

PHYSIOLOGY



Lec: 3

Done by: *Selena Omari*

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.



هذه بشكل البروتين في سطح الـ phospholipid كتنبيه لتقريب الصورة

* كعدد خليا نسبة proteins : phospholipid 1 : 50

The cell membrane

ككتبة (mass) مثل عدد الخليا

mass كت أكثر منه phospholipids الـ لكنه لو نشوف بتقريب electronic microscope رح نشوف انه الفوسفوليبيد جزيئات صغيرة اما البروتين جزيئات كبيرة علاقة

- 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).

متشورة بين الـ bilayer

H_2O شرط انه تكون نسبة H_2O مثل نسبة الماء تكبر عما هي الكاربوهيدرات $C_6H_{12}O_6$

- Each layer is only one molecule thick that is continuous over the entire cell surface. Scattered in this lipid film are large globular proteins.

كل جزيق سماكتها one molecule من

- One end of each phospholipid molecule is hydrophilic and soluble in water. The other end is hydrophobic and soluble only in fats.

تواجه الماء

مستحيل دخول جزيق ماء لو اى مادة ذائبة بالماء urea / glucose

* phospholipid is polar

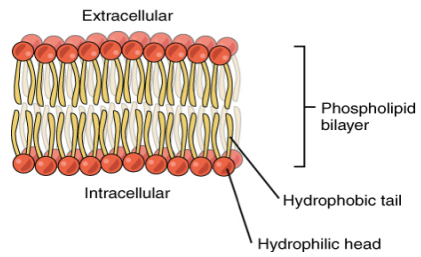
- The phosphate end of the phospholipid is hydrophilic, and the fatty acid portion is hydrophobic.

- 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.

طب

البروتينات ليست ثابتة بل تتحرك بسبب توزيع البروتينات ليس متساوي

* ليس جامد بل لين جدا



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.
- Fat-soluble substances, such as oxygen, carbon dioxide, and alcohol, can **penetrate** this lipid layer with ease.
- Cholesterol molecules in the cell membrane controls much of the fluidity of the membrane.
- The cholesterol molecules are tucked in between the phospholipid molecules, where they prevent the fatty acid chains from packing together and crystallizing.

