

PHYSIOLOGY

A detailed microscopic image showing various biological structures. In the foreground, there are several elongated, segmented structures, possibly cilia or flagella, with small, rounded heads. A large, pear-shaped structure is prominent in the center. The background is filled with numerous circular and oval shapes, some with internal structures, suggesting a cellular or tissue environment. The entire image is rendered in a monochromatic blue and cyan color scheme.

Lec: 3

Done by: Shahed Zayton

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.

لما نفهم التركيب نفهم الـ function

هو عالم حركي متكامل

The cell membrane

صمك
Cell memb.

رؤية

- 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).
 - mass وليه كهد هتريبات
- Each layer is only one molecule thick that is continuous over the entire cell surface. Scattered in this lipid film are large globular proteins.
 - ← يعني همن طبقتين ولكن كل طبقة سماكتها من one molecule مثل جبال الجليد بالبحر
- One end of each phospholipid molecule is hydrophilic and soluble in water. The other end is hydrophobic and soluble only in fats.
- The phosphate end of the phospholipid is hydrophilic, and the fatty acid portion is hydrophobic.
- 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.

غير متساو

هو صومرية باصه هو كانه fluid (ماء) لين جة ورقيق

← جبال الجليد في الماء ما بتضلها ثابتة ، فالبروتينات دائمة الحركة في سطح الخلية ، وتوزيع البروتينات غير متساو

شكل Cell membrane تحت ال Electron microscope (EM)
 ← ال phospholipids جزيئات صغيرة وال proteins جزيئات عملاقة
 وتكمله تحت EM مثل البحر او المحيط الي طابقت عليه جبال الجليد

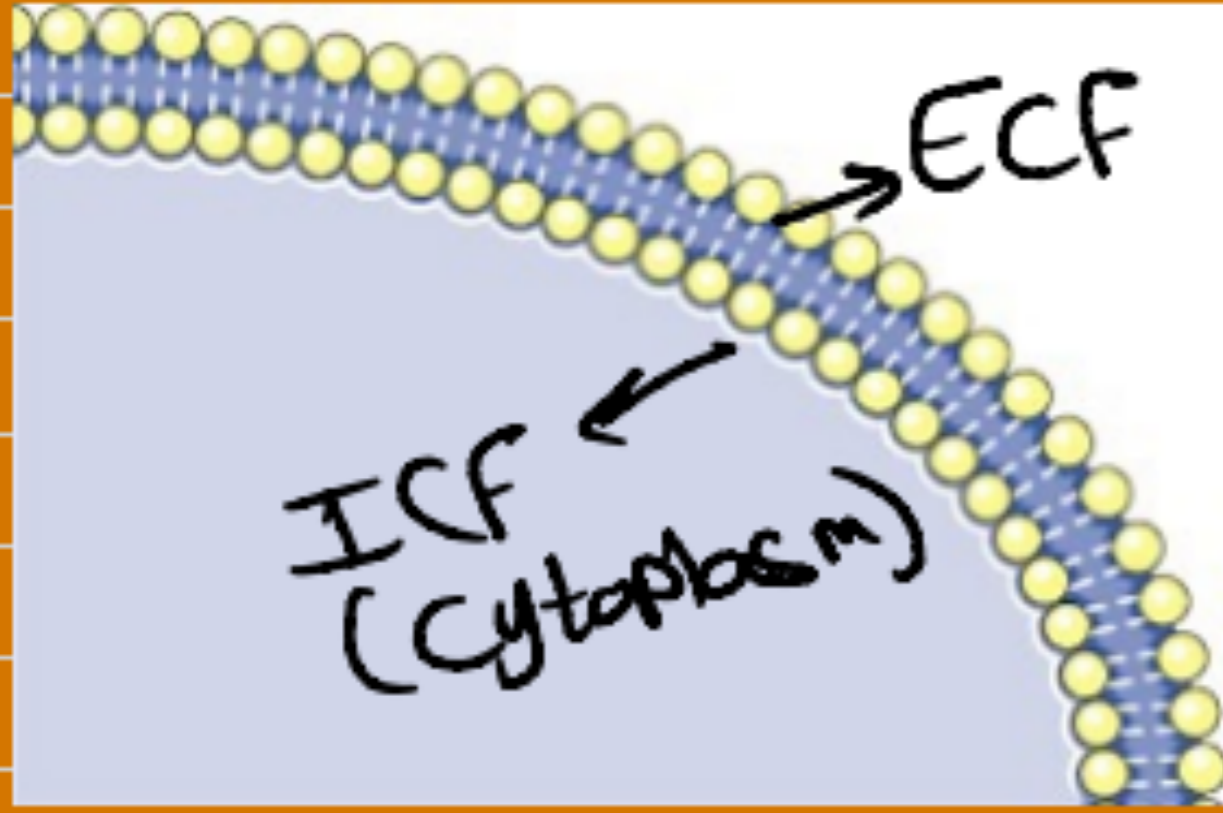


البحر منه هو سطح ال Phospholipid
 جبال الجليد منه ال proteins

شو يعني Carbohydrate؟ هو بيحتوي على C و H و O
 ال lipid لانه برهونه بيحتوي على C و H و O
 ← ال Carbohydrate شرطهم انه يكون نسبة H : O كنسبتهم في الماء
 (2:1) منه فمثلا "Glucose (C₆H₁₂O₆)"

* موكل ال Carbohydrate طعمهم ملو
 حيث كل ما زاد حجم الجزيئات قل مذاق الكلو فيها

يعني هي جزئية قطبية الطارئة \rightarrow phospholipid is polar cell
وهي الرأسية منهم (phosphate) PO_4^{3-} لذلك هو hydrophilic
والذي هو hydrophobic



* الرأسية من الجهتين كما جهة فيهم تواجه الماء

* هذا التركيب فائدته انه لا يسمح بمرور الماء

وهو فقط يح يمنع عبور الماء، وكذلك يح يمنع أي مادة تذوب في الماء
ولكن يح يقبل بمرور المواد التي تذوب في الدهون

* مواد تذوب في الماء من urine و glucose

The cell membrane

- The hydrophobic fatty acyl chains form the core of the bilayer, and the polar head groups are exposed on the surface.

- The lipid layer in the middle of the membrane is **impermeable** to the usual water-soluble substances, such as ions, glucose, and urea. لا تسمح للمواد
كلها مواد ذائبة
بالماء

- Fat-soluble substances, such as oxygen, carbon dioxide, and alcohol, can **penetrate** this lipid layer with ease. لأنه يذوب في الماء

- Cholesterol molecules in the cell membrane controls much of the **fluidity** of the membrane. بالإضافة للكثير من الهرمونات، لأنه كثير منها كما هو مصنوع من ال-
Cholesterol جزيء مهمون الاستروجين الانثوي وهو من الستيرون في الذكور وهو عين من ال-
Cholesterol له مهمون البروتينات والأيروسترون، كما هم يستطيعوا
عبور الغشاء والوصول إلى ال-Cytoplasm

- The cholesterol molecules are tucked in between the phospholipid molecules, where they **prevent** the fatty acid chains from packing together and crystallizing. مطوي

هرمون insulin هو هرمون بروتين وهو water-soluble ، فلا يستطيع ان يخترق الـ membrane.

