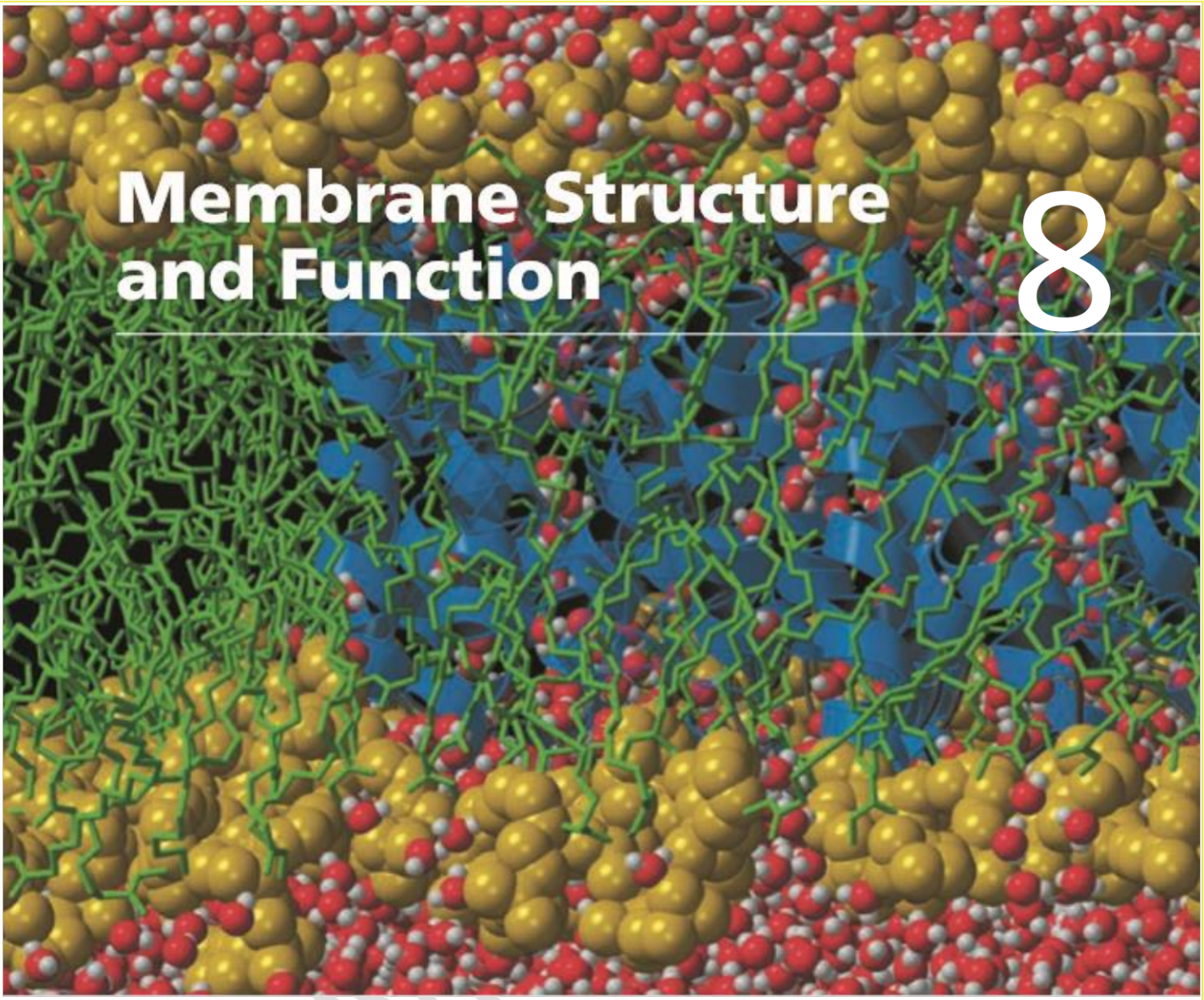


Membrane Structure and Function

8

KEY CONCEPTS

8.1 Cellular membranes are fluid mosaics of lipids and proteins

8.2 Membrane structure results in selective permeability

8.3 Passive transport is diffusion of a substance across a membrane with no energy investment

8.4 Active transport uses energy to move solutes against their gradients

8.5 Bulk transport across the plasma membrane occurs by exocytosis and endocytosis

➢ *Concept 8.1: Cellular membranes are fluid mosaic of lipids and proteins*

- Cell membranes consist of lipids, proteins and carbohydrate.
تتكون أغشية الخلايا من ليبيدات، بروتينات وكربوهيدرات.

- The most abundant lipids in most membranes are phospholipids .

أكثر أنواع الليبيدات توافراً في معظم الأغشية هي الدهون المفسفرة.

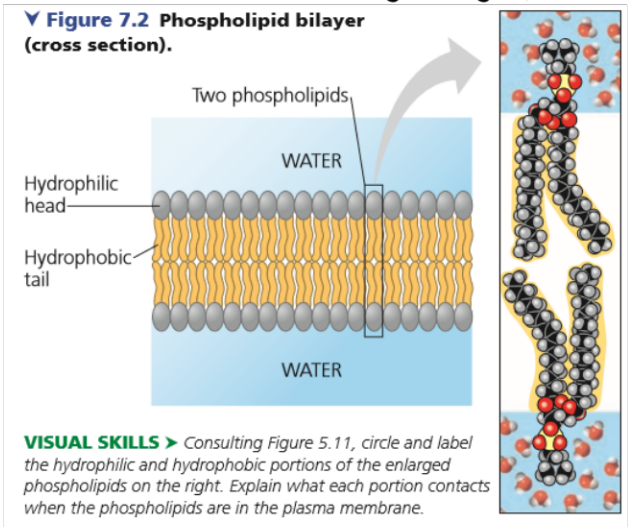
- The ability of phospholipids to form membranes is inherent in their molecular structure. A phospholipid is an amphipathic molecule, meaning it has both a hydrophilic (“water-loving”) region and a hydrophobic (“water-fearing”) region.
تدخل الدهون المفسفرة في تركيب الأغشية الخلوية بسبب تركيبها الجزيئي حيث أنها تعتبر جزيئات Amphipathic حيث أنها تتكون من مناطق محبة للماء ومناطق كارهة للماء في نفس الوقت.

- Other types of membrane lipids are also amphipathic. Proteins are not randomly distributed in the membrane.

بعض جزيئات البروتينات الغشائية Amphipathic أيضا. لا تتوزع البروتينات ضمن الغشاء الخلوي بصورة عشوائية.

- A phospholipid bilayer can exist as a stable boundary between two aqueous compartments because the molecular arrangement shelters the hydrophobic tails of the phospholipids from water while exposing the hydrophilic heads to water.
تتواجد الدهون المفسفرة في الغشاء الخلوي على شكل طبقة ثنائية ، حيث تكون رؤوس هذه الجزيئات على اتصال مع المحاليل المائية والذيول محمية إلى الداخل.

Figure 7.2 Phospholipid bilayer (cross section).



VISUAL SKILLS > *Consulting Figure 5.11, circle and label the hydrophilic and hydrophobic portions of the enlarged phospholipids on the right. Explain what each portion contacts when the phospholipids are in the plasma membrane.*

- Most membrane proteins are amphipathic. Such proteins can reside in the phospholipid bilayer with their hydrophilic regions protruding.

تتواجد البروتينات في الغشاء بحيث يكون الجزء الكاره للماء لها ضمن الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة وتبقى الأجزاء المحبة للماء خارج هذه الطبقة.

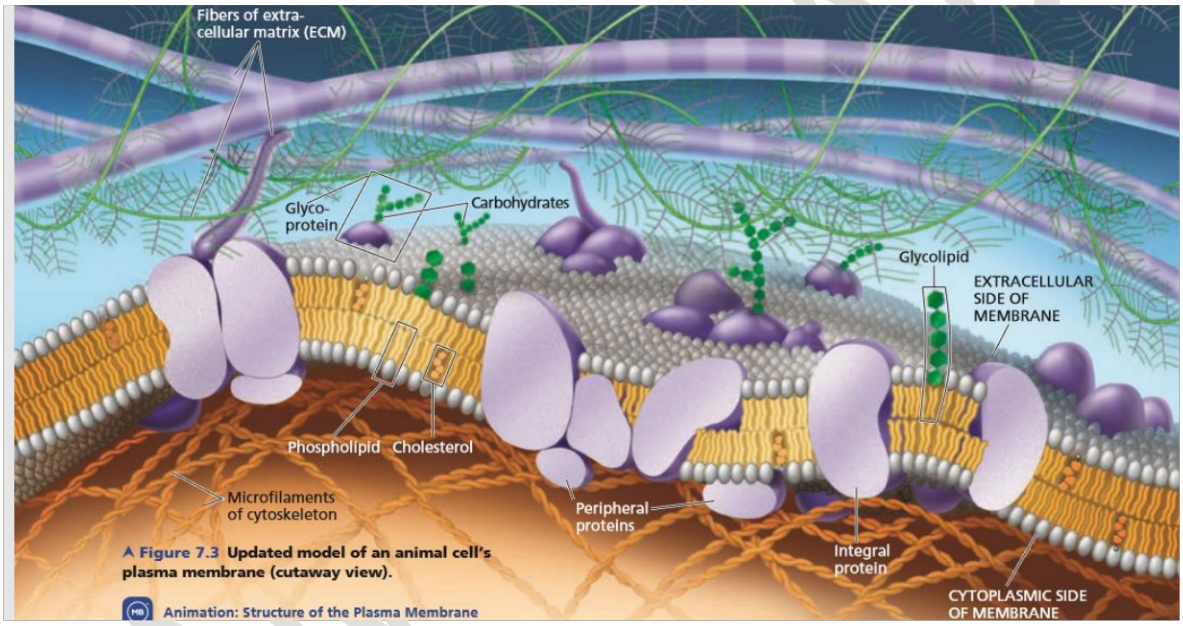
RANA ABBADI

- This molecular orientation maximizes contact of hydrophilic regions of proteins with water in the cytosol and extracellular fluid, while providing their hydrophobic parts with a non-aqueous environment.

يزيد هذا الترتيب من ملامسة المناطق المحبة للماء في البروتينات للماء الموجود في السيتوسول والسوائل خارج الخلية ، مع تزويد الأجزاء غير المحبة للماء ببيئة غير مائية.

- The fluid mosaic model: the membrane is a mosaic of protein molecules bobbing in a fluid bilayer of phospholipids.

يفيد هذا النموذج بأن الغشاء عبارة عن فسيفساء من جزيئات البروتين تتمايل في طبقة ثنائية سائلة من الدهون المفسفرة.



A Figure 7.3 Updated model of an animal cell's plasma membrane (cutaway view).

✓ The membrane consists of a phospholipid bilayer with proteins attached to it.

يتكون الغشاء الخلوي من طبقة ثنائية من الدهون المفسفرة المرتبطة ببروتينات.

✓ Some proteins are embedded in the phospholipid bilayer; they are called integral proteins. Other proteins are attached to the periphery or to integral proteins, these proteins are called peripheral proteins.

قد تخترق البروتينات الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة وتسمىIntegral أو قد تتصل بأطرافها فقط لتسمى Peripheral.

- ✓ In animal cells, the membrane also consists of cholesterol which acts as fluidity buffer.

لاحظ وجود جزيئات من الكوليسترول في أغشية الخلايا الحيوانية حيث يعمل الكوليسترول كمنظم لسيولة الغشاء.

- ✓ Carbohydrates are attached to membrane proteins forming glycoproteins or to lipids forming glycolipids.

لاحظ ارتباط جزيئات من الكربوهيدرات مع البروتينات لتشكل Glycoprotein أو مع الليبيدات لتشكل Glycolipid.

• The Fluidity of Membranes

- A membrane is held together mainly by hydrophobic interactions, which are much weaker than covalent bonds.
  ترتبط مكونات الغشاء الخلوي ببعضها البعض من خلال تفاعلات كارهة للماء Hydrophobic والتي تكون أضعف من الروابط التساهمية.

- Membrane lipids can move in two ways:

أنواع حركة الليبيدات ضمن الغشاء الخلوي

1. Sideways movement which is rapid.

حركة جانبية وهي حركة سريعة.

2. Flip-flop movement which is a very rare movement in which the phospholipid switching from layer to another.

حركة انقلابية حيث يبدل جزيء الدهون المفسفر موقعه من طبقة إلى أخرى وتكون هذه الحركة نادرة.

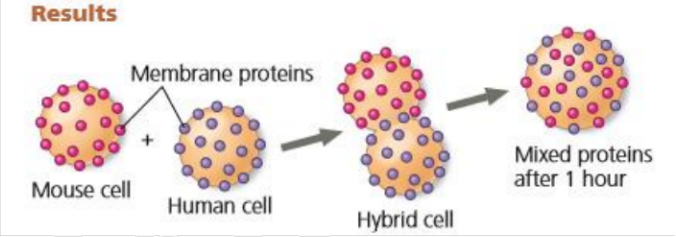
- Proteins are much larger than lipids and move more slowly, but some membrane proteins do drift.
  البروتينات أكبر حجماً من الدهون المفسفرة وبالتالي فإن حركتها أبطأ ، لكن مع ذلك فإنها تتحرك.