منفذ
خبر

يمنع اتحاد الزيول ، فلهذا تكون ال fluidity عالية

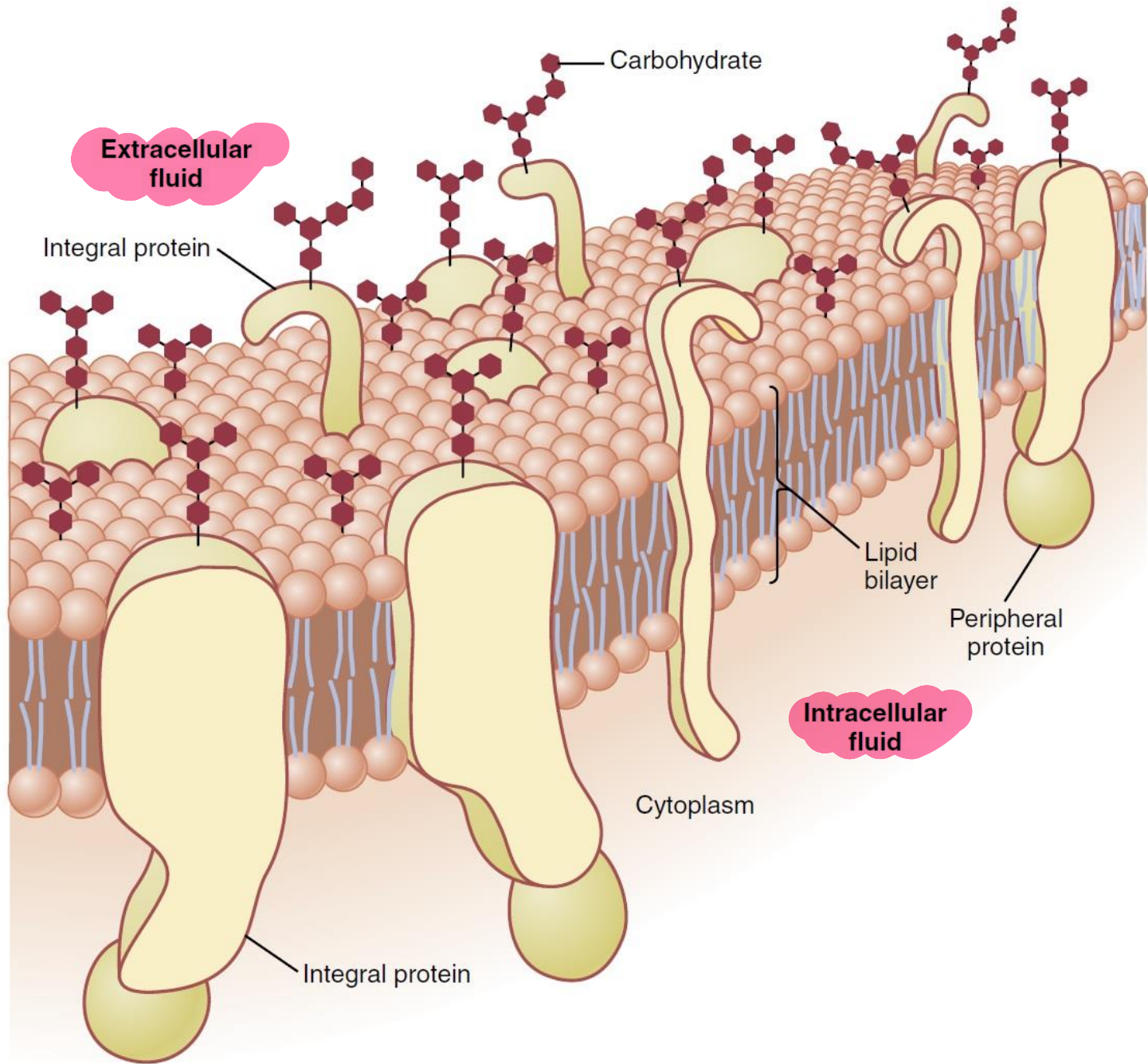
يختر من الهرمونات تذرب في الدهون ، بعض الهرمونات مصنوعة من الكوليسترول مثل الستيروئيد والستيروئيد
يعني (صليها دهني تخترق الخلية بسهولة إلى الدم بالمقابل مثل الاسبولين ذائب في الماء لا تخترق الغشاء

ليست لازم تكون الـ Fluidity عالية؟! ١٩

* لا يجب انه تكون شكل الخلية ثابتة لانه احيانا نحتاج ان نغير شكل الخلية مثل كريات الدم البيضاء، يتم تصنيعها في نخاع العظم ثم احلالها في الدورة الدموية لتتاجم البكتيريا القادمة منه الخارج والتي تكونه في النسيج خارج الادمية الدموية في حين انه خلايا الدم البيضاء تكونه داخل الادمية الدموية فالعربة البيضاء تريد انه تخرج لتواجه البكتيريا وتقاتل عليها فيتروح على الـ blood vessel على الـ capillary (مصنوع من epithelial cells وهو متقبت) والقنوات صغيرة جدا فبالحركة الاميبية تعبر الثقب الى الخارج.

فلو كانه جدار الخلية صلب ما كانت استطاعت العبور

مثال $2 \mu m$ ← خلايا الدم الحمراء قطرها (8-7.5) ميكرومتر وقطر الشعيرات الدموية (6-7) ميكرومتر فكيف رح تفوتهم؟ تطوي نفسها وتترقت فلو جدارها غير مرن لن تقكبه منه الانضواء والسرور.



Cell Membrane Proteins

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

جزء لا يتجزأ من cell membrane
تصنف بها جزئية البروتين العلاقة (بارزة من الجبين)

② ليس integral
أيضا integral لكنه ليست بارزة من الجبين فقط واحدة

A. Transmembrane proteins; are integral proteins

serve as:

طريقة عبور المواد الذائبة في الماء

بعض القنوات مفتوحة باستمرار وبعضها يفتح بشروط

تجوفية فقط المواد أقل من القناة تسهيل العبور

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.

كل واحد من همدون الأيونات له العديد من القنوات

الأمم يكون عندك فرق بالتركيز (chemical gradient) فرق بالفولتية (+ -) حتى تعبر المواد

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.