سؤ فائدة الـ cholesterol في Cell membrane ؟

امنا حينا انه الـ fatty acids عبارة عن زيوت ، الذبول هبول ممكن انهم يتحدوا ويرتبطوا مع بعضا ويعملوا (Crystal) باورة ولما تصير هاي الحركة هيك بتقل الـ fluidity في فالكوليسترول سخلت انه يمنع هالاتحاد هاد بمعنى آخر وين ما يكون موجود الكوليسترول الـ fluidity بتكون عالية

* شكل الخلية لا يجب ان يكون ثابت ، لانه امينا يجب انه نغير شكل الخلية ، ومنك الكريات البيض يتم صنعها بالـ (bone marrow) بيصنعها ويطلقها للدورة الدموية اللى ذكهاجم البكتيريا ، ليه هي البكتيريا بالدم ، البكتيريا هي بالعادة بتيجي من الخارج

ببيع



منكأ واه اخيخ دخلت بكثيرا وهايت بال tissues ، والكريات البيضاء قاعه
بال blood vessels ، فالبيكثيرا خارج الوعاء الهوي وقاعه بال tissues
الكريات البيضاء هكأ بها تطلع من داخل الوعاء الهوي الي tissues عنان
تهاجم البيكثيرا ، اجاها الخبر انه في بكثيرا وهايت بها تطلع بسروح لل Capillary
بتصكيله بي اطلع ، وال Capillary مهنوع من epithelial cells وسين ال
ال epithelial cells في مشوق مغير هبأ ، فالكريه البيضاء بتبس من ال اميبا
بتتختر وتتذيق وبتطلع للخارج ، وتبأ باللتهام ، فطاعت من داخل الي
فأرح ال blood vessels بالحركه الاميبية ، فكيف قدرت انفا تني مالما ؟ لانه
بأرها (cell membrane) مو tough

مثال آخر: - red blood cells سُكَّاهَا قَمِيں ← ال diameter لِحَلَاها 7.5-8 μ
وال Capillary قَطْرُها 6-7 μ ، طَيِّب كَيْف رَح تَقْوِيَت وَلَهِي أَكْبَر؟
بِتَلْوِي حَالِها وَيَتَمَنِّي وَمَجْرَد مَا مَالَعَت مِن ال Capillary بِتَرْتِيح لِحَجْمِها
الطَبِيعِي ← كَيْف لَوْت حَالِها؟ لَوْنَه جَدِيدًا هُو tough.

فَالسِّيَجَةُ: - أَي فَلِيَّة تَتَنَاج إِلِي تَغْيِير لِمِنْطَقَةٍ مَعْيِنَةٍ هَاي الْمِنْطَقَةُ رَح لِكَلْفِيها
مِلْيَانَةٌ Cholesterol