RAMA ABBADI

- To prove the movement of proteins, an experiment was done by Larry Frye and Michael Edidin. They labeled the plasma membrane proteins of a mouse cell and a human cell with two different markers and fused the cells. Using a microscope, they observed the markers on the hybrid cell.

لاثبات حركة البروتينات قام العالمين Larry Frye and Michael Edidin بتصميم تجربة عن طريق عمل ليبل للبروتينات الغشائية لكل من خلية إنسان وخلية فأر ثم دمج الخلايا ببعضها.

- ✓ Conclusion: the mixing of the mouse and human membrane proteins indicates that at least some membrane proteins move sideways within the plane of the plasma membrane.



نتيجة التجربة: يشير امتزاج بروتينات الفأر والبروتينات البشرية إلى أن بعض بروتينات الغشاء على الأقل تتحرك في اتجاه جانبي داخل الغشاء البلازمي.

- Movement of proteins حركة البروتينات :

1. Some membrane proteins seem to move in a highly directed manner, perhaps driven along cytoskeletal fibers in the cell by motor proteins connected to the membrane proteins' cytoplasmic regions.

بعض البروتينات الغشائية تتحرك عبر مسارات موجهة بشكل عالي، حيث أنها تنتقل داخل الخلية على طول ألياف الهيكل الخلوي بمساعدة بروتينات ناقلة متصلة بالجزء الستوبلازمي للغشاء الخلوي.

2. Many other membrane proteins seem to be held immobile by their attachment to the cytoskeleton or to the extracellular matrix.

تبدو العديد من البروتينات ثابتة ، حيث تثبت نفسها داخل الخلية عن طريق ارتباطها بعناصر الهيكل الخلوي أو إلى الخارج عن طريق ارتباطها بالنسيج خارج الخلوي.

- A membrane remains fluid as temperature decreases until the phospholipids settle into a closely packed arrangement and the membrane solidifies.

يبقى الغشاء الخلوي في حالة السيولة عند درجات الحرارة المنخفضة حتى تصبح الدهون المفسفرة قادرة على التجمع والارتباط فيما بينها حتى يتحول الغشاء إلى الحالة الصلبة.

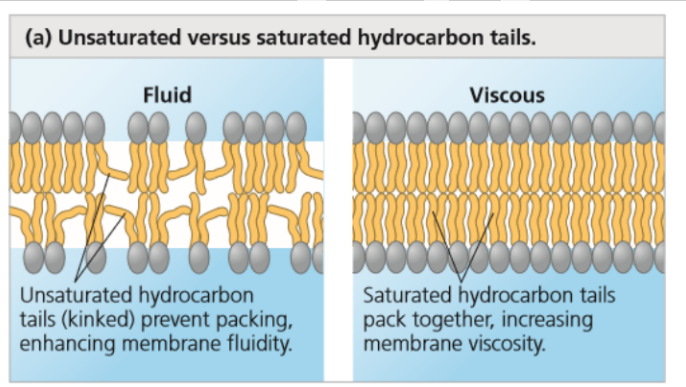
RAMA ABDI

- The temperature at which a membrane solidified depends on the types of lipids it is made of.

تعتمد درجة الحرارة التي يتحول عندها الغشاء إلى الحالة الصلبة على نوع الليبيدات المكونة له .

- As the temperature decreases, the membrane remains fluid to a lower temperature if it is rich in phospholipids with unsaturated hydrocarbon tails, because of kinks in the tail where double bonds are located, unsaturated hydrocarbon tail cannot pack together as closely as saturated hydrocarbon tails making the membrane more fluid.

عند انخفاض درجة الحرارة، سيبقة الغشاء في حالة السيولة إذا كان الغشاء مكون من Unsaturated fatty acids وذلك لأن هذه الأحماض الدهنية تمتلك روابط ثنائية تسبب وجود انحناءات فيها مما يمنعها من الالتصاق ببعضها البعض عند درجات الحرارة المنخفضة بينما الأحماض الدهنية المشبعة Saturated لا تمتلك أي روابط ثنائية ولا انحناءات بالتالي تستطيع الالتصاق ببعضها وتتحول إلى حالة الصلابة عند درجة حرارة أعلى.



- The steroid cholesterol, which is wedged between phospholipid molecules in the plasma membranes of animal cells, has different effects on membrane fluidity at different temperatures.

يتواجد الكوليسترول في أغشية الخلايا الحيوانية وله تأثير مختلف على سيولة الغشاء عند درجات حرارة مختلفة.

- At relatively high temperatures—at 37°C, the body temperature of humans, for example cholesterol makes the membrane less fluid by restraining phospholipid movement.

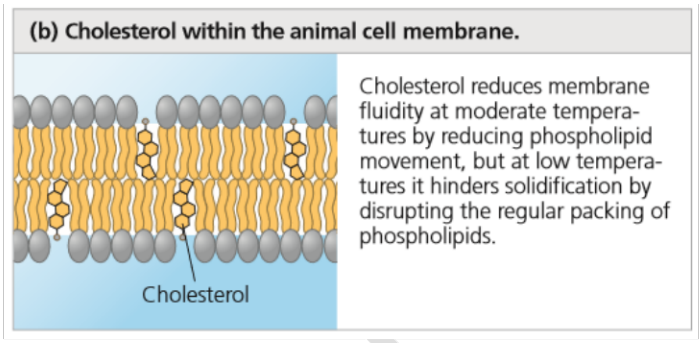
عند درجات الحرارة المرتفعة نسبياً ، مثل درجة حرارة جسم الإنسان "37 سليسيوس" ، يجعل الكوليسترول الغشاء الخلوي أقل سيولة عن طريق تقييد حركة الدهون المفسفرة.

- Cholesterol also hinders the close packing of phospholipids, so it lowers the temperature required for the membrane to solidify.

كما يعمل الكوليسترول على منع التصاق جزيئات الدهون المفسفرة ببعضها البعض وبالتالي تقليل درجة الحرارة التي يتحول فيها الغشاء إلى الحالة الصلبة.

➲ Thus, cholesterol can be thought of as a "fluidity buffer" for the membrane, resisting changes in membrane fluidity that can be caused by changes in temperature.

بالتالي ، يمكننا اعتبار الكوليسترول ك "منظم لسيولة الأغشية" حيث يعمل على مقاومة التغير في سيولة الغشاء الناتجة عن تغير درجات الحرارة.



• Membrane Proteins and Their Function

- A membrane is a collage of different proteins, often clustered together in groups, embedded in the fluid matrix of the lipid bilayer.

الغشاء الخلوي: عبارة عن مجموعة من البروتينات المختلفة التي تتجمع غالباً مع بعضها في مجموعات وتكون مثبتة داخل طبقة ثنائية من الدهون المفسفرة.

- In the plasma membrane of red blood cells alone, for example, more than 50 kinds of proteins have been found so far.

يتواجد في الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء Red blood cells حوالي أكثر من 50 نوع من البروتينات.

- Different types of cells contain different sets of membrane proteins. Also, Various membranes within a cell each have a unique collection of proteins.

تختلف أنواع الخلايا المختلفة في مجموعة البروتينات المكونة لأغشيتها. تختلف الأغشية المختلفة في الخلية نفسها بذلك أيضاً.

- Phospholipids form the main fabric of the membrane, but proteins determine most of the membrane's functions.

تمثل الدهون المفسفرة البنية الأساسية للغشاء الخلوي ، لكن البروتينات هي التي تكون مسؤولة عن تحديد وظائفه.

- There are two major populations of membrane proteins:

1. Integral proteins.
2. Peripheral proteins.

RAMA ABBADI

- Integral proteins:

  ✓ Penetrate the hydrophobic interior of the lipid bilayer.

تخترق هذه البروتينات المنطقة الكارهة للماء في طبقة الليبيدات الثنائية.

  ✓ The majority is transmembrane proteins.
  ✓ The hydrophobic regions of an integral protein consist of one or more stretches of nonpolar amino acids, typically 20–30 amino acids in length, usually coiled into α helices.

تتكون المنطقة الكارهة للماء لهذه البروتينات من منحنيات ألفا ، حيث تتكون هذه المنحنيات من حموض أمينية غير قطبية (يصل عددها إلى20 - 30حمض أميني) .

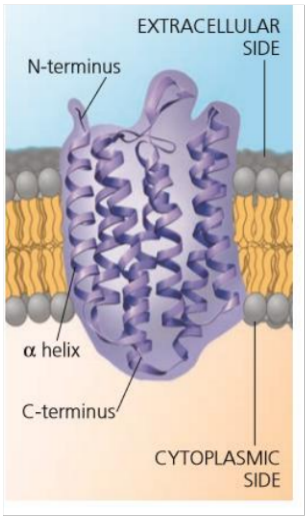
✓ The hydrophilic parts of the molecule are exposed to the aqueous solutions on either side of the membrane.

تمتد المناطق المحبة للماء من هذه البروتينات خارج حدود الغشاء ، بحيث تكون على اتصال مع المحاليل المائية على جانبي الغشاء (السيتوسول والسائل خارج الخلوي).

✓ Some proteins also have one or more hydrophilic channels that allow passage through the membrane of hydrophilic substances.

تحتوي بعض البروتينات على قناة أو أكثر محبة للماء تسمح بمرور المواد المحبة للماء عبر الغشاء.

- The following figures shows an integral protein. Bacteriorhodopsin (a bacterial transport protein) has a distinct orientation in the membrane, with its N-terminus outside the cell and its C-terminus inside.



Bacteriorhodopsin هو بروتين بكتيري ناقل، نهايته الأمينية خارج الخلية، والنهاية الكربوكسيلية داخل الخلية.

- This ribbon model highlights the secondary structure of the hydrophobic parts, including seven transmembrane α helices, which lie mostly within the hydrophobic interior of the membrane.

المناطق التي تخترق طبقة الدهون المفسفرة تكون كارهة للماء حيث تتكون من 7 منحنيات ألفا Seven alpha helices مكونة من أحماض أمينية غير قطبية .

RAYA ABBADI

- The non-helical hydrophilic segments are in contact with the aqueous solutions on the extracellular and cytoplasmic sides of the membrane.

توجود مناطق تمتد خارج طبقة الدهون المفسفرة حيث تكون على اتصال مع المحاليل المائية داخل وخارج الغشاء.

- Peripheral proteins:

✓ They are not embedded in the lipid bilayer at all; they are appendages loosely bound to the surface of membrane, often to exposed parts of integral proteins.

لا تخترق هذه البروتينات طبقة الليبيدات الثنائية ، إنما تكون عبارة عن زوائد ترتبط بصورة ضعيفة بسطح الغشاء ، غالباً ما ترتبط مع أجزاء ممتدة من Integral proteins.

- On the cytoplasmic side of the plasma membrane, some membrane proteins are held in place by attachment to the cytoskeleton.

في الجزء السيتوبلازمي للخلية : تثبت هذه البروتينات نفسها عن طريق الارتباط بالهيكل الخلوي.

- On the extracellular side, certain membrane proteins are attached to fibers of the extracellular matrix.

في الجزء الخارج خلوي للخلية : تثبت هذه البروتينات نفسها عن طريق الارتباط بألياف الحشوة الخارج خلوية

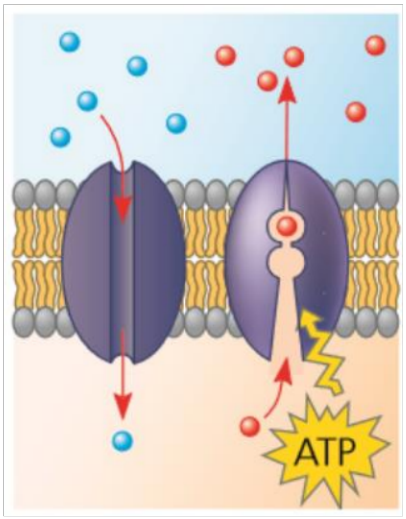
- These attachments combine to give animal cells a stronger framework than the plasma membrane alone could provide.

تعمل ارتباطات هذه البروتين مجتمعة على توفير إطار ودعامة قوية أكبر من تلك التي يوفرها الغشاء البلازمي وحده في الخلايا الحيوانية.

- A single cell may have cell-surface membrane proteins that carry out several different functions, such as transport through the cell membrane, enzymatic activity, or attaching a cell to either a neighboring cell or the extracellular matrix. The membrane is not only a structural mosaic, with many proteins embedded in the membrane, but also a functional mosaic, carrying out a range of functions.