اختلاف إذا كان قطر المادة أكبر من (0.8nm)

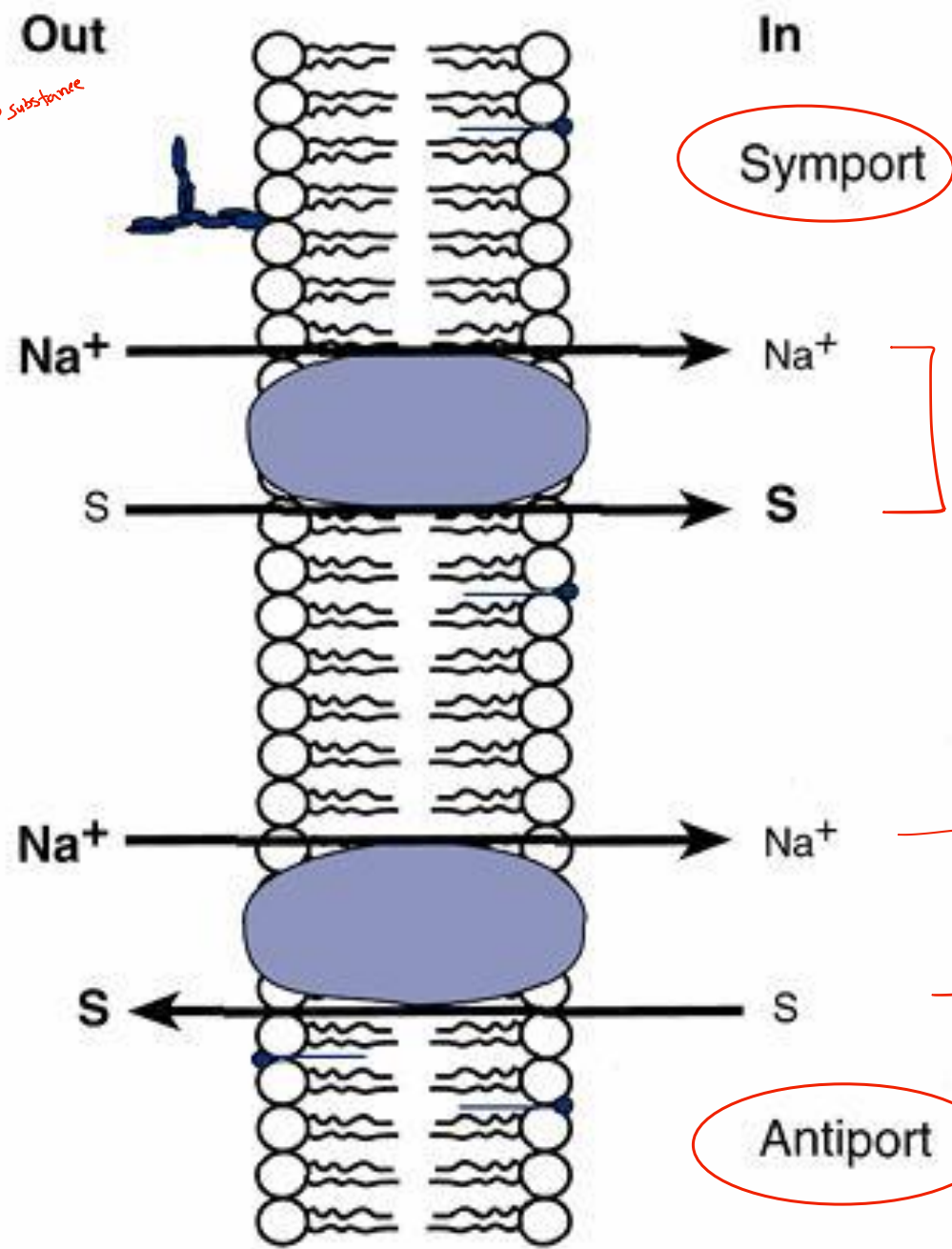
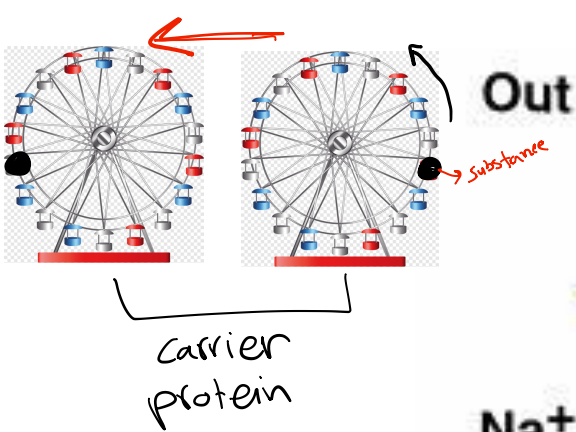
- **Uniport carrier**- a carrier protein that transport **only one** substance
- **Symport carrier**- a carrier protein that transport **more than one** substance
- **Antiport carrier**- a carrier protein that exchange one substance for another