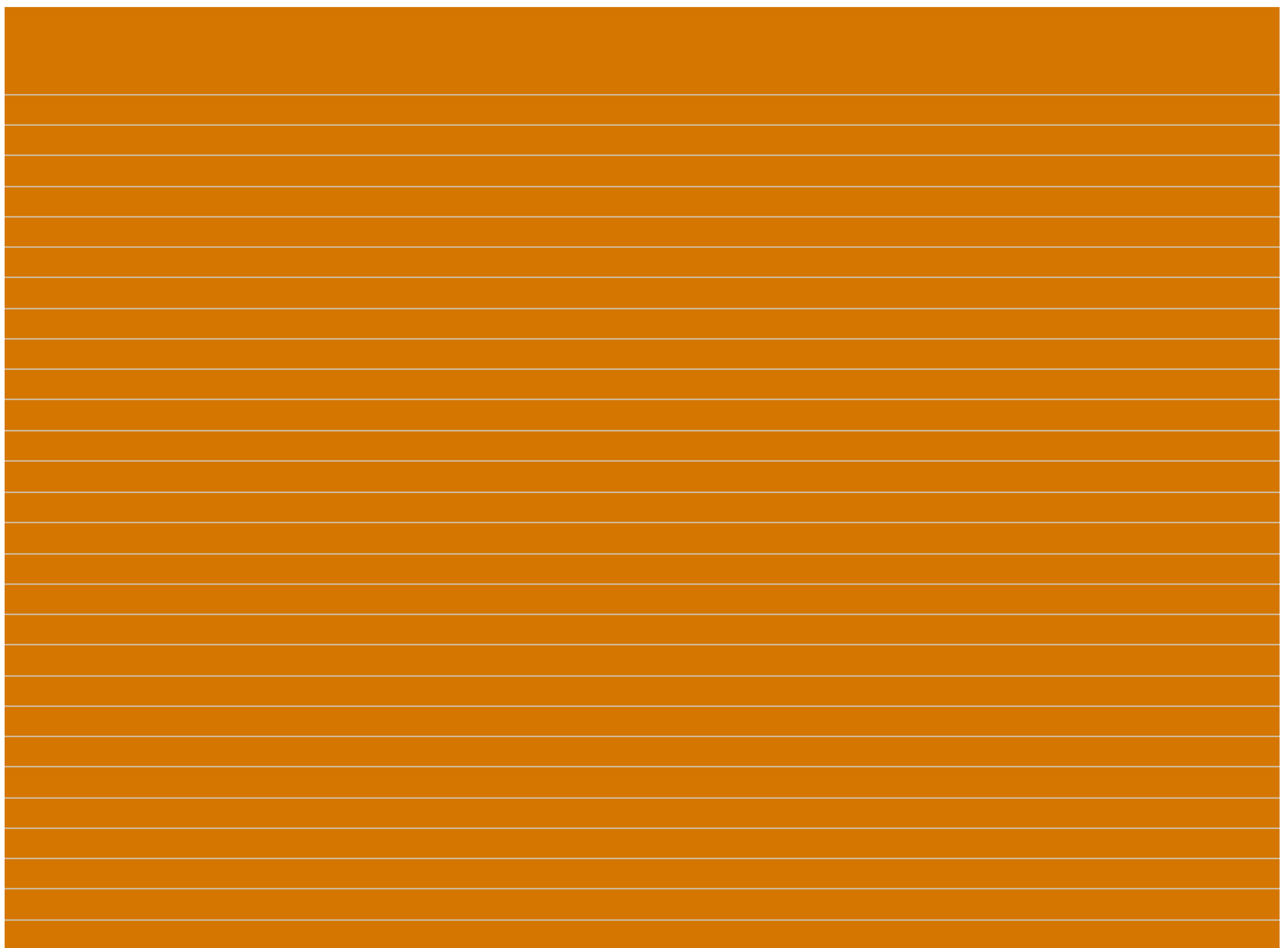
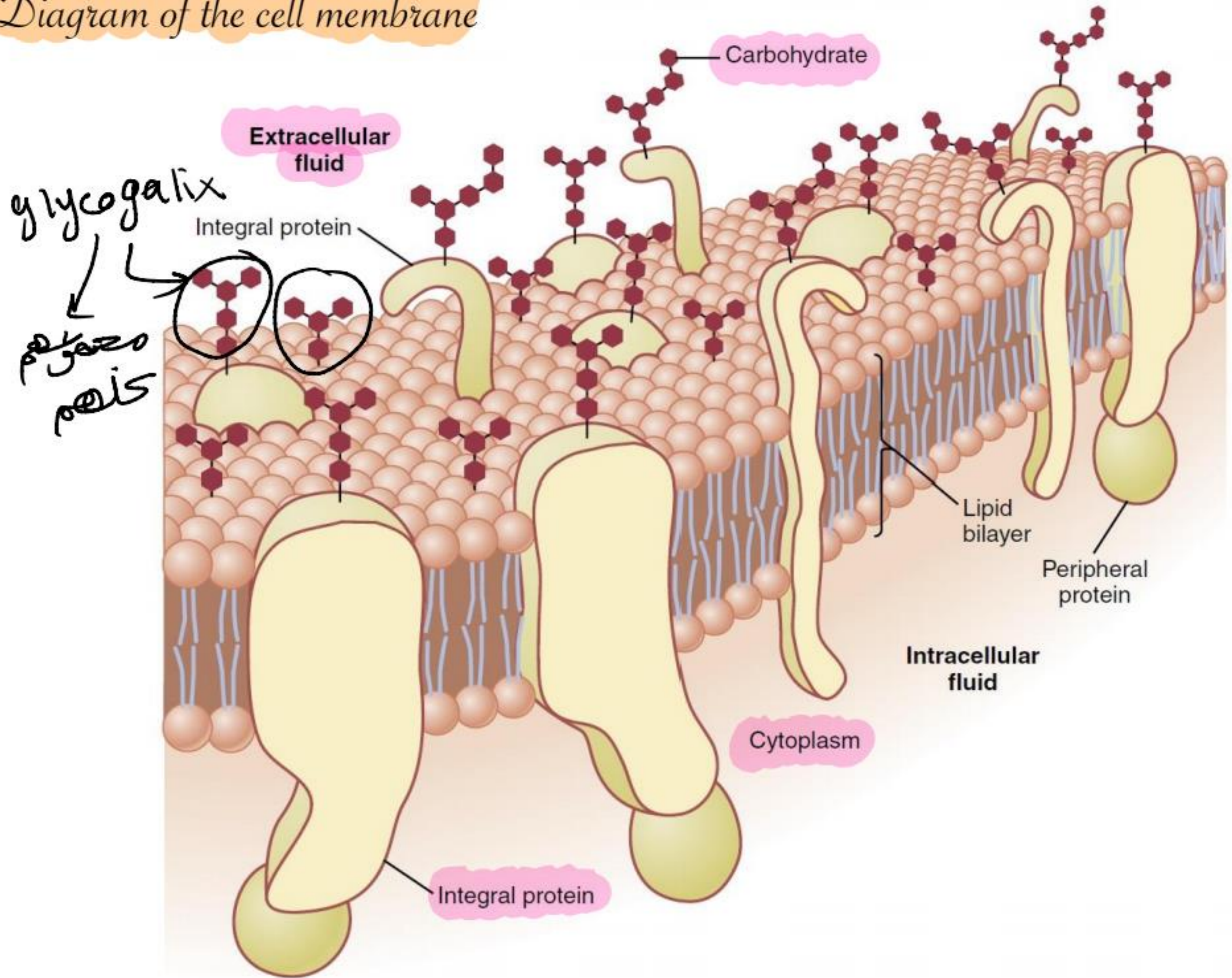


Diagram of the cell membrane



كل الوظيف المهمة للمembrane
 95% منها تعود الى البروتينات

Cell Membrane Proteins

Membrane proteins are classified as **integral**, **lipid-anchored**, or **peripheral**.
 من التركيب الخاكري لل Cell mem هي موجودة اصلا (ارضعت مع Cell mem)

A. Transmembrane proteins; are **integral proteins** serve as:
 البروتينات البروتينات العملاقة التي تربط الجانبين

1. **Channels** (when open, they facilitate the movement of water molecules and water-soluble substances only down their **electrochemical gradients**). Ion channels (≤ 0.8 nm in diameter) are for K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , and Cl^- and each exists in multiple forms.
 لا تستطيع العبور لانها 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.
 يعبر من خلاله له فوسر طيب ينقل من Ecf-IC عادي ممكن هيك وهمكن هيك

- **Uniport carrier**- a carrier protein that transport only one substance
 واحد له ينقل مادة واحدة
- **Symport carrier**- a carrier protein that transport more than one substance
 مع بعض 2/3 مع بعض ولكن باتجاه واحد مثلا 2 اثنياتهم من Ecf-IC او // من Icf-Ecf
- **Antiport carrier**- a carrier protein that exchange one substance for another
 مع بعض ولكن باتجاه متعاكس يعني بتبادل (عكس بعضا)

مفهوم فيها جزء لا يتجزأ من ال Cell membrane (integral protein) هي

فهي جزء من تركيب Cell membrane ، وفي الغالب كتب الفسولوجي يكونا قسمهم

بال integral جنياً البروتينات العملاقة ، يعني التي بارزة من الخمين

وطالعة من جهة ECF ، وطالعة من جهة ICF

* احياناً اسم ال integral هو Transmembrane

يعني عبر ال Cell membrane كله

* فال integral proteins هي اولوي موجوده بال Cell membrane (التي هي)

هي في الواقع integral ، هي جزء لا يتجزأ (lipid-anchored)

من تركيبه ال Cell memb. ... الباقية كيف بتثبت نفسها وبتوقف بالماء ؟

بتنزل ال anchor ، فهو يعني anchored ؟ يعني مثبتت ، ففي بعض جزئيات

البروتين موبارزة من الجهتين ، حدها اصغر ، مثبتت نفسها بال lipid bilayer

لكن بارزة فقط اياً بارز من ECF / ICF ، يعني من النصف وطالع او

النصف ونازل .

أحتاجنا ال cell mem. لا يسمح بعبور المواد عبر channels
التي تذوب في الماء، فمما هو المواد كيف يعبروا ال cell mem.
تحتاج قنوات... ولما هي قناة يعني جوفية في خلية الماء التي بتقدر
تفوت فقط هي المواد المذابة لهذا الجوفية وهي المواد فقط التي
قطرها أقل من قطر القناة

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

← (when open) يعني بعض القنوات ما بتكون مفتوحة أصلاً، ويعني
القنوات تفتح باستمرار
← فالقناة إذا فتحت، المواد التي تستطيع المرور من تلك القناة تستقل
هذه المواد... down their.