RAMA ABBADI

- **Functions of proteins:**



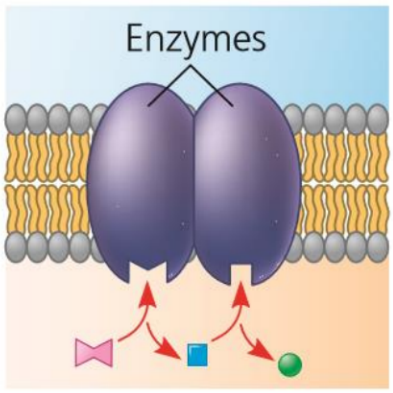
- **Transport النقل**

(1) A protein may provide a hydrophilic channel across the membrane that is selective for a particular solute.

الشكل (1): يتكون البروتين من قنوات محبة للماء تمتد عبر الغشاء ، تكون هذه القنوات انتقائية لنوع واحد من المواد المذابة (تسمح بمرور نوع واحد من المواد دون غيره).

(2) Other transport proteins shuttle a substance from one side to the other by changing shape.

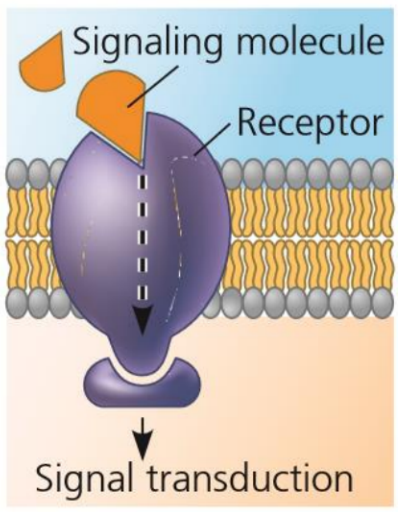
الشكل (2): تقوم بعض البروتينات الناقلة بنقل المواد من جهة الى جهة أُخرى عبر الغشاء عن طريق تغيير شكلها.



- **Enzymatic activity النشاط الإنزيمي**

A protein built into the membrane may be an enzyme with its active site exposed to substances in the adjacent solution.

يمكن أن تكون البروتينات عبارة عن انزيمات ذات موقع نشط حيث يكون الموقع النشط مكشوفاً لمواد المحاليل المجاورة.



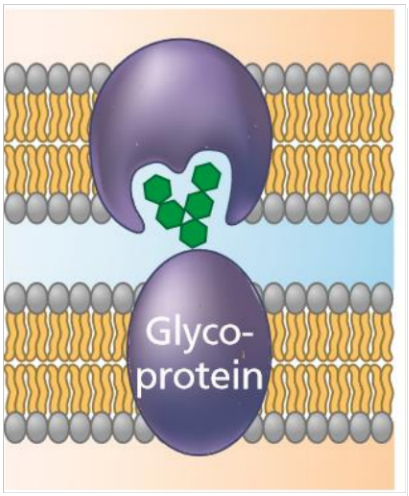
- **Signal transduction نقل الاشارات**

A membrane protein (receptor) may have a binding site with a specific shape that fits the shape of a chemical messenger, such as a hormone.

تمتلك بعض البروتينات مواقع ارتباط ذات شكل محدد بحيث يكون شكل هذا الموقع ملائماً لشكل ناقل كيميائي متل الهرمونات.

The external messenger (signaling molecule) may cause the protein to change shape, allowing it to relay the message to the inside of the cell, usually by binding to a cytoplasmic protein

يعمل جزيء الارسال الخارجي على تغيير شكل البروتين مما يسمح له ايصال الرسالة التي يحملها الى داخل الخلية.



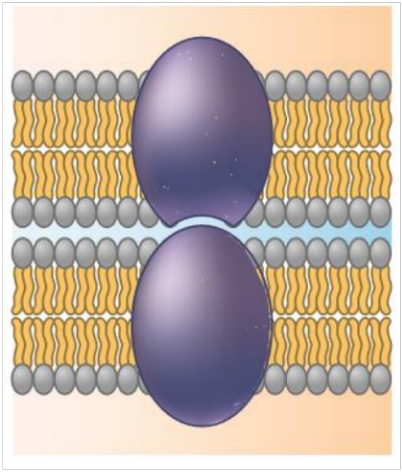
- **Cell - cell recognition التعرف الخلوي**

Some glycoproteins serve as identification a tag that is specifically recognized by membrane protein of other cells.

تعمل بعض البروتينات السكرية كإشارات تعريفية بحيث تتعرف عليها أنواع معينة من البروتينات لخلية أخرى.

This type of binding is short lived.

يكون هذا النوع من الترابط قصير الأمد (يستمر لفترة قصيرة).



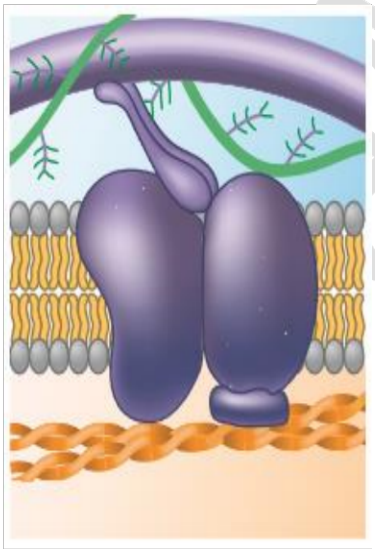
- **Intercellular joining الاتصال داخل خلوي**

Membrane proteins of adjacent cells may hook together in various kinds of junctions such as: gap junctions or tight junctions

ترتبط البروتينات الغشائية للخلايا المتجاورة بأنواع عدة من الروابط مثل : gap junctions or tight junctions.

This type of binding is long- lasting.

هذا النوع من الترابط طويل الأمد.



- **Attachment to the cytoskeleton and extracellular matrix:**

الاتصال بالهيكل الخلوي و الحشوة الخارج خلوية

Microfilament and cytoskeleton elements may be non-covalently bond to membrane protein, so that can help maintain the shape of the cell and stabilize its location.

ترتبط الخيوط الدقيقة وعناصر أخرى للهيكل الخلوي برابطة غير تساهمية مع البروتينات الغشائية ، مما يساعد الخلية على المحافظة على شكلها وتثبيت موقعها.

Proteins that can bind to ECM molecules can coordinate extracellular and intracellular changes.

البروتينات القادرة على الارتباط بالجزيئات الموجودة في ال ECM تستطيع تنظيم التغيرات الداخلية والخارجية.

- ***Importance of membrane proteins in the medical field:***

∝ A protein called CD4 on the surface of immune cells helps the human immunodeficiency virus (HIV) infect these cells, leading to acquired immune deficiency syndrome (AIDS).

يتواجد بروتين CD4 على سطح الخلايا المناعية حيث يساعد في إصابة فيروس نقص المناعة البشري لهذه الخلايا ، مما يسبب في الإصابة بمتلازمة نقص المناعة المكتسبة (الإيدز).

∝ Despite multiple exposures to HIV, however, a small number of people do not develop AIDS and show no evidence of HIV-infected cells.

وجد العلماء أنه على الرغم من تعرف قلة من الناس لهذا الفيروس إلى انهم لا يصابون بمرض نفص المناعة البشري.

∝ Comparing their genes with the genes of infected individuals, researchers learned that resistant people have an unusual form of a gene that codes for an immune cell-surface protein called CCR5.

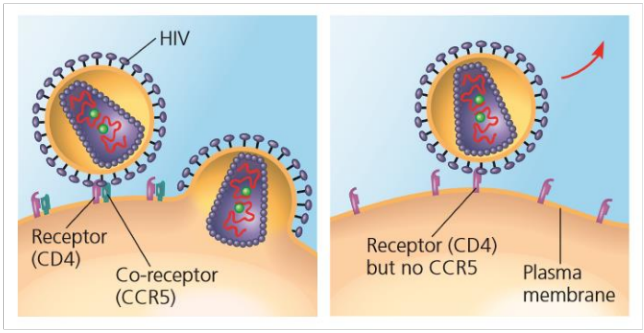
عند مقارنة جيناتهم مع جينات المرضى المصابين، تبين أن الناس المقاومين لهذا المرض يفتقدون لبروتين يوجد على سطح خلايا المناعة يسمى CCR5.

∝ Further work showed that although CD4 is the main HIV receptor, HIV must also bind to CCR5 as a “co-receptor” to infect most cells.

تبين بعد ذلك أنه لاصابة الخلايا بالفيروس، يجب على الفيروس الارتباط بكلا المستبقل CD4 والمستقبل المساعد CCR5.

∝ An absence of CCR5 on the cells of resistant individuals, due to the gene alteration, prevents the virus from entering the cells.

غياب البروتين CCR5 نتيجة لتغير في الجينات يمنع الفيروس من دخول خلايا المناعة واصابتها.



∝ Interfering with CD4 causes dangerous side effects because of its many important functions in cells. Discovery of the CCR5 co-receptor provided a safer target for development of drugs that mask this protein and block HIV entry. One such drug, maraviroc (brand name Selzentry), was approved for treatment of HIV in 2007 and is now being tested to determine whether this drug might also work to prevent HIV infection in uninfected, at-risk patients.

RAMA ABADI

• The Roles of Carbohydrates in Cell-Cell Recognition

- Cell-cell recognition, a cell's ability to distinguish one type of neighboring cell from another, is crucial to the functioning of an organism.

التعرف الخلوي: قدرة الخلية على التعرف على نوع واحد من الخلايا المجاورة عن غيرها، حيث تعتبر من الوظائف الهامة للكائن الحي.

- Importance of cell-cell recognition:

1) Sorting of cells into tissues and organs in an animal embryo.

فرز الخلايا إلى أنسجة وأعضاء داخل جنين الحيوان.

2) It is the basis for the rejection of foreign cells by the immune system (line of defense in vertebrate animals.

تعتبر الأساس في رفض الأجسام الغريبة من قبل جهاز المناعة.

➲ Cells recognize other cells by binding to molecules, often containing carbohydrates, on the extracellular surface of the plasma membrane.

تتعرف الخلية على الخلايا الأخرى من خلال ارتباطها بجزيئات على السطح الخارجي للغشاء البلازمي (حيث تحتوي هذه الجزيئات أحيانا على الكربوهيدرات).

- Membrane carbohydrates:

✓ Short, branched chains of fewer than 15 sugar units.

الكربوهيدرات الغشائية: سلاسل قصيرة متفرعة تتكون من أقل من 15 وحدة سكر.

✓ Binding of a carbohydrate to a protein by a covalent bond forms a glycoprotein.

✓ Binding of a carbohydrate to a lipid by a covalent bond forms a glycolipid.

✓ The carbohydrates on the extracellular side of the plasma membrane vary from species to species, among individuals of the same species, and even from one cell type to another in a single individual.

تختلف الكربوهيدرات التي تتواجد على الجزء خارج الخلوي للغشاء البلازمي بين الأنواع المختلفة بين الكائنات الحية أو حتى بين أفراد النوع الواحد أو حتى بين أنواع الخلايا المختلفة ضمن الفرد الواحد.

RAMA ABADI

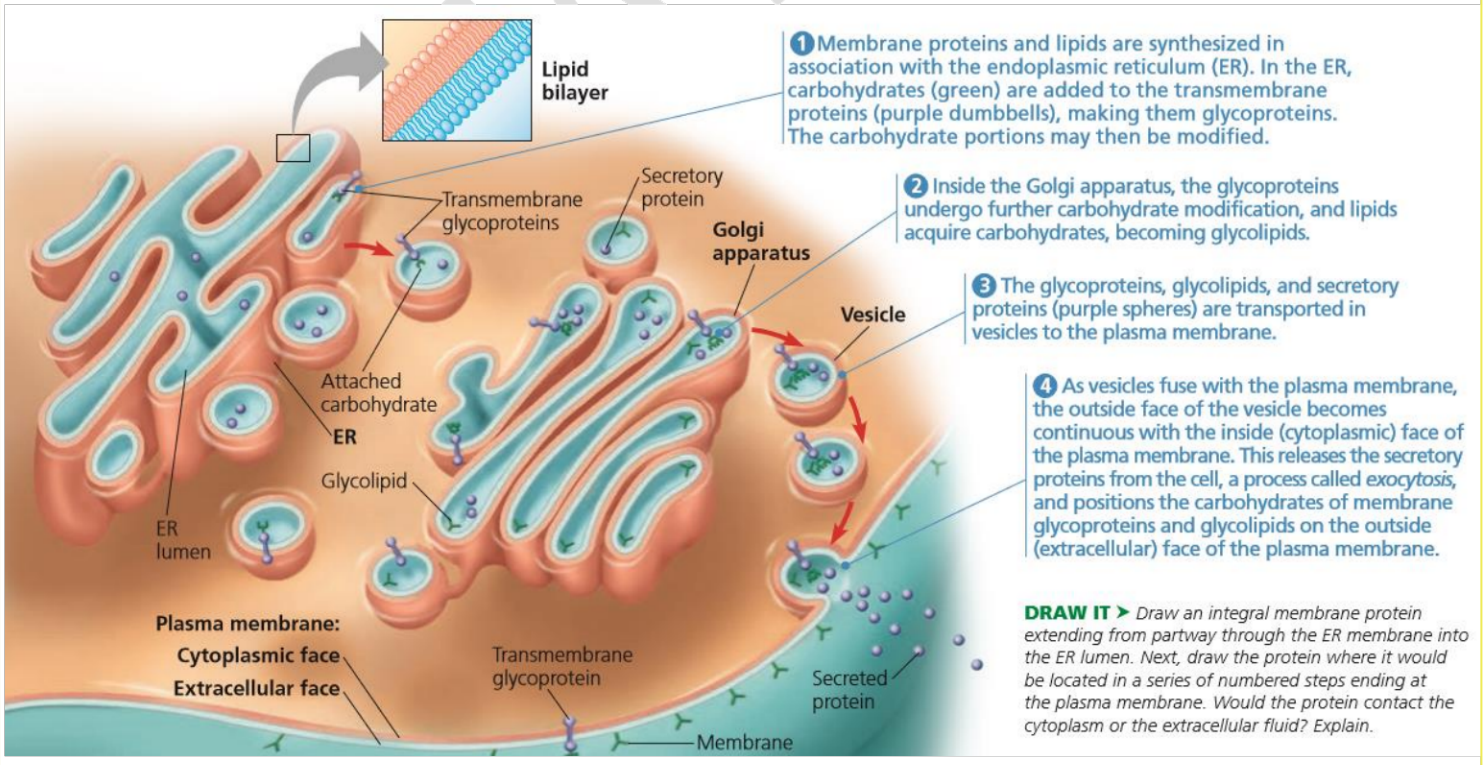
➲ For example, the four human blood types designated A, B, AB, and O reflects variation in the carbohydrate part of glycoproteins on the surface of red blood cells.