مع بعض لنفس الاتجاه extra → intra

extra → intra

نقل واحد من intra → extra
والثاني من extra → intra

مثل موطف الاستقبال يتأكد من الشحن انه مدعو ويدخله وبعدين يرجع
عشان يدخل غيره و يعزل باستمرار ومثل دوائر الألعاب



Symport

same direction
extra → intra

opposite
direction

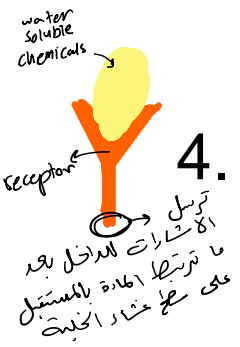
Antiport

مثل $Na-K$ pump ← تصفح هو يوز من الداخل للخارج وهو تركيزه بالخارج اقل بالاضافة للتركيز السحنته و البوتاسيوم من الخارج اقل
 الداخل ونفس الشيء فعمله يشغل عن $chemical + electronical gradient$ مثل واحد بده يكب من من القاع للتمتة
 فهو يحتاج اى طاقة ATP (الطاقة تكون بركبات الفوسفات)

جهاى السياه موجوده بالجسم
 كتيه و خطر جدا
 مثلا خليه استهلكه طاقة 300
 بسبب من هذه الطاقة 80-70 اقل
 Na^+ / K^+ pump

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)

الرسالة التخاليف بين الخليا في جسم الانسان $chemical$ messages
 وما توصل جهاى الرسالة توصل على سطح الخلية اذا كانت المادة دهنية تخترق الغشاء بغيره ولكنه اذا كانت ذائبة في الماء مثل الانولين تحتاج اى

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.

البروتينات مو فعلا لربلا خلية بخلية ممكن ترربلا خلية بروتينات و امتداد داخل الخلية Cytoskeleton
 لا ب connective tissue خارج الخلية مثل basal lamina

خلية تلحق بخلية بد منزقة



نهاد ال tissue رينا يريده تعلق ممكن يغير ممكن حجمه يتغير فاذا خلايا شوي مظهره تعلق فالة شو يسويه ؟ يخاط الخلية لازقة بخلية اكو رجا بس مور رجا جبار هذا النوع الله خالقه يكون في بروتين على سطح الخلية الاولى وبروتين على سطح الخلية الثانية وبينهم مثل حيوان هذا ينطج مجال ال organ ابي رينا رايد تعلق واذا شوي تعلق ممكن ال ECF بين الخليتين يعدي ؟ مبقا ممكن لانه في فراغ قليل ممكن ECF يعدي بينهم هذا هو ال Desmosomes