مثلاً: إذا في قناة لأيون Na^+ وفتحت الأنت Na رج يصوت به أخلها ← هو اللرج
يدفع Na^+ للدخول؟ (1) لآبد من وجود فرق تركيز ← Chemical gradient

(2) أو وجود فرق $Electrical$ ← $Electrical$ gradient
← يعني مثلاً جهة سالبة و جهة موجبة ، فالسالب يجز الموجب

* فالمانه إذا دخلت بسبب $Concentration$ هذا $Chemical$ gradient

* وإذا دخلت بسبب الفولتية هذا $Electrical$ gradient

فالدخول إذا فتحت القناة يكون بشرط أنه يهت عن طريق $Electrochemical$
gradient

قصر ال ion channels لا تتجاوز $0.8nm$ به فالهارة الأبيدها قفوت

من القناة لأزم قطر يكون أقل / بأوي $0.8nm$

→ $K^+ / Na^+ / Ca^{+2} / Cl^-$

← هذه الأيونات اللرج ممكن تنطبق عليهم ههول الشرط

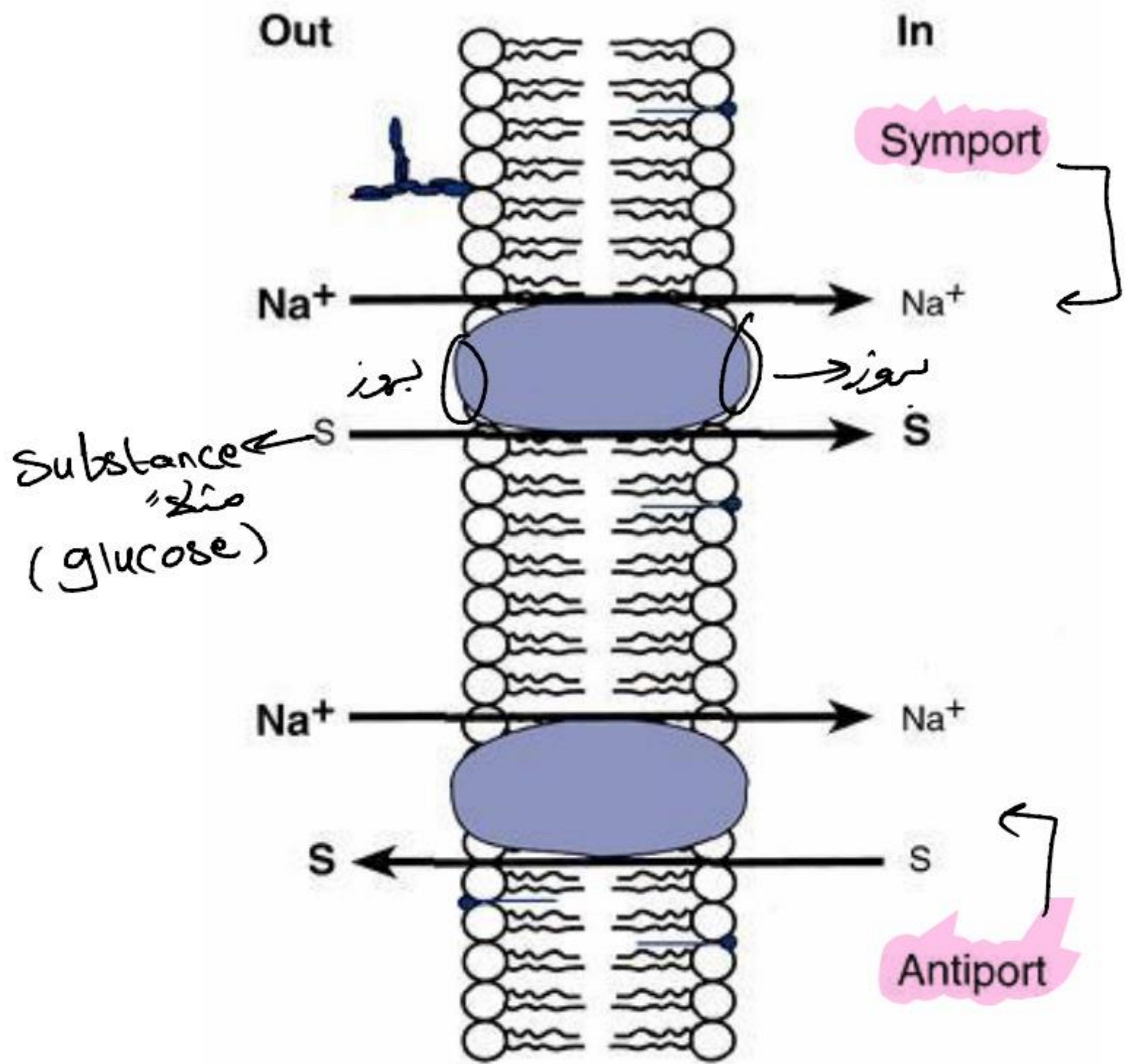
← كل هذه الأيونات لها العده من القنوات ، يعني K^+ مثلاً ما له قناة ولده
اله كثر قنوات ، اله تقريباً Cl^- / Ca^{+2} كلال Channels كل وده فيهم بتفتح بطريقة صحيحة

* قناة k^+ ، مثلاً لا تسمح بمرور أيونات غير k^+ ، حتى لو قطر الأيون يُسمح له بالمرور ، هاي القناة فقط لـ k^+ .

إذا الجسم أكبر من قطر القناة ، مثلاً الجاوكوز ، هاي الحالة هي **Carrier** (2) المواد تعبر عن طريق Carrier .

ال Carrier يشبه موظف الاستقبال ، موظف الاستقبال ما يقوّت أي حد ضغط الماء عنده بطاقة دعوى ، فلما يجي واحد من المدعوّين يأفنه ويوجهه لمكانه .
ال Carrier عادةً يشتغل Shuttle بين رايح هاي ، رايح هاي ، يُنقل ويرجع بنقل آخر غير وهكذا .

بعضها كتب الصينو يشبهوا ال Carrier بدو لعب الألعاب ، ابا الغلوكوز من بتر ركبه ، رفته لفوق واها أفنه غيره .



Cell Membrane Proteins (cont.)

3. **Pumps**; they are ATP-ase enzymes that transport ions up their **electrochemical gradient** at the expense of consuming **ATP**.
4. Receptors for water-soluble chemicals (bind neurotransmitters and hormones, initiating physiologic changes inside the cell)
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.

هي من أخطر وظائف البروتينات ، هي Carrier ولكن \rightarrow **pumps** .
اعطيناه اسم pump سكونه يشتغل عكس ال gradient .