مثال: هنالك أربع فصائل الدم في الإنسان A , B , AB , O حيث تعكس وجود هذه الفصائل اختلافات في الجزء الكربوهيدراتي للبروتينات السكرية على سطح خلايا الدم الحمراء.

• Synthesis and Sidedness of Membranes

▪ Membranes have distinct inside and outside faces. The two lipid layers may differ in lipid composition, and each protein has directional orientation in the membrane. The asymmetrical arrangement of proteins, lipids, and their associated carbohydrates in the plasma membrane is determined as the membrane is being built by the endoplasmic reticulum (ER) and Golgi apparatus, components of the endomembrane system.

الأغشية لها وجوه داخلية وخارجية مختلفة عن بعضها .قد تختلف طبقتان الليبيد في تكوين الدهون ، ولكل بروتين اتجاه اتجاهي في الغشاء .يتم تحديد الترتيب غير المتماثل للبروتينات والدهون والكربوهيدرات المرتبطة بها في الغشاء البلازمي عند بناء الغشاء بواسطة الشبكة الاندوبلازمية وأجسام غولجي .



1. يتم صنع بروتينات ودهون الغشاء في الشبكة الاندوبلازمية. ال الشبكة الاندوبلازمية يتم اضافة الكربوهيدرات للبروتينات لتكوين البروتينات السكرية، الجزء الكربوهيدراتي يمكن أن يُعدل بعد ذلك.
2. داخل أجسام غولجي، يتم التعديل على الكربوهيدرات في البروتنيات السكرية ويتم اضافة كربوهيدرات لليبيد لتكوين glycolipid.
3. يتم نقل البروتينات اوالدهون السكرية والبروتينات الافرازية إلى الغشاء البلازمي بواسطة حويصلات.
4. تلتحم الحويصلة بالغشاء البلازمي ، بحيث يصبح الوجه الخارجي للحويصلة متصل مع الوجه الداخلي للغشاء البلازمي. لق البروتينات الإفرازية إلى خارج الخلية من خلال عملية تسمى الإفراز الخلوي.

➢ *Concept 8.2: Membrane structure results in selective permeability*

- The most important function of membranes is their ability to regulate transport across cellular boundaries, a function essential to the cell's existence.

تكمن الوظيفة الأساسية للأغشية الخلوية في قدرتها على تنظيم نقل المواد عبر الحدود الخلوية حيث تعتبر وظيفة مهمة لبقاء الخلايا واستمرارها.

✓ Ions moves across the plasma membrane in both directions.

تتحرك الأيونات في كلا الاتجاهين عبر الغشاء البلازمي للخلية.

- The chemical exchanges between a muscle cell and the extracellular:

A. Sugars, amino acids, and other nutrients enter the cell, and metabolic waste products leave it.

تدخل كل من السكريات، الأحماض الأمينية والمغذيات إلى الخلايا في حين تغادر كل من فضلات عمليات الأيض.

B. The cell takes in O2 for use in cellular respiration and expels CO2.

تأخذ الخلايا الأكسجين اللازم لعملية التنفس الخلوي و تطلق ثاني أكسيد الكربون.

C. The cell regulates its concentrations of inorganic ions, such as Na+, K+, Ca2+, and Cl-, by shuttling them one way or the other across the plasma membrane تعمل

تنظم الخلا تركيز الأيونات غير العضوية فيها (مثل الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم والكلور) عن طريق نقلها من جانب إلى آخر عبر الغشاء الخلوي.

RAYA ABBADI

✓ Cell membranes are selectively permeable and substances do not cross the barrier indiscriminately. The cell is able to take up some small molecules and ions and exclude others.

تعتبر الأغشية الخلوي أغشية انتقائية النفاذية ، حيث لا تستطيع المواد عبور الخلايا دون تمييز بينها وبالتالي تكون الخلايا على إدخال بعض الجزيئات وعزل البعض الآخر.

• The Permeability of the Lipid Bilayer

- Nonpolar molecules, such as hydrocarbons, CO2, and 02, are hydrophobic, as are lipids. They can all therefore dissolve in the lipid bilayer of the membrane and cross it easily, without the aid of membrane proteins.

تعتبر الجزيئات غير القطبية مثل الهيدروكربونات ، ثاني أكسيد الكربون، الأكسجين جزيئات كارهة للماء (ذات تركيب مشابه لتركيب الليبيدات)، بالتالي تستطيع الذوبان في طبقة الدهون الثنائية للغشاء والمرور عبره بسهولة دون مساعدة البروتينات الغشائية.

- The hydrophobic interior of the membrane impedes direct passage through the membrane of ions and polar molecules, which are hydrophilic.

تمنع المنطقة الداخلية الكارهة للماء للدهون المفسفرة "الغشاء الخلوي" على منع مرور الأيونات والجزيئات القطبية التي تكون محبة للماء ، ومن الأمثلة على هذه المواد :

A) Polar molecules such as glucose and other sugars pass only slowly through a lipid bilayer, and even water, a very small polar molecule, does not cross rapidly relative to non-polar molecules.

الجزيئات القطبية مثل سكر الغلوكوز والماء وغيرهم من الجزيئات القطبية الصغيرة تستطيع اختراق الغشاء ولكن بسرعة بطيئة جداً مقارنةً مع الجزيئات الكارهة للماء.

B) A charged atom or molecule and its surrounding shell of water are even less likely to penetrate the hydrophobic interior of the membrane.

الذرات والجزيئات المشحونة لها قدرة قليلة على اختراق الجزء الداخلي الكاره للماء للغشاء البلازمي.

- Polar and charged molecules need **Transport Proteins** in order to pass the plasma membrane.

الجزيئات القطبية والجزيئات المشحونة تحتاج إلى بروتينات لتساعدها على الانتقال عبر الغشاء البلازمي.

RAMA ABADI

Transport Proteins

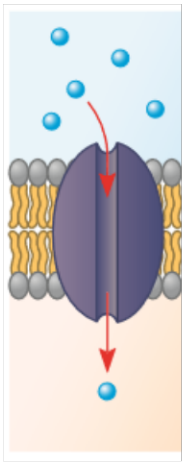
- Hydrophilic substances can avoid contact with the lipid bilayer by passing through transport proteins that span the membrane.

تستخدم المواد المحبة للماء (القنوات البروتينية Transport protein)للمرور من خلالها تجنباً الاتصال مع طبقة الدهون المفسفرة الثنائية.

- Types of transport proteins:

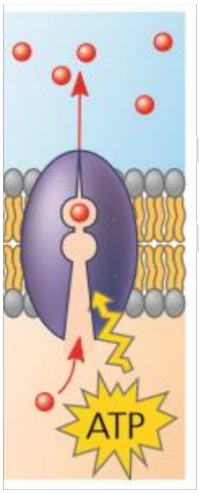
1) **Channel proteins:** hydrophobic channel that certain molecules or atomic ions use as a tunnel through the membrane.

القنوات البروتينية : قنوات محبة للماء تستخدمها بعض الجزيئات والأيونات كممرات للعبور عبر الأغشية الخلوية.



Example: Aquaporins, Channel protein that facilitate the passage of water molecules in certain cells. Without aquaporins, only a tiny fraction of these water molecules would pass through the same area of the cell membrane in a second, so the channel protein brings about a tremendous increase in rate.

بدون وجود القنوات المائية لا تستطيع سوى نسبة ضئيلة Tiny من جزيئات الماء العبور عبر الغشاء الخلوي في الثانية الواحدة، وبالتالي فإن هذه القنوات تزيد من سرعة مرور جزيئات الماء.



2) **Carrier proteins**: hold onto their passengers and change shape in a way that shuttles them across the membrane.

البروتينات الحاملة: ترتبط بالمادة المراد نقلها ثم تغير شكلها بطريقة معينة تساعد في نقل هذه المواد عبر الغشاء.

✓ A transport protein is specific for the substance it translocates (moves), allowing only a certain substance (or a small group of related substances) to cross the membrane.

البروتينات الناقلة محددة في المواد التي تنقلها ، بحيث تستطيع نقل نوع واحد (أو أنواع متقاربة)من المواد عبر الغشاء.

RANA ABBADI

- ✓ For example, a specific carrier protein in the plasma membrane of red blood cells transports glucose across the membrane 50,000 times faster than glucose can pass through on its own.

مثال ذلك: يعمل ناقل متخصص في الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء والذي يسمى glucose Transporterعلى نقل الغلوكوز عبر الغشاء الخلوي لهذه الخلية بمعدل أسرع حوالي 5000 آلاف مرة من دخولها بدونه.

- ✓ This "glucose transporter" is so selective that it even rejects fructose, a structural isomer of glucose.

هذا الناقل شديد الانتقائية بحيث أنه يسمح لمرور الغلوكوز فقط حيث أنه لا يسمح بمرور الفركتوز.

➢ *Concept 8.3: Passive transport is diffusion of a substance across a membrane with no energy investment*

- There are two types of transport:

1. Passive transport: the diffusion of molecules down their concentration gradient; from where they're more concentrated to where they're less concentrated without the consumption of energy.

تعرف عملية انتقال المادة من منطقة التركيز المرتفع الى منطقة التركيز المنخفض دون استهلاك الطاقة باسم passive transport.

- ✓ If the substance transported is hydrophobic, there's no need for transport proteins → Simple diffusion.

اذا كانت المادة المنقولة كارهة للماء، أي تستطيع الذوبان في الدهون المفسفرة دون الحاجة لبروتين ناقل يكون نوع النقل ← انتشار بسيط.

- ✓ If the substance transported in hydrophilic, a transport protein is needed → Facilitated diffusion.

اذا كانت المادة المنقولة محبة للماء، أي تحتاج لبروتين ناقل لعبور الغشاء يكون نوع النقل ← انتشار مسهل.

RAMA ABBADI

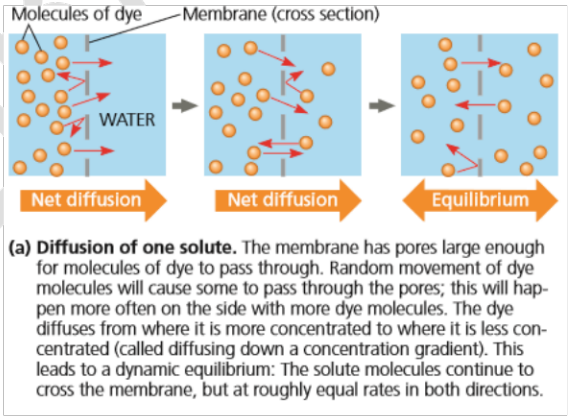
2. Active transport: the transport of molecules against their concentration gradient; from they're less concentrated to where they're more concentrated which needs energy.

النقل النشط: انتقال المادة من منطقة التركيز المنخفض إلى منطقة التركيز المرتفع. تحتاج هذه العملية للطاقة.

- **Passive transport:**

- Diffusion: the movement of particles of any substance so that they spread out into the available space.
- Each molecule moves randomly, yet diffusion of a population of molecules may be directional.