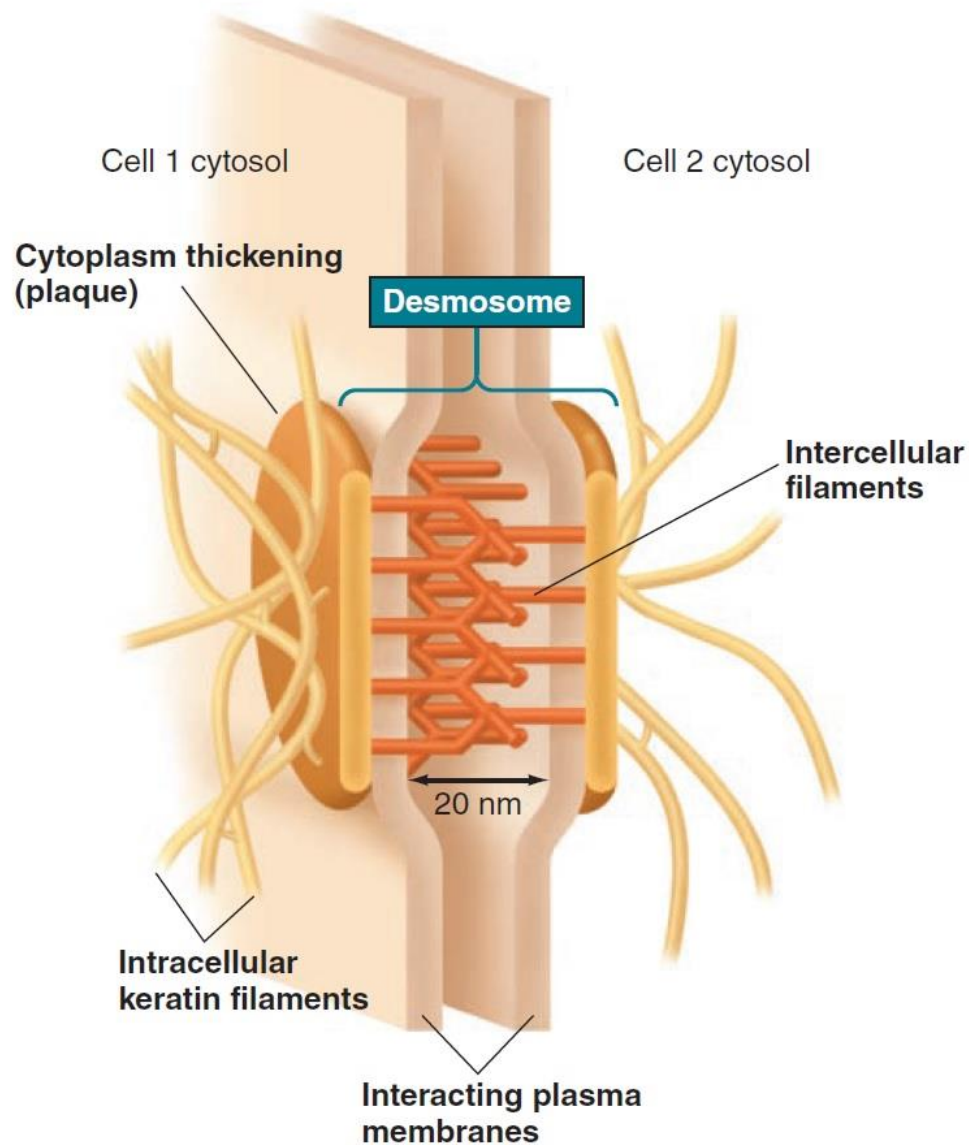
Tight Junction اذا رايد الله ما يفوت ولا فطرة بين الجدارين يلزقم لزقة قوية بنوع تاني هذا لا يسمح بمرور اشي مثل وهو متوقع نهاد ال tissue يتعلق .

اذا ريك يريده مواد داخل السيتوبلازم لهاي الخلية تنتقل مواد داخل سيتوبلازم الخلية الاخرى يخاط بروتين من هون ومن هون ملزقين كصمغ وكل بروتين فيه قناة والقنايين يتواهمون فصار اتصال بين سيتوبلازم الخليتين حتى ممكن الايونات مثل Na^+ , K^+ وغيرها انه تعدي من خلية اى خلية لكنه لا تشطع انه يطع من ال extracellular وهذا النوع من