يعني لما بده البروتين مثلاً Na^+ و K^+ pump ، بده يطالع ال Na^+ هن

داخل الخلية ويوريه بتر ، يعني $\text{Na}^+ \rightarrow + \text{low} \rightarrow \text{high}$
Concentration

أيون موجب بدي
انقله لمنطقة +

لما يعني عم يشتغل عكس
1) Chemical gradient

2) Electrical gradient

لما قهنا محتاج اكي Pump ، معناها هاد البروتين لازم يمشحن بطاقة
كثير بيروي هادي العملية ، والطاقة يحتاج فيها ATP (3PO_4^-)

(Adenosin ميوه بـ 3PO_4^-) \leftarrow بروج PO_4^- واحد فيتحول

$\text{ATP} \rightarrow \text{ADP}$ ، ولما انكسرت هادي bond تخررت طاقة بيا فدها البروتينا

ويشحن فيها ويشتغل عكس ال gradient وينقل

* إنَّ الخلية استهلكَت مثلاً 100 ج من الطاقة ، أدية جولة من الطاقة
التي استهلكتها الخلية خرج ليرجع للـ Na^+/K^+ Pump
70-80% من طاقة الخلية

Na^+/K^+ Pump ← تستهلك طاقة هائلة .

* لغة التخاطب بين الخلايا في جسم الإنسان هي **Receptor** .
(Chemical) ، يعني مثلاً الإنسان لما يده يوقد معاوية الإنسان ثانياً
ببجها حكي (عن طريق الصوت) ، جسمنا جوا بالخلايا تنقل المعلومات
عن طريق **Chemical message** ، خلية يدها تخبر خلية جارتها بمعاوية
بتروح الخلية الأولى بتطلق مادة كيميائية ، المادة الكيميائية ترشح وتنشر والها
ثلاث طرق للانتشار (فيما بعد) ، وصلت للخلية الأخرى ، وبين بتوصل ؟
بتوصل على سطح الخلية ، إذا المادة دهنية ترشح تدخل
إذا المسح كان هرمون الستيرويد ، البكريات ، فزيت الهرمون ، بياب الهرمون يحكي
ولها الجسم خدوا الكالسيوم ، الفلورا كوز عئاباً كثير اسحبوه ، دخلوه داخل الخلية

دليلاً الجسم كيف سمعت هاد الحكي؟ الانسولين لازم يرتبط بـ receptor
على سطح الخلية، لأنه هو ما يقدر يخترق الـ water-soluble cell mem.
ارتبط مع هاد البروتين بالرأس من بيا، والرأس اللي هوا بياش يعطي اشارات.

بروتين بفتح كفتح م و يفتح م و يفتح م
بـ المفتح فتح الوان مفتح واه
هناك 3 طرق عشان خلية تلتق خلية ثانية.

desmosomes / tight junction / gap junction

مثلاً في لو حين
من هون وحملاً بناياتهم سيخ

بروتين من هون و بروتين من هون بينهم مثل الخيوط كابن سطحين الخلية
هذا يعطي مجال لا organ اللي به يقطاً، يعطي الحالة ECF اللي
بين الخلايا عاري بقدر يعدي، لأنه في فراغ بـ قليل.

desmosomes ←

يلتصقوا الخليتين ببعضهما ومنوع أي سائل ينفذ \rightarrow tight junction
بين الخليتين

إذا رينا به مواد داخل Cytoplasm خلية انها تنقل \rightarrow gap junction
المواد داخل ال Cytoplasm خلية أخرى ، بيحي بروتين من هون وبروتين من هون
يلتصقوا ببعضهم وكل بروتين فيه قناة ، ذهاب في ارجال بال Cytoplasm
حتى انه ممكن Na^+/K^+ وأي أيون غيرهم انهم يروحوا خلية ثانية بس
ما بقدروا يطالعوا من ECF

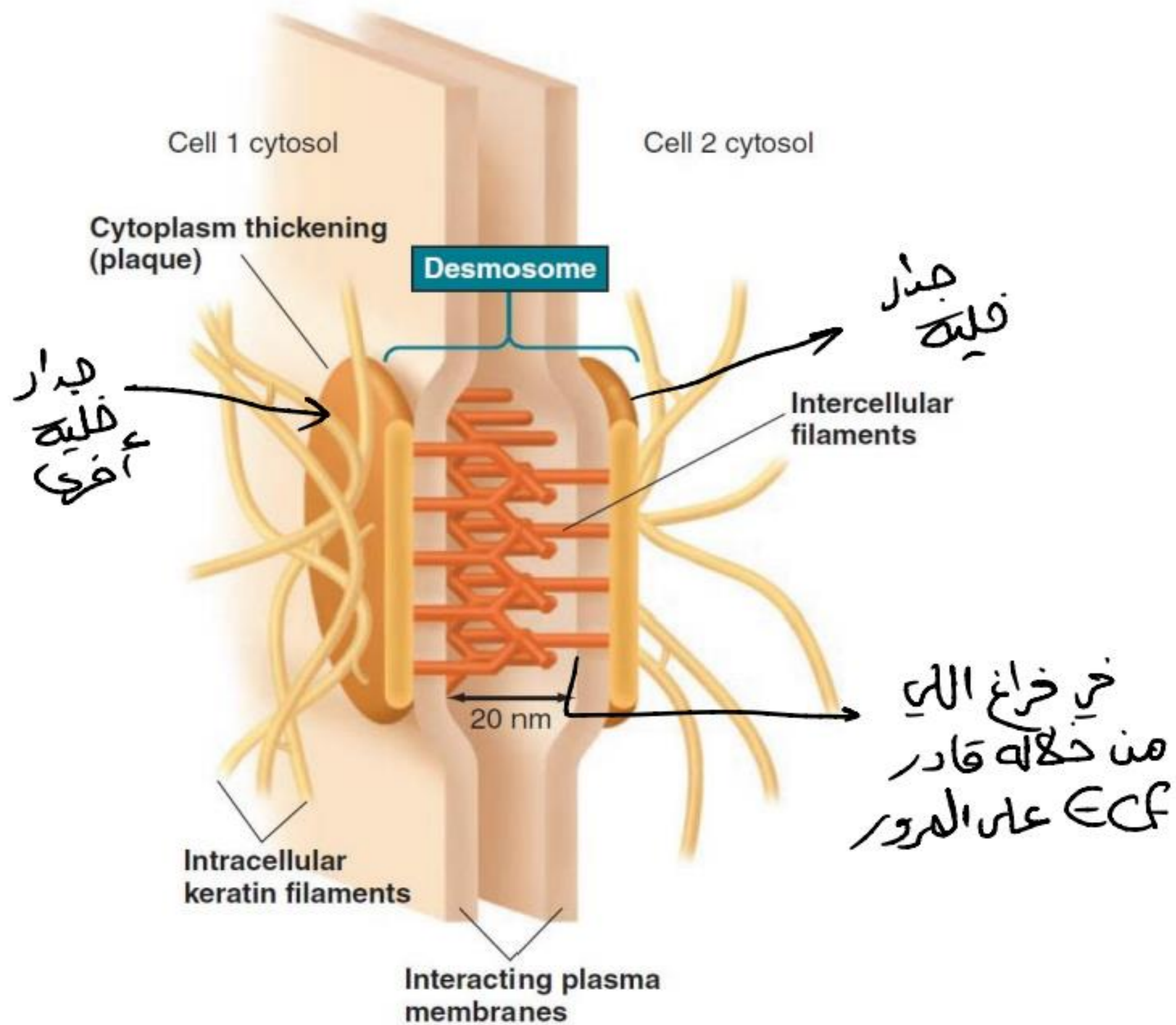
لما هاد ربط خائيتنا مع بعضها ، ولكن لو أنا بدي اربط خلية ولبدة ، مثلا
الكريات البيضاء وهي بتتخسر كيف جرت حالها؟