∝ To understand this process, let's imagine a synthetic membrane separating pure water from a solution of a dye in water. Study the figure below carefully to appreciate how diffusion would result in both solutions having equal concentrations of the dye molecules. Once that point is reached, there will be a dynamic equilibrium, with roughly as many dye molecules crossing the membrane each second in one direction as in the other.



(a) Diffusion of one solute. The membrane has pores large enough for molecules of dye to pass through. Random movement of dye molecules will cause some to pass through the pores; this will happen more often on the side with more dye molecules. The dye diffuses from where it is more concentrated to where it is less concentrated (called diffusing down a concentration gradient). This leads to a dynamic equilibrium: The solute molecules continue to cross the membrane, but at roughly equal rates in both directions.

يوضح الشكل التالي تجربة انتقال جزيئات صبغة عبر غشاء انتقائي يسمح فقط لهذه الجزيئات بالمرور. لاحظ أن الجزيئات انتقلت من منطقة التركيز المرتفع إلى منطقة التركيز المنخفض حتى أصبح تركيزها متساوي في كلا المنطقتين أي وصلت لحالة من الاتزان الديناميكي.

(الجزيئات ما زالت تتحرك ولكن عدد الجزيئات المنتقلة من المنطقة = عدد الجزيئات المنتقلة إليها).

The substance will diffuse down its concentration gradient the region along which the density of a chemical substance increases or decreases in this case, decreases.

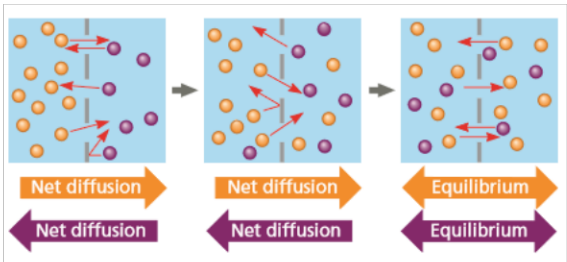
RANA ABRADI

- No work must be done to make this happen; diffusion is a spontaneous process, needing no input of energy.

لا نحتاج لبذل أي شغل للقيام بهذه العلمية حيث إنها عملية تلقائية ولا تحتاج أي طاقة.

- Note that each substance diffuses down its own concentration gradient, unaffected by the concentration gradients of other substances.

كل مادة تنتشر من منطقة تركيزها المرتفع إلى منطقة تركيزها المنخفض بغض النظر عن تركيز أي مادة أخرى حتى تصل كل المواد لحالة اتزان.



(b) Diffusion of two solutes. Solutions of two different dyes are separated by a membrane that is permeable to both. Each dye diffuses down its own concentration gradient. There will be a net diffusion of the purple dye toward the left, even though the *total* solute concentration was initially greater on the left side.

- Much of the traffic across cell membranes occurs by diffusion. One important example is the uptake of oxygen by a cell performing cellular respiration.

إن معظم حركة المواد عبر الأغشية الخلوية تحدث بفعل خاصية الانتشار ، مثال: يدخل الأكسجين إلى الخلايا لاستخدامه في عملية التنفس الخلوي بهذه الطريقة.

- The diffusion of a substance across a biological membrane is called passive transport because the cell does not have to expend energy to make it happen.

تسمى عملية انتشار المواد عبر الأغشية الخلوية Passive transport وذلك لان الخلية ليست بحاجة لاستهلاك طاقة لحدوثها.

- The concentration gradient itself represents potential energy.

يمثل فرق التركيز طاقة وضع محتملة.

- Membranes are selectively permeable and therefore have different effects on the rates of diffusion of various molecules.

تعتبر الأغشية الخلوية انتقائية النفاذية حيث يكون لهذا آثار عدة على معدل انتشار الجزيئات المختلفة.

Effect of Osmosis on Water Balance

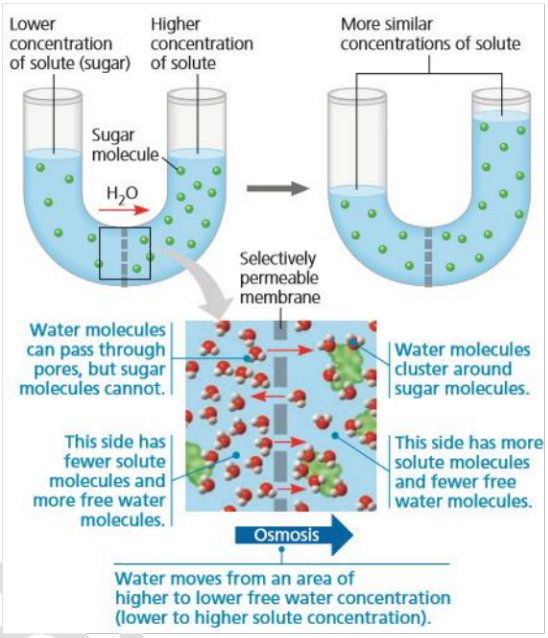
- Osmosis: the diffusion of free water across a selectively permeable membrane, whether artificial or cellular.

الأسموزية: انتشار جزيئات الماء عبر غشائي انتقائي سواء أكان صناعي أو خلوي.

RAMA ABBAS

➲ The figure shows a U-shaped glass tube with a selectively permeable artificial membrane separating two sugar solutions.

يوضح الشكل الآتي أنبوب على شكل حرف U ذو غشائي انتقائي النفاذية صناعي ، يفصل بين محلولين من السكر.



- Pores in this synthetic membrane are too small for sugar molecules to pass through but large enough for water molecules.

تكون الثقوب في هذا الغشاء الصناعي صغيرة بحيث أنها تسمح بمرور جزيئات الماء ولا تسمح بمرور جزيئات السكر.

✓ The solution with a higher solute concentration has a lower free water concentration.

المحلول الذي يمتلك جزيئات كثيرة من المذاب يمتلك جزيئات قليلة من الماء الحر والعكس صحيح.

✓ Water diffuses across the membrane from the region of higher free water concentration (lower solute concentration) to that of lower free water concentration (higher solute concentration) until the solute concentrations on both sides of the membrane is more nearly equal.

يبدأ الماء بالانتقال من المنطقة التي تمتلك جزيئات أعلى من الماء الحر (جزيئات أقل من المذاب) إلى المنطقة ذات الجزيئات الأقل من الماء الحر (جزيئات أعلى من المذاب) حتى يصل تركيز المذاب في المحلولين إلى حالة الاتزان.

- The movement of water across cell membranes and the balance of water between the cell and its environment are crucial to organisms.

تعتبر كل من حركة الماء عبر الأغشية الخلوية واتزان الماء بين الخلايا مهمة للكائن الحية.

• Water Balance of Cells without Cell Walls

- Tonicity: the ability of a surrounding solution to cause a cell to gain or lose water.

التوترية: قدرة المحلول المحيط على جعل الخلية تفقد أو تكسب الماء.

RAMA ABB

- Factors that affect tonicity: العوامل التي تؤثر في التوترية
  1) Membrane permeability.

نفاذية الغشاء.

  2) Concentration of solutes that cannot cross the membrane (non-penetrating solutes) relative to that inside the cell.

تركيز جزيئات المذاب التي لا يمكنها عبور الغشاء (الجزيئات غير المخترقة) نسبة إلى ما داخل الخلية.

→ If there is a higher concentration of non-penetrating solutes in the surrounding solution, water will tend to leave the cell. I there is a lower concentration on non-penetrating solutes in the surrounding solution, water will tend to enter the cell.

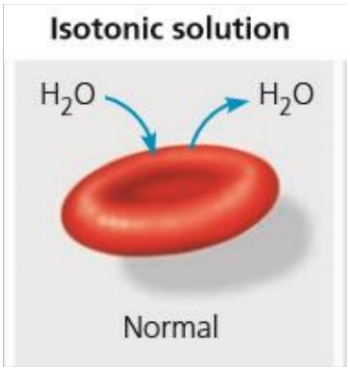
عند وجود تركيز مرتفع من هذه الجزيئات في المحلول المحيط فإن الماء سيميل إلى مغادرة الخلية والعكس صحيح.

- Animal cells are not surrounded by a cell wall.

- There are three conditions:

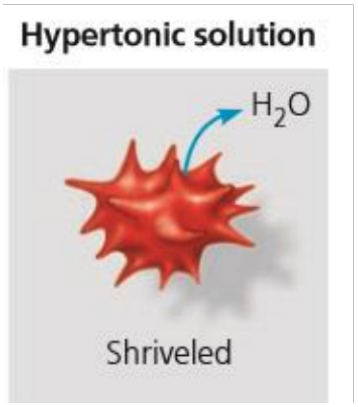
1) If an animal cell is immersed in an environment that is isotonic to the cell there will be no net movement of water across the plasma membrane "Water diffuses across the membrane, but at the same rate in both directions" so the volume of the animal cell is stable.

إذا غمرت الخلية الحيوانية في وسط متعادل التركيز بالنسبة لها فلن يكون هناك حركة كلية للماء بسبب أن جزيئات الماء ستنتقل في كلا الاتجاهين وبمعدلات ثابتة وبالتالي يكون حجم الخلية ثابتاً.



2) If an animal cell is immersed in hypertonic environment cell will lose water, shrivel, and probably die.

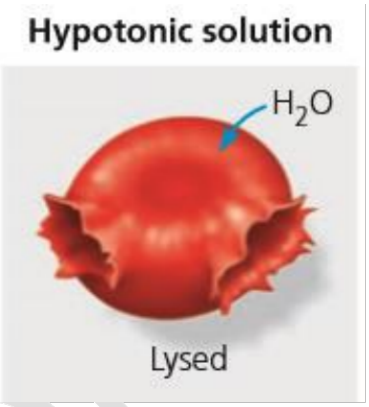
إذا غمرت الخلية الحيوانية في وسط مرتفع التركيز بالنسبة لها فإن الماء سيبدأ بمغادرة الخلية و بالتالي تنكمش الخلوي وتموت.



RAWA ABBADI

3) If an animal cell is immersed in hypotonic environment to the cell, water will enter the cell faster than it leaves, and the cell will swell and lyse (burst).

إذا غمرت الخلية الحيوانية في وسط منخفض التركيز بالنسبة لها، فإن الماء سيبدأ بدخول الخلايا بمعدلات أسرع من خروجه وبالتالي تتضخم الخلية وتنفجر.



- This problem of water balance is automatically solved if such a cell lives in isotonic surroundings. Seawater is isotonic to many marine invertebrates.

الخلايا التي لا تمتلك جداراً خلوياً قوياً لا تستطيع تحمل الفقدان أو الكسب الزائد للماء ، لذلك فإن حل هذه المشكلة يكون بعيش هذه الخلايا في أوساط متعادلة التركيز لحمايتها. مثال ذلك، ماء البحر متعادل التركيز للكثير من اللافقاريات البحرية.

- organisms that lack rigid cell walls must have other adaptations for osmoregulation.

الكائنات الحية التي تفتقر خلاياها لجدر خلوية قوية يجب أن تمتلك طرق تكيف أخرى للتنظيم الاسموزي في حال وجدت في أوساط hypo أو hyper .

- Osmoregulation: the control of solute concentrations and water balance.

التنظيم الاسموزي: السيطرة على تركيز المواد المذابة و اتزان الماء.

→ For example:

- the unicellular eukaryote Paramecium lives in pond water, which is hypotonic to the cell.

من الأمثلة على ذلك: البراميسيوم وهو أحد أنواع الكائنات حقيقية النوى وحيدة الخلايا الذي يعيش في مياه البرك وهي أوساط منخفضة التركيز.

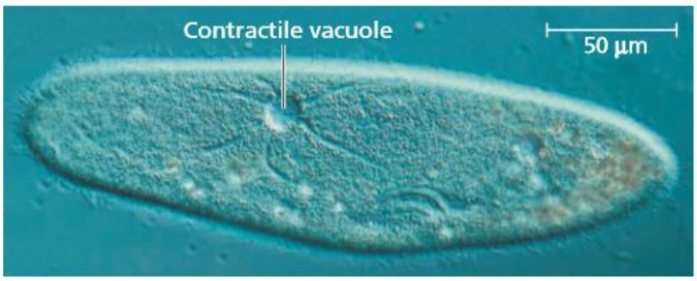
✓ Paramecium has a plasma membrane that is much less permeable to water than the membranes of most other cells.

إن نفاذية الغشاء البلازمي للبراميسيوم لجزيئات الماء منخفضة مقارنة بالأغشية البلازمية لمعظم الحيوانات (مما يقلل من دخول الماء إلى داخل الخلايا).

RAMA ABBAD

✓ Paramecium cell equipped with a contractile vacuole, an organelle that functions as a bilge pump to force water out of the cell as fast as it enters by osmosis.

البراميسيوم مزودة ب (فجوات منقبضة) وهي عضيات تعمل كمضخات لإخراج الماء من الخلية بنفس سرعة دخولها بواسطة الخاصية الأسموزية.