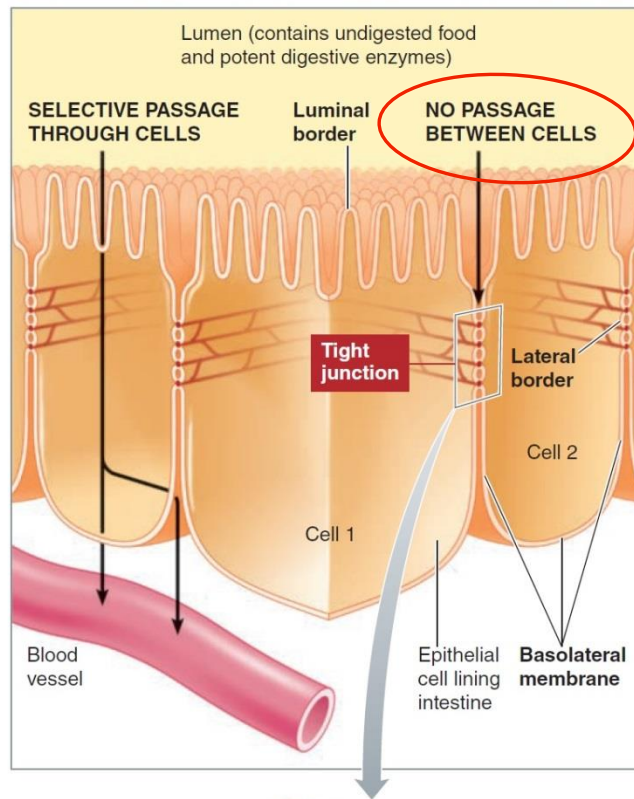
الرجا Gap Junction

* اذا بيده ارجا خلية بد Basement membrane / connective tissue (الخلية نفسها مثلا تغير شكلها مثل ما حكينا عن الحركة البطيئة واستقامتها للحركة الاميبية بتلون جرت نفسها من الفس وتخصرت ؟ خيم راج بال Cell membrane من هوا وحيط تاني راج بال Cell membrane من هوا عن طريق بروتين يعينه الخيط بروتين والاصح ابي يربط الخيط بال Cell membrane بروتين اخر (من نوع ال adhesion) والخيط عندهم قابلية كل واحد يجر التاني وما نهاد ينسحب ونهاد ينسحب بتخصر