في ذبب منا رابط بال cell mem. من بابا وذبب رابط بال cell mem. من جوا
الذبب من بروتين ، بيربط ال cell mem. والصمغ اللي بيربط الذبب بال
cell membrane هو بروتين آخر هاد البروتين من نوع ال adhesion

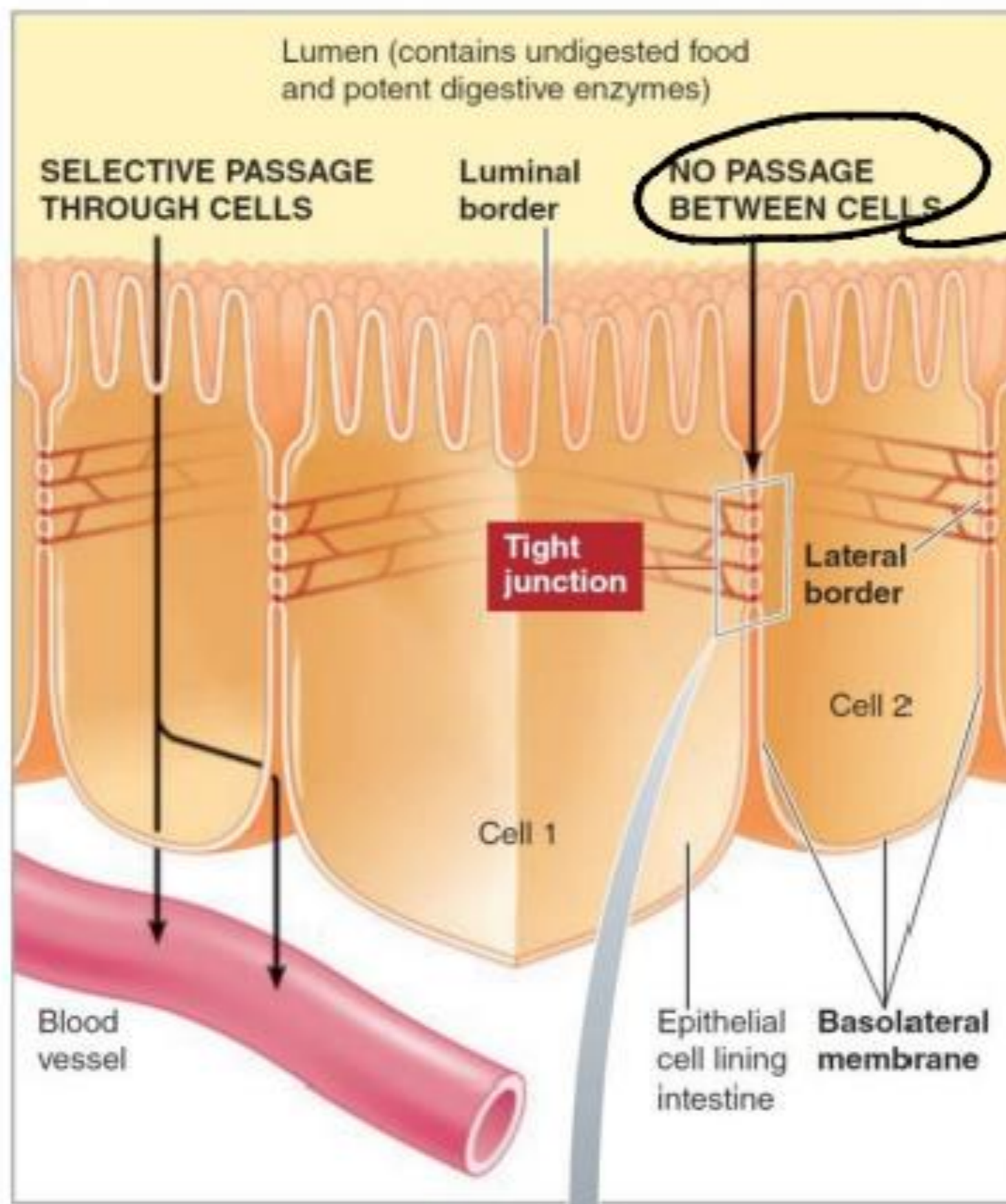
\rightarrow تتبع

الحيويين عندهم القابلية انه واحد جبر الثاني، لها هاد الحيز ينسحب وهاد
الحيز ينسحب الجار بتختفّر، فنحتاج اى بروتين صمغ ← وهاد
البروتين بسّمّوه (integrins) انواع الحصانغ اللي رينا كالتها .

* يعني البروتينات هي موفقم لربط خلية جلية، ممكن تربط خلية اشياء
ثانية موجودة داخل الخلية منسمة (cytoskeleton) (الهيكل داخل الخلية)