- The bacteria and archaea that live in hyper-saline (excessively salty) environments have cellular mechanisms that balance the internal and external solute concentrations to ensure that water does not move out of the cell.

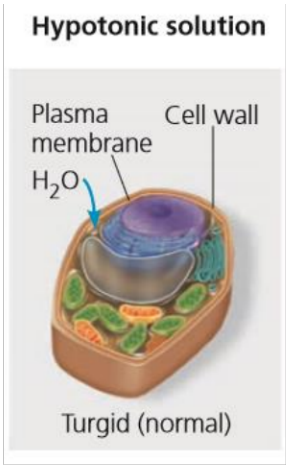
تمتلك البكتيريا والأوليات التي تعيش في الأوساط عالية الملوحة آليات خلوية تعمل على حفظ اتزان تراكيز المذاب خارج وداخل الخلية لضمان عدم خروج الماء من الخلية.

• Water Balance of Cells with Cell Walls

- The cells of plants, prokaryotes, fungi, and some unicellular eukaryotes are surrounded by cell walls.

تُحاط الخلايا النباتية ، بدائيات النوى، الفطريات وبعض حقيقيات النوى وحيدات الخلية بجدار خلوي.

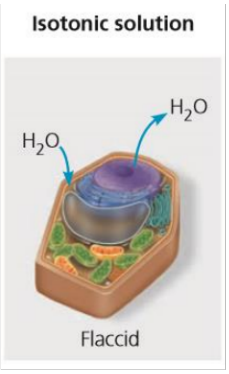
- When such a cell is immersed in a hypotonic solution, the cell wall helps maintain the cell's water balance. Consider a plant cell. Like an animal cell, the plant cell swells as water enters by osmosis. However, the relatively inelastic cell wall will expand only so much before it exerts a back pressure on the cell, called turgor pressure, that opposes further water uptake. At this point, the cell is turgid (very firm), the healthy state for most plant cells. Plants that are not woody, such as most houseplants, depend for mechanical support on cells kept turgid by a surrounding hypotonic solution.



- عند وضع هذه الخلايا في أوساط منخفضة التركيز فإن هذا الجدار الخلوي يعمل على المحافظة على الاتزان المائي فيها ، حيث بوجود هذه الخلايا في هذه الأوساط سيبدأ الماء بالدخول الخلية ويبدأ الجدار الخلوي بالتمدد قبل أن تبدأ ببذل ضغط معاكس يطلق عليه Turgor، يمنع هذا الضغط دخول الماء الزائد على حاجة الخلية. بهذا ستصبح الخلية عند هذه النقطة مشدودة (ثابتة للغاية) ، وهي الحالة الصحية لمعظم الخلايا النباتية.

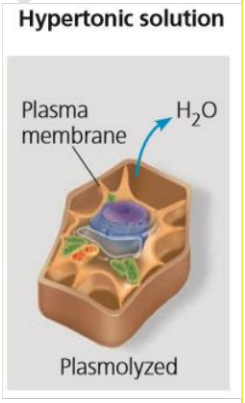
RAMA ABADI

- If a plant's cells and surroundings are isotonic, there is no net tendency for water to enter and the cells become flaccid (limp); the plant wilts.



اذا وضعت الخلية النباتية في محلول معتدل التركيز، لن يكون للماء أي ميل للدخول للخلية مما يؤدي الى ترهلها (ارتخاءها) وبذلك ستذبل النبتة.

- A cell wall is of no advantage if the cell is immersed in a hypertonic environment. In this case, a plant cell, like an animal cell, will lose water to its surroundings and shrink. As the plant cell shrivels, its plasma membrane pulls away from the cell wall at multiple places. This phenomenon, called plasmolysis, causes the plant to wilt and can lead to plant death.

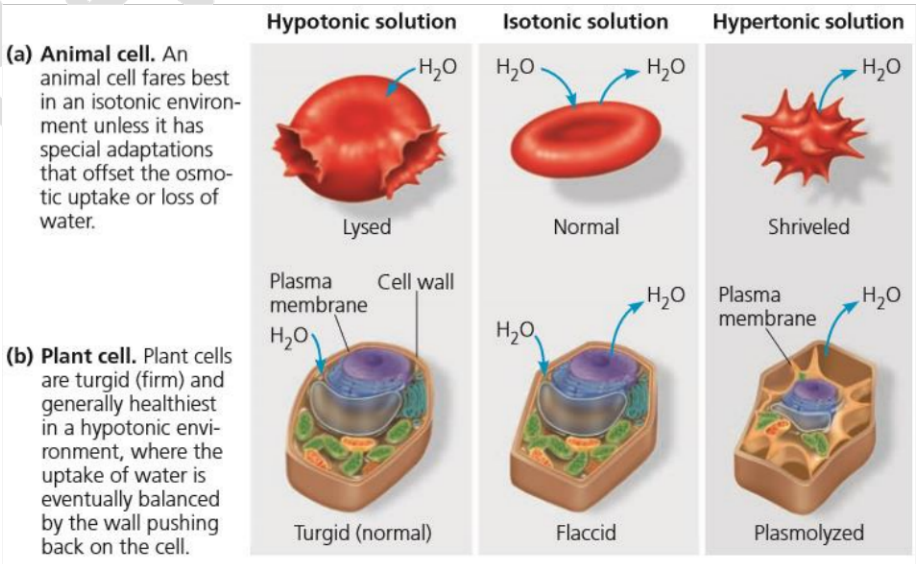


لا يوجد فائدة للجدار الخلوي في حال وضعت الخلية في محلول عالي التركيز hypertonic.
ستفقد الخلية النباتية (مثل الخلية الحيوانية) الماء وبالتالي ستنكمش. عندما تنكمش الخلية بيدأ غشاءها البلازمي بالابتعادها عن جدار الخلية ، تعرف هذه الظاهرة باسم plasmolysis.
تؤدي هذه الظاهرة إلى ذبول الخلايا النباتية و بالتالي موتها .

✓ The walled cells of bacteria and fungi also plasmolyze in hypertonic environments.

تحدث هذه الظاهرة ايضاً في خلايا البتكريا والفطريات التي تمتلك جدر خلوية عند وضعها في محلول عالي التركيز.

- **Comparison between animal and plant cells**



PAMA ABADI

• Facilitated Diffusion: Passive Transport Aided by Proteins

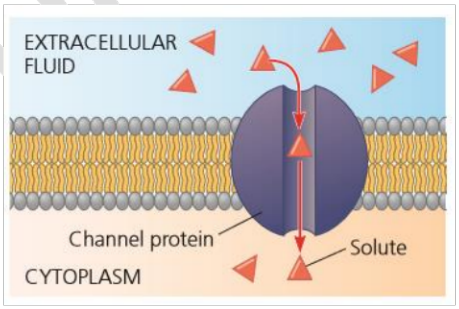
- Facilitated diffusion: the passive diffusion of polar molecules and ions impeded by the lipid bilayer of the membrane with the help of transport proteins that span the membrane.

الانتشار المسهل: عملية نقل الجزيئات القطبية والايونات عبر طبقة الدهون الثنائية للغشاء بمساعدة البروتينات الناقلة التي تخترق الغشاء البلازمي.

- Most transport proteins are very specific: They transport some substances but not others.

معظم البروتينات الناقلة انتقائية بحيث تسمح بمرور نوع واحد من المواد دون غيره.

- Types of transport proteins:
  1) Channel proteins: provide corridors that allow specific molecules or ions to cross the membrane.



القنوات البروتينية: يعمل هذا النوع من البروتينات على توفير ممرات تسمح بمرور جزيئات أو أيونات معينة عبر الغشاء.

Examples:

  A) Aquaporins: hydrophilic passageways provided by these proteins can allow water molecules or small ions to diffuse very quickly from one side of the membrane to the other.

✓ They facilitate the massive levels of diffusion of water (osmosis) that occur in plant cells and in animal cells such as red blood cells.

القنوات المائية : قنوات بروتينية خاصة بالماء ، تسهل عملية انتشار كميات كبيرة من الماء عبر الغشاء الخلوي ، تتواجد في الخلايا النباتية و الخلايا الحيوانية مثل خلايا الدم الحمراء.

✓ Certain kidney cells also have a high number of Aquaporins, allowing them to reclaim water from urine before it is excreted.

تمتلك خلايا الكلى أعدادا كبيرة من القنوات المائية ، مما يسمح لها بإعادة امتصاص الماء من البول قبل خروجه.

  B) Ion channels which function as gated channels, which open or close in response to a stimulus (such as electrical stimulus).

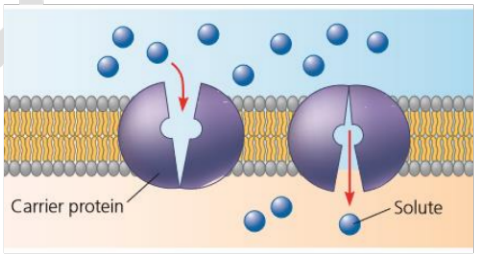
RANA ABRADI

قنوات بروتينية تسمح بنقل الأيونات، حيث تعمل كقنوات مبوبة تفتح وتغلق استجابة لأحد أنواع المحفزات (مثل المحفزات الكهربائية).

- ✓ Example: In a nerve cell, an ion channel opens in response to an electrical stimulus, allowing a stream of potassium ions to leave the cell.
  في الخلايا العصبية مثلا، تفتح القنوات الأيونية استجابة للمحفزات الكهربائية مما يسمح لأيونات البوتاسيوم بمغادرة الخلية.

- ✓ Other gated channels open or close when a specific substance other than the one to be transported binds to the channel (They are important in the function of the nervous system).
  تفتح بعض الأيونات الأيونية أو تغلق عندما ترتبط المادة المراد نقلها بهذه القناة (حيث تعتبر هذه الوظيفة مهمة للجهاز العصبي).

2) Carrier proteins: such as the glucose transporter seem to undergo a subtle change in shape that somehow translocates the solute-binding site across the membrane.
   البروتينات الحاملة: تغير هذه البروتينات شكلها بطريقة معينة مما يسمح لنقل المواد عبر الغشاء مثلGlucose transporter .



- ✓ Such a change in shape may be triggered by the binding and release of the transported molecule.
  قد يحفز هذا التغيير من خلال ارتباط واطلاق الجزيئات المراد نقلها.

- Both of carrier proteins and ion channels involved in facilitated diffusion result in the net movement of a substance down its concentration gradient.

تعمل كلاً من البروتينات الحاملة وقنوات الايونات في الانتشار المسهل على نقل المادة بالاعتماد على فرق التركيز أي من منطقة التركيز المرتفع إلى منطقة التركيز المنخفض.

RANA ABADI

➢ *Concept 8.4: Active transport uses energy to move solutes against their gradient*

- Despite the help of transport proteins, facilitated diffusion is considered passive transport because the solute is moving down its concentration gradient, a process that requires no energy. Facilitated diffusion speeds transport of a solute by providing efficient passage through the membrane, but it does not alter the direction of transport.

بالرغم من أن الانتشار المسهل يستخدم البروتينات لنقل المواد إلا أنه يصنف passive transportوذلك لانه يعمل على نقل المادة من منطقة التركيز المرتفع إلى منطقة التركيز المنخفض وهذه العملية لا تتطلب طاقة. حيث يعمل الانتشار المسهل على تسريع نقل المواد من خلال توفير ممرات عبر الغشاء ، لكنها لا تستطيع تغيير اتجاه التقل.

- The Need for Energy in Active Transport:

➲ To pump a solute across a membrane against its gradient requires work; the cell must expend energy. Therefore, this type of membrane traffic is called active transport.

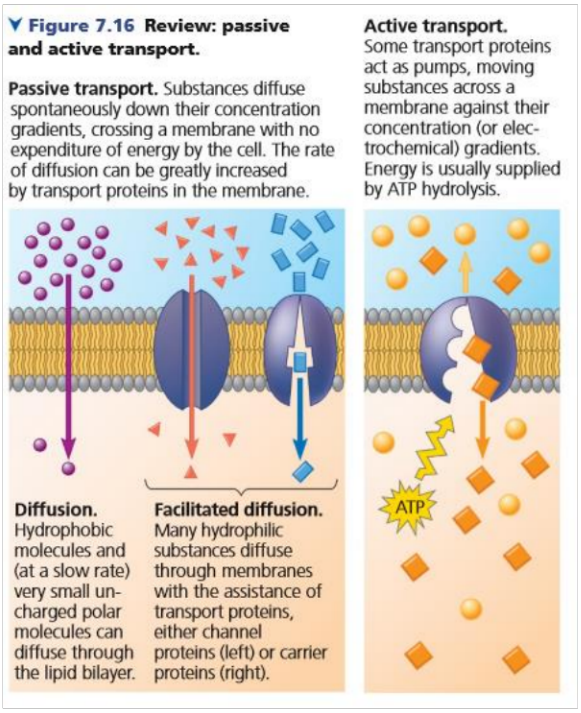
تحتاج الخلية إلى بذل شغل لنقل المادة بعكس اتجاه تدرج تركيزها ، أي أنها تحتاج لطاقة حتى تفعل ذلك حيث تسمى هذه العملية بالنقل النشط.