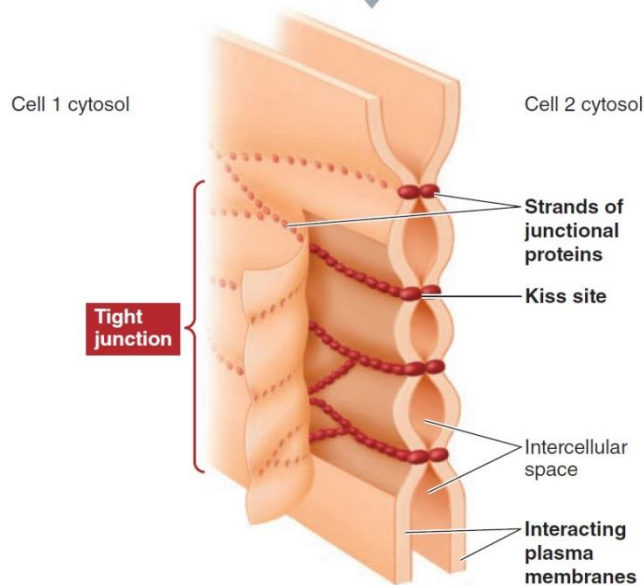
Integrins

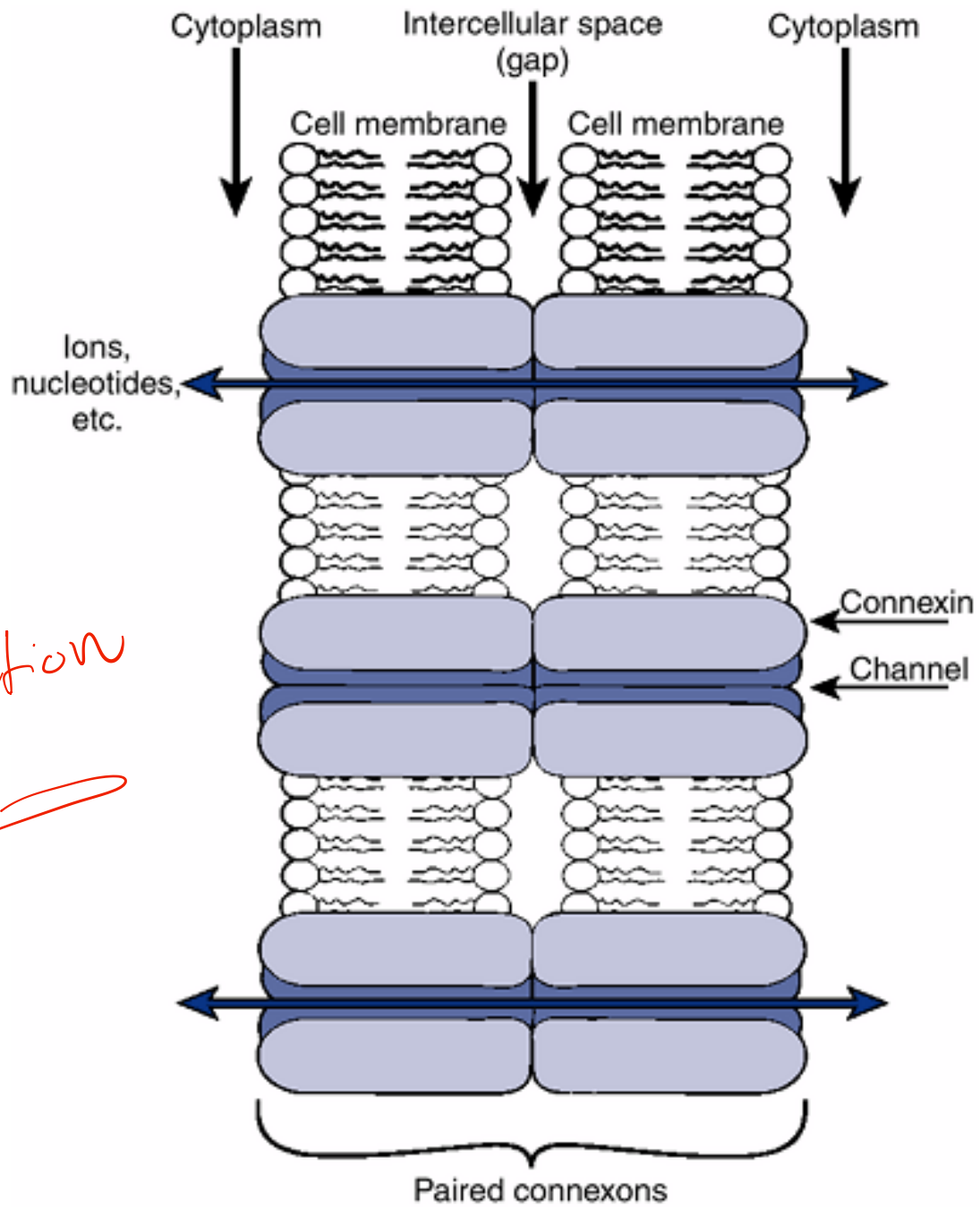


Desmosome. Desmosomes are adhering junctions that spot-rivet cells, anchoring them together in tissues subject to considerable stretching.



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.





Gap Junction

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

Mechanosensitive channels

قناة مشروطة مثل قناة صوديوم مغلقة ما تفتح الا بشروط حسب التلقية وان كان
ومدة مساهمة الشووم يصير عندي تغير ميكانيكي مثل اليد بمجرد ما اخذها
على على بس مشيت السطح حسية ابي حسية شلون تهجت الـ *nerve* ابي
هناك وحسيت؟ سوية فقط على الخلية اذت ابي فتح الـ *mechano sensitive channels*
انفتحت دخل الصوديوم كل سبال عبي كل
Action potential وصل للدماغ وحسنا فيه.

Voltage sensitive

اذا ما تغيرت الفولتية عبر *Cell membrane* لا تفتح وهي موجودة بكثرة
جدا جدا جدا في حسنا
مثل تفاعل العفلة من الصق الكهربائي الحيف لانه انفتحت
Voltage sensitive channel
دخل الصوديوم كل سبال عبي كل *Action potential* فتصلت العفلة.

Chemosensitive channel

لا تفتح الا بيها ايمو كيميائي *Chemical message*

اي بتفتح للداخل تعمل احيانا as a receptor
 * احي من الخارج يعمل كـ enzymes
 فمثلا خلية دمها تتوسع Vesicle وتطرح المادة الكيميائية التي بداخلها مما هي ار Vesicle
 ما تقسم في السيتوبلازم ترتبط اول بشي يبروتين خلف جهة الغشاء من الداخل (intra)
 فعملت كمستقبل لارتباطها ابي غلبه فلما ترتبط بالبروتين البروتين بجاي الغشاء يفتح وتفتح vesicle
 وتطرح محتوياتها للخارج

Cell Membrane Proteins (cont.)