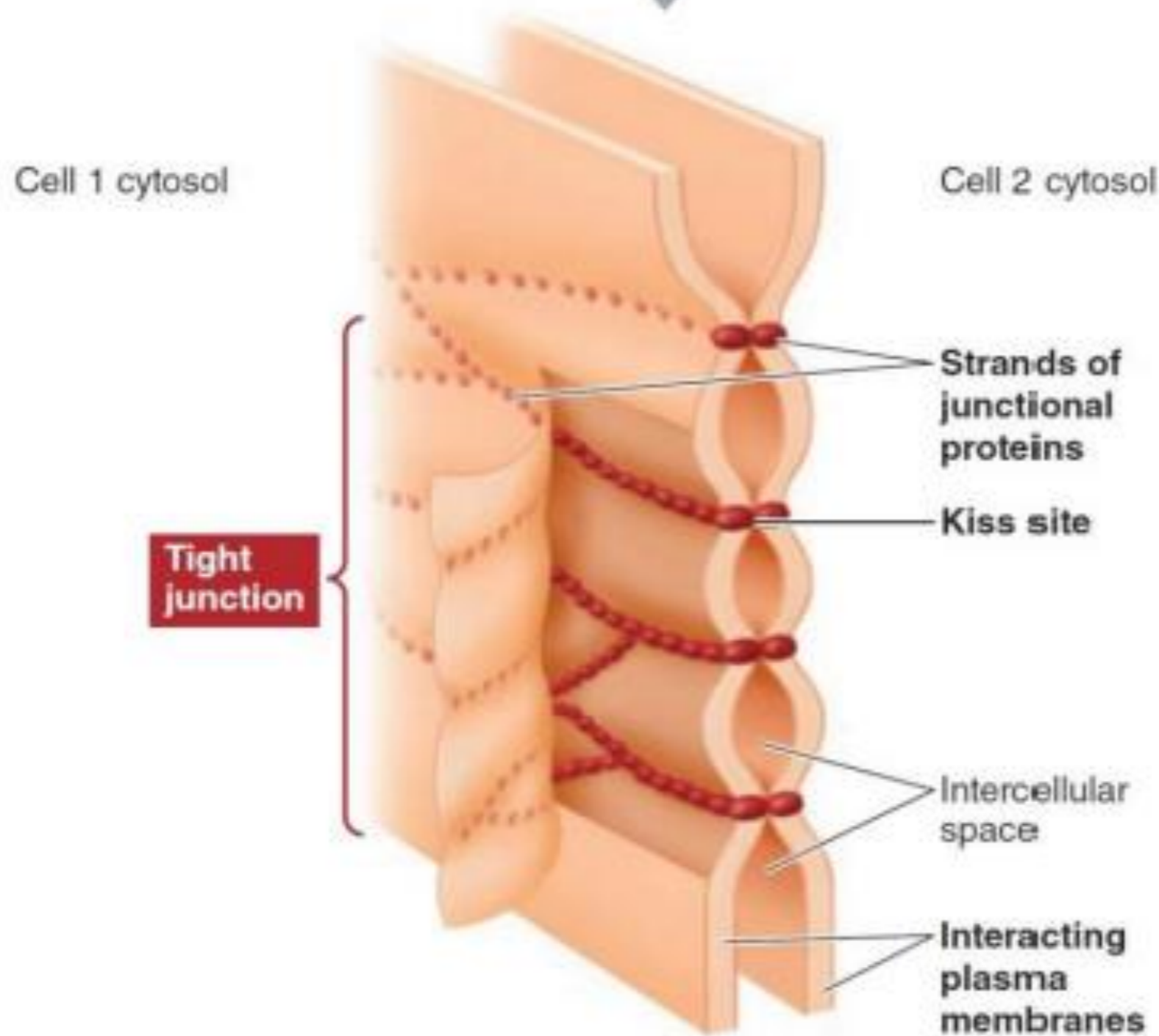


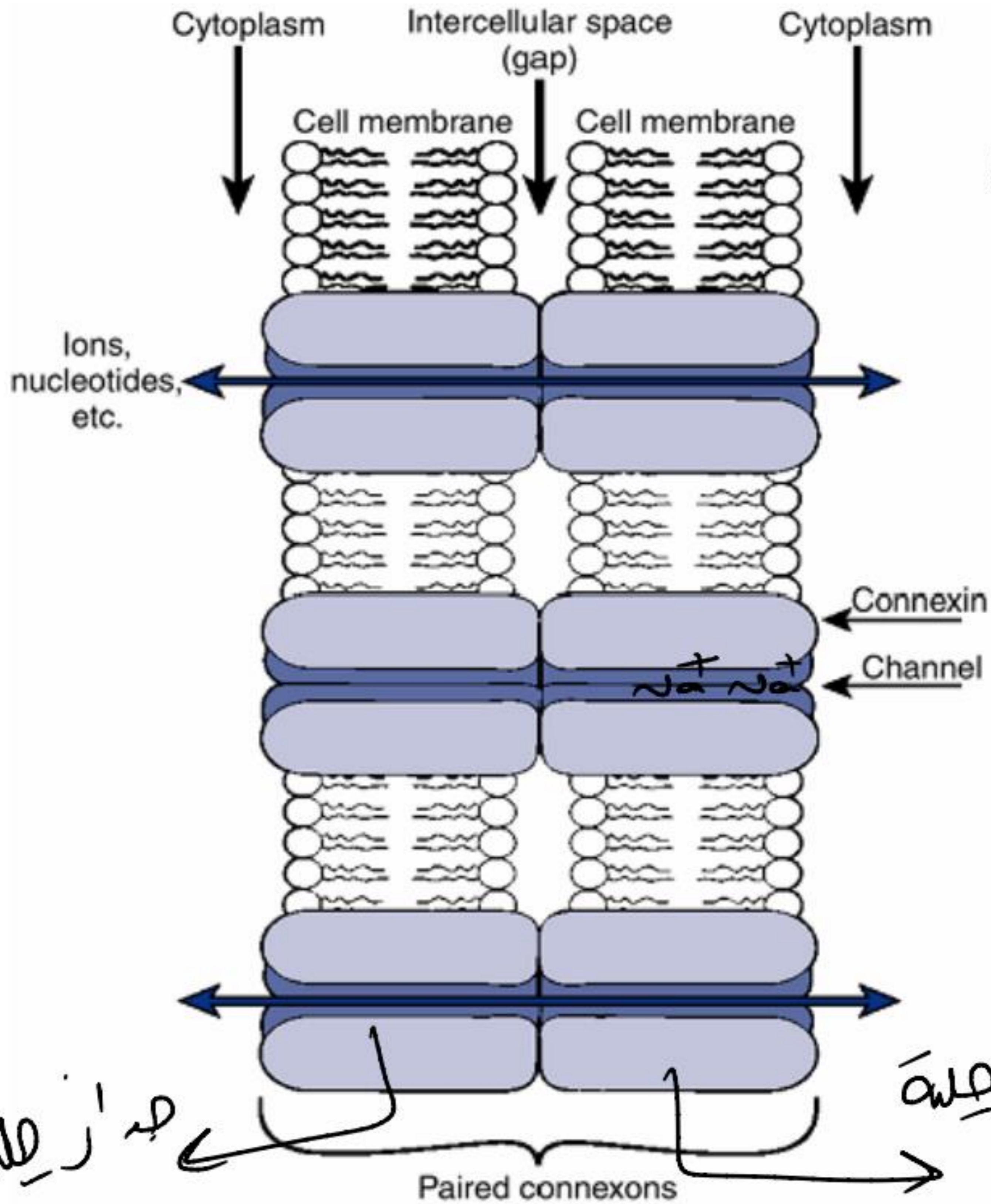
Desmosome. Desmosomes are adhering junctions that spot-rivet cells, anchoring them together in tissues subject to considerable stretching.