➲ The transport proteins that move solutes against their concentration gradients are all carrier proteins rather than channel proteins.

البروتينات المسؤولة عن نقل جزيئات المذاب بعكس اتجاه تدرج تركيزها (من منطقة التركيز المنخفض إلى منطقة التركيز المرتفع) بروتينات حاملة وليست القنوات البروتينية .

- The following figure compares between passive transport and active transport:

يقارن الشكل التالي بين أنواع النقل المختلفة.



RAWA ABBADI

- Active transport enables a cell to maintain internal concentrations of small solutes that differ from concentrations in its environment.

يُمكّن النقل النشط الخلية من المحافظة على اختلاف التركيز الداخلي لجزيئات المذاب عن التركيز في الخارج "البيئة المحيطة بالخلية".

- For example, compared with its surroundings, an animal cell has a much higher concentration of potassium ions K^+ and a much lower concentration of sodium ions Na^+. The plasma membrane helps maintain these steep gradients by pumping Na^+ out of the cell and K^+ into the cell.

مثال ذلك: مقارنة بما خارج الخلية ، يكون تركيز أيونات البوتاسيوم داخل الخلية مرتفعة بينما تركيز أيونات الصوديوم منخفضاً حيث يساعد الغشاء البلازمي في الحفاظ على هذه التراكيز من خلال ضخ أيونات الصوديوم إلى الخارج وضخ أيونات البوتاسيوم إلى الداخل.

- The cell uses the sodium- potassium pump to maintain these steep gradients. It pumps 3 Na^+ out and 2 K^+ inside.

تعمل الخلية على القيام بذلك من خلال مضخة صوديوم بوتاسيوم Sodium - potassium pump والتي تعمل على ضخ ٣ أيونات صوديوم إلى الخارج وأيونين من البوتاسيوم إلى الداخل.

- The source of energy is ATP molecules.

مصدر الطاقة لهذه العملية جزيئات ال ATP.

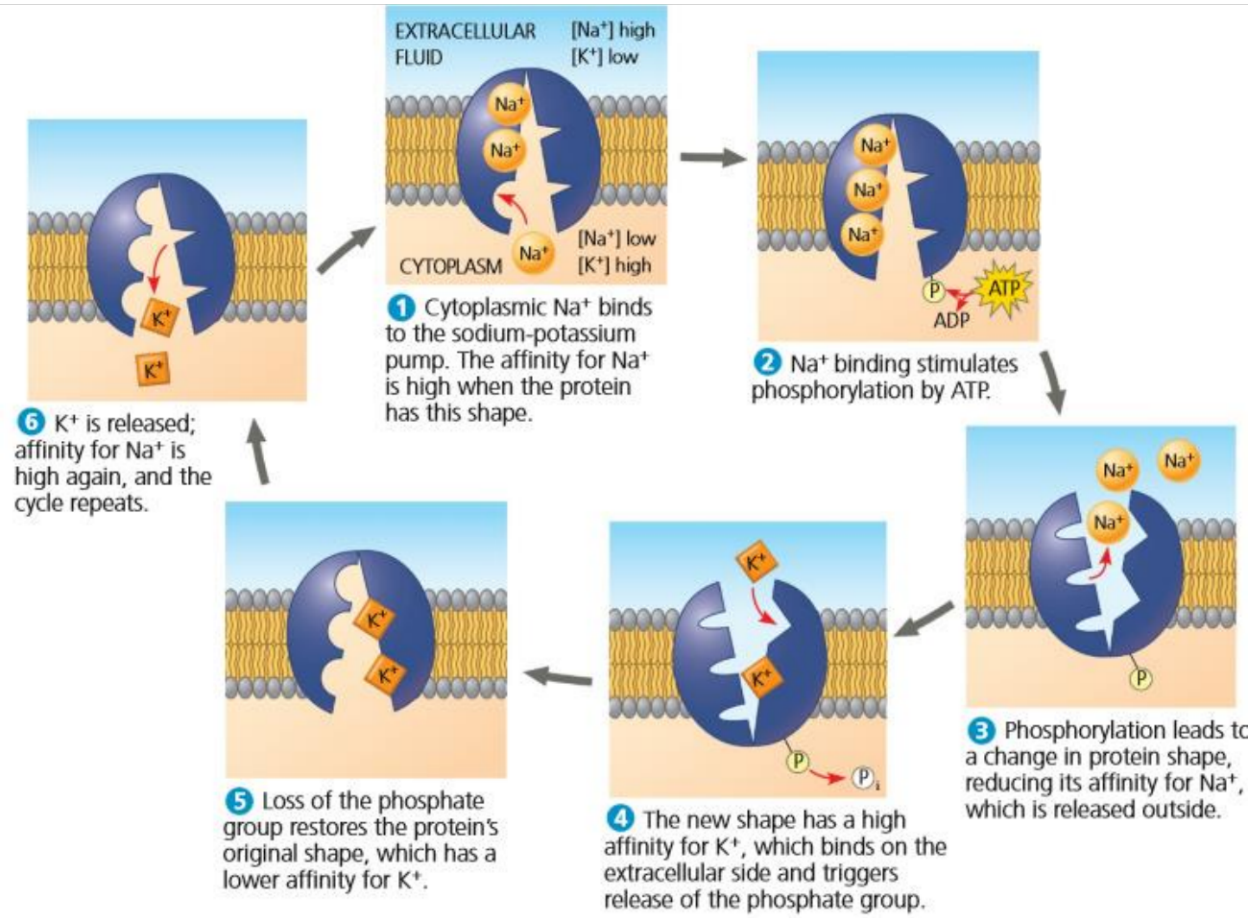
➲ ATP can power active transport is when its terminal phosphate group is transferred directly to the transport protein. This can induce the protein to change its shape in a manner that translocates a solute bound to the protein across the membrane.

تستطيع جزيئات ال ATP المساعدة في عملية نقل النشط من خلال انتقال مجموعة الفوسفات منها الى البروتين الناقل مما يؤدي إلى تغيير شكله بطريقة تسمح له بنقل المواد بعكس اتجاه تدرج تركيزها (من منطقة التركيز المنخفض إلى منطقة التركيز المرتفع).

RAYA ABADI

- This figure illustrates how the sodium-potassium pump works:

يوضح الشكل التالي آلية عمل مضخة أيونات الصوديوم-بوتاسيوم:



١. ترتبط أيونات الصوديوم بالمضخة في الجزء السيتوبلازمي للخلية ، بحيث تكون المضخة في هذا الشكل ذات ألفة كبيرة لأيونات الصوديوم

٢. يؤدي ارتباط الصوديوم بالمضخة إلى تحفيز فسفرة جزيء ATP.

٣. تؤدي عملية الفسفرة إلى تغيير شكل البروتين ، وبالتالي تقل ألفة المضخة لأيونات الصوديوم مما يؤدي إلى اطلاقها خارج الخلية .

4. يكون الشكل الجديد للمضخة ذو ألفة عالية لأيونات البوتاسيوم فترتبط بها ، يؤدي ذلك إلى اطلاق مجموعة الفوسفات المرتبطة بالبروتين .

5. يؤدي تحرير مجموعة الفوسفات الى عودة البروتين الى شكله الأصلي (ذو الألفة المنخفضة لأيونات البوتاسيوم) .

6. تتحرر أيونات البوتاسيوم داخل الخلية ثم تعاد الدورة عدة مرات.

• How Ion Pumps Maintain Membrane Potential كيف تحافظ مضخة الأيونات على جهد الغشاء

- Voltage is electrical potential energy-a separation of opposite charges.
الجهد عبارة عن طاقة كامنة كهربائية - فصل للشحنات المتعاكسة.

- The cytoplasmic side of the membrane is negative in charge relative to the extracellular side because of an unequal distribution of anions and cations on the two sides.
يكون ما داخل الخلية سالب مقارنة بما خارجها وذلك بسبب التوزيع غير المتساوي للأيونات السالبة والموجبة على كلا الجانبين.

- The voltage across a membrane, called a membrane potential.

يطلق على الجهد المتوزع على جانبي الغشاء اسم طاقة وضع الغشاء.

→ Membrane potential ranges from about -50 to-200 millivolts (mV). (The minus sign indicates that the inside of the cell is negative relative to the outside.)

تتراوح طاقة وضع الغشاء من -50 الى -200 ميليفولت. تشير الاشارة السالبة إلى أن داخل الخلية سالب الشحنة مقارنة بخارجها.

→ The membrane potential acts like a battery, an energy source that affects the traffic of all charged substances across the membrane.

يعمل جهد الغشاء ك (بطارية)، أي مصدر للطاقة يؤثر على حركة جميع المواد الشحونة عبر هذا الغشاء.

→ Because the inside of the cell is negative compared with the outside, the membrane potential favors the passive transport of cations into the cell and anions out of the cell.

بما أن ما داخل الخلية سالبة مقارنة بخارجها ، فإن جهد الغشاء يفضل النقل السلبي للأيونات الموجبة إلى داخل الخلية والأيونات السالبة إلى خارج الخلية.

RAYA ABBADI

- Two forces drive the diffusion of ions across a membrane:

أنواع القوى التي تساهم في انتشار الأيونات عبر الغشاء

1. Chemical force (the ion's concentration gradient).

طاقة كيميائية: الفرق في تركيز الايون على جانبي الغشاء.

2. Electrical force (the effect of the membrane potential on the ion's movement).

القوة الكهربائية: تأثير جهد الغشاء على حركة الأيونات تسمى القوة الكهربائية والكيميائية ب (الكهروكيميائية).

- ✓ The combination of electrical and chemical forces is called electrochemical gradient.

تسمى محصلة القوة الكهربائية والكيميائية بالقوة الكهروكيميائية.

➲ An ion diffuses not simply down its concentration gradient but, more exactly, down its electrochemical gradient.

وبالتالي : فإننا فإننا نقول بأن الأيونات تنتشر مع اتجاه تدرجها الكهروكيميائي.

∝ For example, the concentration of Na+ inside a resting nerve cell is much lower than outside it. When the cell is stimulated, gated channels open that facilitate Na+ diffusion. Sodium ions then "fall" down their electrochemical gradient, driven by the concentration gradient of Na+ and by the attraction of these cations to the negative side (inside) of the membrane. In this example, both electrical and chemical contributions to the electrochemical gradient act in the same direction across the membrane, but this is not always so.

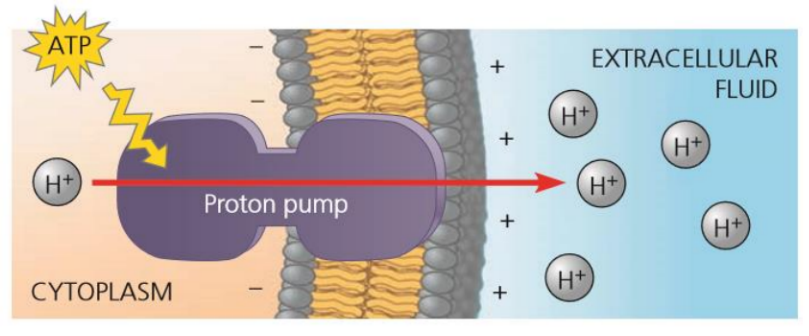
مثال ذلك: يكون تركيز أيونات الصوديوم داخل الخلية العصبية مرتفع مقارنة بما خارجها في وقت الراحة ، عندما تحفز الخلية تفتح القنوات المبوبة لتسهل انتشار أيونات الصوديوم مع اتجاه تدرج تركيزها ، حيث توجه هذه العملية من خلال الفرق في تركيز أيونات الصويودم و انجذاب هذه الأيونات الموجبة إلى جزء الغشاء ذو الشحنة السالبة (الجزء الداخلي) ، أ في هذه الحالة يكون كل من القوة الكيميائية بنفس اتجاه القوة الكهربائية، ولكن ليس شرطاً أن يكونا بنفس الاتجاه دائماً.

RAWA ABADI

- Electro-genic pump: a transport protein that generates voltage across a membrane.

يتكون هذا النوع من المضخات من بروتين ناقل يعمل على توليد فرق جهد عبر غشاء الخلية.

- ✓ Major Electrogenic pump of animal cells: The sodium-potassium pump.
- ✓ Major Electrogenic pump of plant cells: fungi and bacteria: proton pump.



Proton pump actively transports protons (hydrogen ions, H+) out of the cell from cytoplasm to extracellular solution.

تقوم مضخة البروتونات بعملية نقل نشط للبروتونات إلى خارج الخلية أي من السيتوبلازم إلى السائل خارج خلوي.

