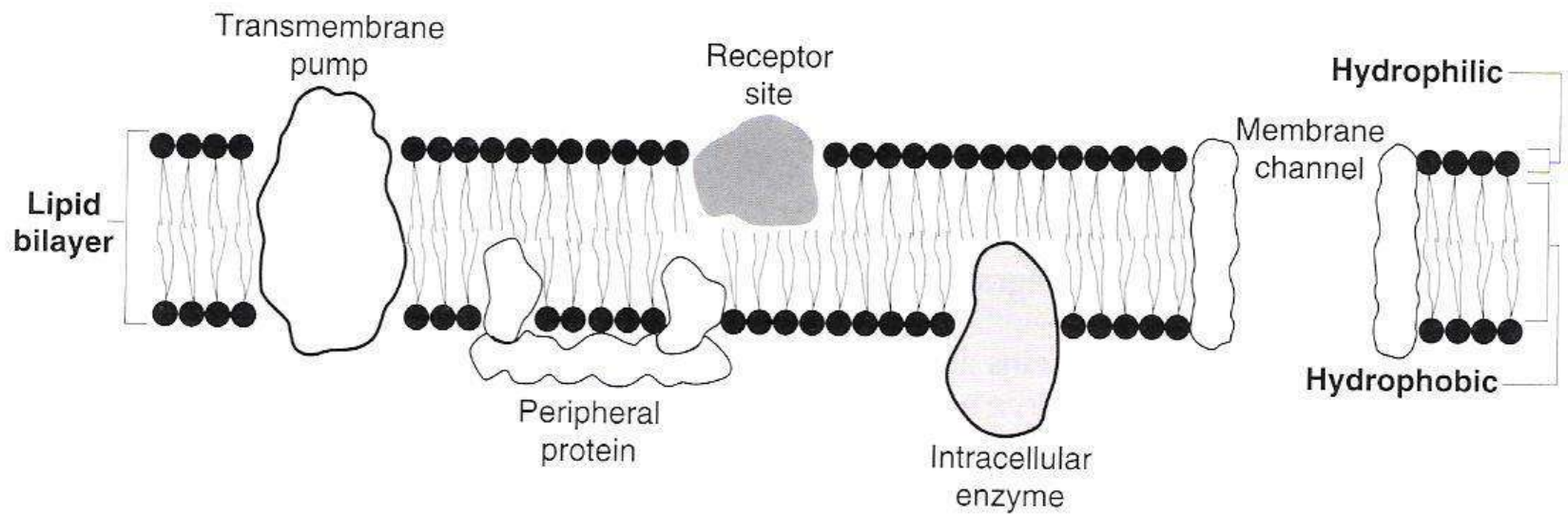
هاي ال vesicle لها محتي باليتوبلازم ترتبط على cell membrane من جهة intra  
ترتبط بروتين من هذا النوع ← اشتغلة كـ receptor ال vesicle كي تصنعها  
من ترتبط بهذا البروتين يقول ال cell membrane افتح افتح في مواد تريبه نطلقها  
بعد ما يرتبط فيها ميره مثل تجويف وانفتح وال vesicle انفجرت وطلعت محتوياتها للخارج

\* داغماً ال vesicle قبل ما تلتوق بال cell membrane ترتبط بـ receptor كي هو  
بروتين من هذا النوع ، كذا كي من الخارج اغلبا يحد كـ enzymes .

---

⇒ خلايا اعنائة توي scan بس توف ظلية غير طبيعيه تما جها  
ونقتلها .

ما يودوا عمليات زراية انهاء ، يتقدموا ارويية تحيق وتوقف خلايا  
اعنائة حة الكيم لا يهاجم الحفوا الجديد .



Some of the functions performed by proteins within the lipid bilayer of cell membranes



# Test Question:

**Q. The term “glycocalyx” refers to what?**

- A. The negatively charged carbohydrate chains that protrude into the cytosol from glycolipids and integral glycoproteins.
- B. The layer of anions aligned on the cytosolic surface of the plasma membrane.
- C. The large glycogen stores found in active skeletal muscles.
- D. The pericellular matrix the body uses to distinguish between its own cells and transplanted tissues.
- E. A mechanism of cell-cell attachment