ما يسمح
لأي شيء بالمرور

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.





gap junction
 ← موهجورة بال
 heart

مُزجِجَة
 مُزجِجَة
 Paired connexons

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) *Cell mem.* إذا ما انخبرت الضوئية عبر الـ ما بتفتحه وهاي هو هوية بكثرة بحمصا

2. Voltage-sensitive channels or voltage-gated (involved in action potential propagation, These channels open in response to a change in membrane potential)

← ما بتفتح الـ لما بيحبها امر كيميائي

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. يعني فلية دكت لخلية ثابتة، افتح الـ Na^+ Channels عندك

هون هي اعطتها إشارة ارتبط بالـ Receptor ، ففهمت الرسالة بأنه افتح الـ Channel

فكينا انه البروتينات ممكن يشتغل ك Channel واما منعرف انه مو كل Channel بتكون مفتوحة ، بعض Channels تكون مغلقة وتفتح بشروط ولهمن (3) انواع ...

وهذا من الشروط انه يهبر (تغير ميكانيكي) فمثلاً حطيت ايدي على سطح ب مسيت السطح انا حسيت انه مسيت السطح ، كيف تصيحت ال nerves اللى بالكه وحسنت ؟ شوية ضغط على الخلية اذت الي فتح mechanosensitive channels انفتحت ، دخل ال Na^+ صار سيال عهري

و action potential .

Cell Membrane Proteins (cont.)

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.

90% منها تشغلها كـ (enzyme)

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).

Phospholipid/protein
 ليس جزء من mem. هي لازمة من الخارج

* اعلها سحنها
 بالية زجذب الحيوانات
 المنوسية

The Glycocalyx:

للخيل قصيرة من الاربو هو انا

- 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).

الكريات البيضاء رجها انما على كـ لها يتجر عليه غريبة بتمرها وبتحاصها

اللي بتفتح للداخل بتستخدم امياناً و membrane bound enzymes
ك receptor للداخل، و لكن اللي من الخارج اغلبها يعمل ك enzymes.
لـ يعني مثلاً خلية بها تسوي vesicle يعني ثلية بها تصنيع مادة و

تودبها للخارج فوقتها بتصنع vesicle، و التي مثل الآلة فيها لمادة
لكيميائية اللي بدها تطرحها، و هاي ال vesicle لما تمت بال cytoplasm
اول شيء بتربط بال cell membrane من جهة ال intra، و بتربط
بيروتين من نوع membrane bound، و لما ارتبطت بفار البروتين،
البروتين بيحرك ال cell membrane افتح عنا موارد بدها انزلها للخارج

أما كيناه إلى cell membrane فيه

The Glycocalyx

Carbohydrate وهو ال Carbohydrates من النوع القصير

يعني ياروب 8C ، هو سلسلة عملاقة ، سلسلة قصيرة ، ولانها سلسلة قصيرة

يسمونها oligosaccharides ← تكريات قصيرة
تسمى (قصير)

Glycocalyx ← negatively charge سحنتها سالبة فهي تجذب الأيونات

الموجبة فأرج الخلية ، خصوصاً أيونات Ca ، يعني مثلك القلب يحتاج

Ca⁺⁺ فمنك في خلايا القلب ال Glycocalyx منبأ مايلان Ca⁺⁺

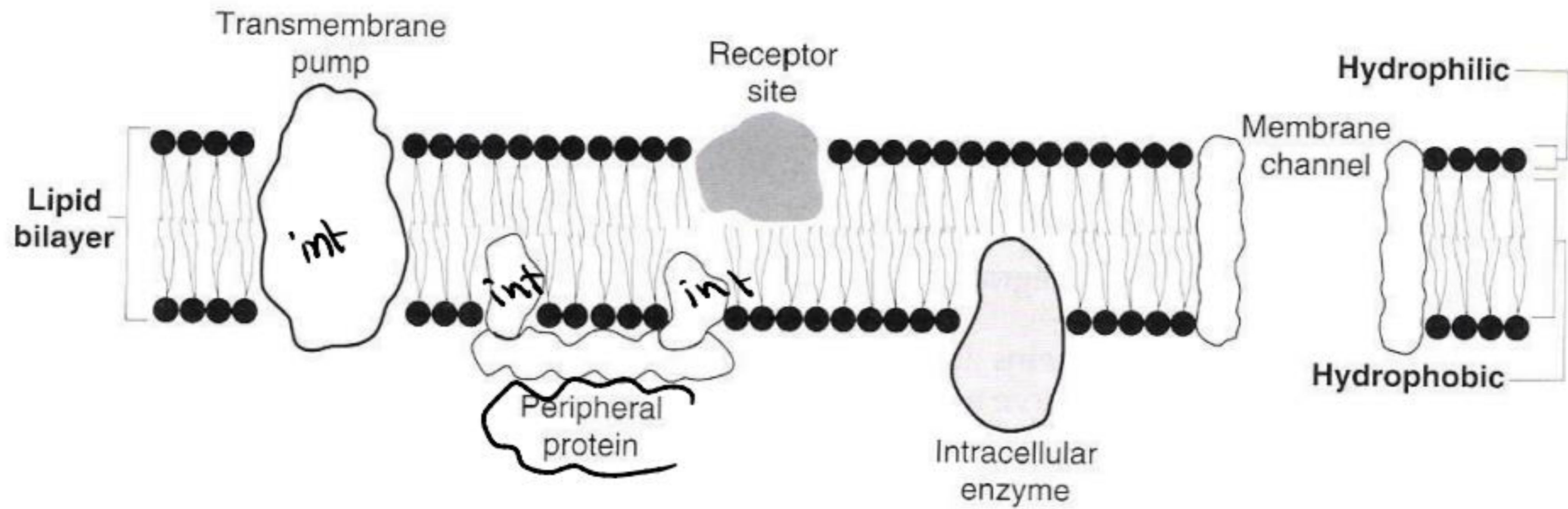
(-) Charge ، تسهل دخول الأيونات الموجبة في Glycocalyx

وتضعب دخول الأيونات السالبة

وبربفه من وظائفه المهمة ، distinguishing self ← يعني ذلك المنفعة

ب تكويف خلية غير طبيعية تتفاجها ويقتها ، مثلك عمليات زرع الأعضاء ،

سابقاً العمليات كانت ثقيل ، لانه منتقل كلية منك بتيجي كريات المناعة
بتحكي استوامد وين ، انتوا مو خلكيا هبنا ، امنوا خلكيا غريبة ، كيف عرفت ؟
عندها بجهة ، هاي البهمة هي Desferrioxamine محمودة بطريقة
مثل بجهات الاصابح ، جيت الخلقا المناعية لما تتوقف تعرف اذا هاي قلايتي
ولا غريبة ، ولما تتوقفها غريبة بتهاجدها في لذلك عند زراعة الخعفاء
منعطي الادوية اللي بتعيق ويتوقف المناعة اكي حيد ما .



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