منه نصل ال membrane
 (intra / extra / نحو)

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% تشغل
 as enzymes

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 منه ال membrane لازمة منه بوا لزفة ويا تلتزق بالبروتين
 يا بال phospholipids انهم يستغلوا كارتحات

The Glycocalyx:

كربوهيدرات
 من انواع السكر
 سكار

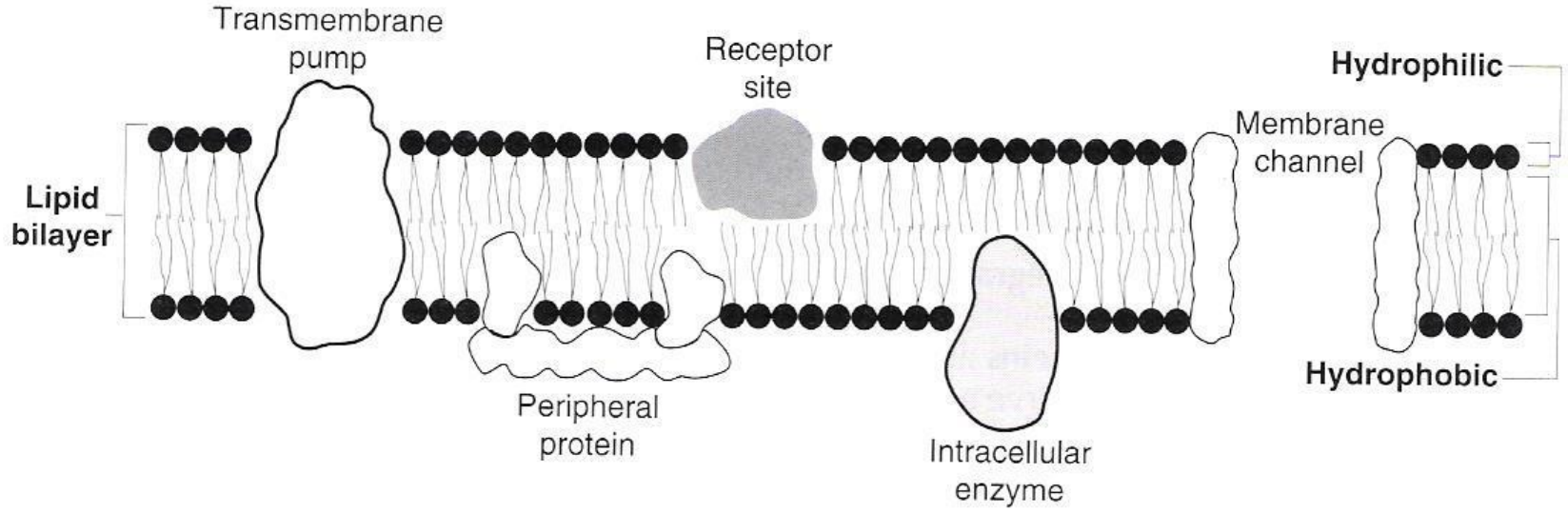
- Some lipids and many of the proteins exposed on the outer surface of the cell membrane are glycosylated (i.e., have short chains of sugars, called oligosaccharides, attached to them like tiny antennas).
- Thus, the entire outside surface of the cell often has a loose carbohydrate coat. This coat is 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).

شحنها سالبة
 تبتد الايونات
 الموجبة خارج
 الغنية خاصة Ca²⁺
 فنلما القلب
 يحتاج ابي Ca²⁺
 فتلك هي حيا لا القلب
 ال glycocalyx
 منبر صيان Ca²⁺
 وكما مستوى
 * سهل ربط +
 * صعب ربط -

خلايا المناعة تحمي الجسم بالدم ويتسوي scan به تتوف خلية غير صغيفة تتجهها وتقتلها
 عنان هيلف كانت تقتل خلايا زرع الاعضاء كيف كانت تعرف انه العضو غريب؟ عند طرقه البنية oligosaccharide

ولكل خلية مهمة
مهمة

عنا نعمل على فهمها واستخدموا ادوية توقف المناعة
اشياء الهامة حتى لا يصير رفض للعضو 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