- ✓ By generating voltage across membranes, electrogenic pumps help store energy that can be tapped for cellular work. One important use of proton gradients in the cell is for ATP synthesis during cellular respiration.

تؤدي عملية نقل البروتون الى تخزين طاقة على شكل جهد في غشاء الخلية ، حيث تستخدم هذه الطاقة في الأنشطة الخلوية. من أهم استخدامات الفرق في تركيز البروتونات : تصنيع جزيئات ATP أثناء عملية التنفس الخلوي.

• Co-transport: Coupled Transport by a Membrane Protein

- A solute that exists in different concentrations across a membrane can do work as it moves across that membrane by diffusion down its concentration gradient.

إن وجود المادة بتراكيز مختلفة عبر الغشاء الخلوي يجعلها قادرة على بذل شغل عند انتشارها عبر هذا الغشاء من منطقة التركيز المرتفع إلى منطقة التركيز المنخفض.

- In a mechanism called co-transport, a transport protein (a co-transporter) can couple the "downhill" diffusion of the solute to the “uphill” transport of a second substance against its own concentration gradient.

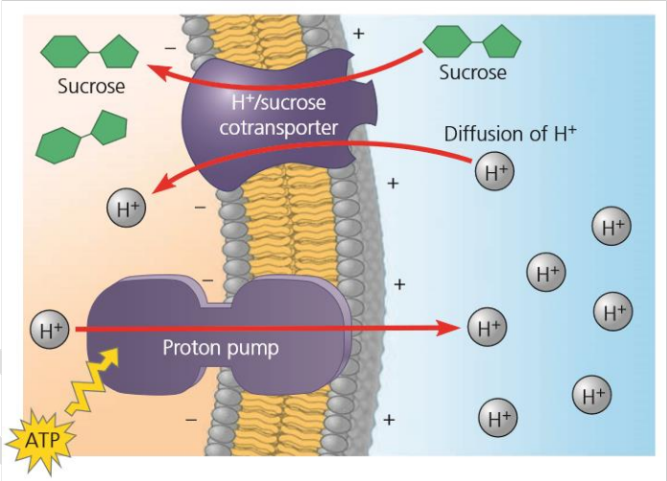
في آلية تعرف باسم النقل المشترك يعمل بروتين على دمج انتشار المواد باتجاه تدرج تركيزها (من العالي الى المنخفض) مع نقل مادة أخرى بعكس اتجاه تدرج تركيزها (من المنخفض إلى العالي).

- ✓ Example: a plant cell uses the gradient of H+ generated by its ATP-powered proton pumps to drive the active transport of amino acids, sugars, and several other nutrients into the cell.

مثال : تعمل الخلايا النباتية على استخدام في فرق تركيز البروتونات الذي تولده مضخة البروتون عبر غشاء الخلية للقيام بعمية نقل نشط للأحماض الأمينية ، السكريات والمواد المغذية الأخرى.

∝ This figure shows a H+/Sucrose cotransporter: a cotransporter couples the return of H+ to the transport of sucrose into the cell. This protein can translocate sucrose into the cell against its concentration gradient, but only if the sucrose molecule travels in the company of an H+.

يستطيع البروتين في الشكل المجاوة نقل السكروز الى داخل الخلية بشرط أن ينتقل مع أيونات الهيدروجين.



- ✓ Plants use H+/sucrose cotransport to load sucrose produced by photosynthesis into cells in the veins of leaves.

تستخدم النباتات هذا البروتين لنقل السكروز المصنع بعملية البناء الضوئي إلى عروق الأوراق.

- ✓ The vascular tissue of the plant can then distribute the sugar to roots and other non-photosynthetic organs that do not make their own food.

يعمل النسيج الوعائي على توزيع السكروز الى الجذور والأعضاء الأخرى التي لا تستطيع القيام بعملية البناء الضوءي لانتاج غذاءها.

- Treatment for diarrhea علاج لمرض الاسهل
  - ✓ Normally, sodium in waste is reabsorbed in the colon, maintaining constant levels in the body, but diarrhea expels waste so rapidly that reabsorption is not possible, and sodium levels fall precipitously.

في الوضع الطبيعي، يعاد امتصاص أيونات الصوديوم التي تخرج مع الفضلات مرة أخرى وذلك للحفاظ على مستويات منتظمة منها في الجسم ، لكن في حالات الإسهال تكون عملية التخلص من الفضلات سريعة جدا بحيث يكون من المستحيل إمكانية إعادة امتصاصها.

- ✓ To treat this life-threatening condition, patients are given a solution to drink containing high concentrations of salt (NaCl) and glucose. The solutes are taken up by sodium-glucose cotransporters on the surface of intestinal cells and passed through the cells into the blood.

لعلاج مثل هذه الحالات التي تهدد الحياة يتم إعطاء المريض محلول يحتوي على تراكيز مرتفعة من كلوريد الصوديوم والغلوكوز حيث يتم ادخال هذا المحلول من خلال ناقل بروتيني مشترك يسمى - Sodium glucose cotransporter الذي يتواجد على سطح خلايا الأمعاء ثم يدخل الى الدم.

➢ *Concept 8.5: Bulk transport across the membrane occurs by endocytosis and exocytosis*

- Water and small solutes enter and leave the cell by diffusing through the lipid bilayer of the plasma membrane or by being pumped or moved across the membrane by transport proteins.

يستطيع الماء وجزيئات المذاب الصغيرة دخول وخروج الخلية من خلال الانتشار عبر طبقة الدهون الثنائية للغشاء البلازمي أو من خلال ضخها أو حركتها عبر الغشاء بواسطة البروتينات الناقلة.

- Large molecules—such as proteins and polysaccharides, as well as larger particles-generally cross the membrane in bulk; packaged in vesicles (These processes require energy).

بينما تدخل البروتينات والسكريات المتعددة وجميع الجزيئات الكبيرة الى الخلية بحجمها الكامل من خلال تعبئتها داخل حويصلات (حيث تحتاج هذه العملية إلى طاقة).

- **Exocytosis**

- Exocytosis: Secretion of certain molecules by the fusion of vesicles with the plasma membrane.

الإخراج الخلوي: إفراز الخلية للمواد إلى الخارج عن طريق اندماج الحويصلة التي تحتوي على هذه المواد مع الغشاء البلازمي.

RANA ABBADI

- A transport vesicle that has budded from the Golgi apparatus moves along microtubules of the cytoskeleton to the plasma membrane.

تتفرع أحد الحويصلات الناقلة للمادة المراد إخراجها من أجسام غولجي حيث تتحرك على طول الأنيبيبات الدقيقة للهيكل الخلوي إلى الغشاء البلازمي.

- When the vesicle membrane and plasma membrane come into contact, specific proteins rearrange the lipid molecules of the two bilayers so that the two membranes fuse.

عندما تصل الحويصلة إلى الغشاء البلازمي وتلتصق به ، يعاد ترتيب طبقة الدهون الثنائية بواسطة بروتينات معينة مما يؤدي إلى التحام الغشائين (غشاء الحويصلة وغشاء الخلية).

- The contents of the vesicle spill out of the cell, and the vesicle membrane becomes part of the plasma membrane.

تفرغ مكونات الحويصلة إلى خارج الخلية وتصبح جزءا من الغشاء البلازمي "يتمدد".

- Example of secretory cells that use exocytosis to export products:

(A) Cells in the pancreas that make insulin secrete it into the extracellular fluid by exocytosis.

خلايا البنكرياس تستخدم طريقة الإخراج الخلوي لاطلاق الانسولين.

(B) Nerve cells use exocytosis to release neurotransmitters that signal other neurons or muscle cells.

الخلايا العصبية تستخدم الإخراج الخلوي لإطلاق النواقل العصبية التي توصل الإشارات الى العصبونات والخلايا العضلية الأخرى.

(C) When plant cells are making cell walls, exocytosis delivers some of the necessary proteins and carbohydrates from Golgi vesicles to the outside of the cell.

عندما تصنع الخلايا النباتية الجدار الخلوي، فإنها تستخدم الإخراج الخلوي لايصال البروتينات والكربوهيدرات الضرورية من أجسام غولجي إلى خارج الخلية.

RAMA ABBADI

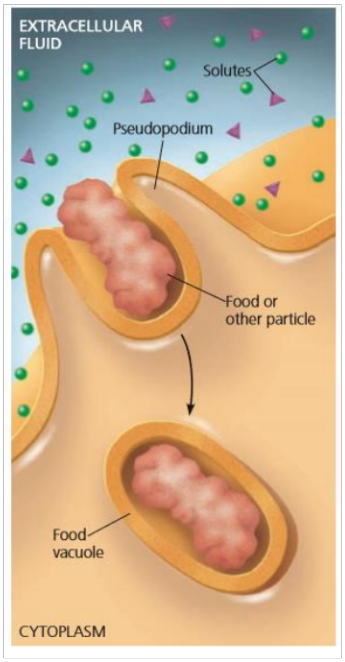
- **Endocytosis الإدخال الخلوي**

- In endocytosis, the cell takes in molecules and particulate matter by forming new vesicles from the plasma membrane.
  في عملية الادخال الخلوي، يتم ادخال الجزيئات إلى الخلية عن طريق تكيون حويصلات جديدة من الغشاء البلازمي.
- Although the proteins involved in the processes are different, the events of endocytosis look like the reverse of exocytosis.
  تعتبر كل من الإدخال والإخراج الخلوي عمليتان متعاكستان بالرغم من أن نوع البروتينات يختلف في كل منهما.
  - A small area of the plasma membrane sinks inward to form a pocket.
    تنحني مساحة صغيرة من الغشاء البلازمي إلى الداخل (تكون تجويف).
  - As the pocket deepens, it pinches in, forming a vesicle containing material that had been outside the cell.
    يزداد عمق هذا التجويف ثم ينفصل عن الغشاء مكونة حويصلة تحتوي على مواد كانت خارج الخلية.

- **Types of endocytosis:**

1) Phagocytosis.
2) Pinocytosis.
3) Receptor-mediated endocytosis.

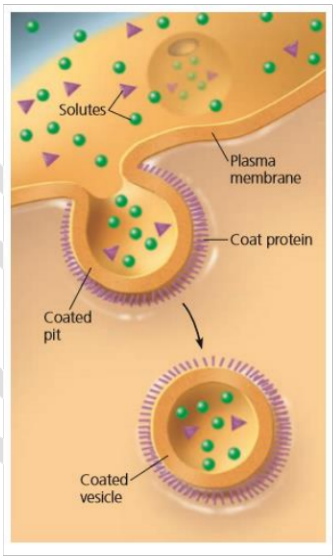
- In **phagocytosis**, a cell engulfs a particle by extending pseudopodia around it and packaging it within a membranous sac called a food vacuole. The particle will be digested after the food vacuole fuses with a lysosome containing hydrolytic enzymes.
  أثناء البلعمة تقوم الخلية بابتلاع الجزيئات من خلال تكوين أقدام كاذبة ثم تعبئة المواد داخل أكياس غشائية تسمى الحويصلة ، بعد ذلك تهضم مكونات هذه الحويصلة والتي تسمى الحويصلة الغذائية بعد التحامها مع الأجسام الحالة.



RANA ABBADI

- In **pinocytosis**, a cell continually "gulps" droplets of extracellular fluid into tiny vesicles, formed by infoldings of the plasma membrane "obtains molecules dissolved in the droplets".

يمكن الاحتساء الخلوي الخلية باستمرار من إدخال قطرات من السائل خارج الخلوي على شكل حويصلات تنشأ من انثناء الغشاء البلازمي ، أي أن الخلية تحصل على الجزيئات اللازمة والمذابة في هذه القطرات.

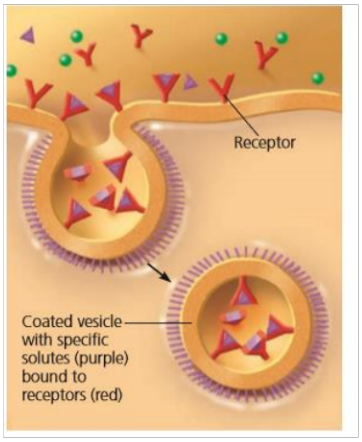


- ✓ In some cases, the parts of the plasma membrane that form vesicles are lined on their cytoplasmic side by a fuzzy layer of coat protein; the “pits” and resulting vesicles are said to be "coated."

في بعض الحالات ، يبطن الجزء السيتوبلازمي لمنطقة الغشاء الخلوي التي ستشكل الحويصلة بطبقة بروتينية وتوصف الحويصلة بأنها "Coated"

- **Receptor-mediated** endocytosis is a specialized type of **pinocytosis** that enables the cell to acquire bulk quantities of specific substances, even though those substances may not be very concentrated in the extracellular fluid.

الادخال الخلوي بواسطة المستقبلات ، نوع متخصص من "الاحتساء" الخلوي الذي يمكن الخلية من الحصول على كميات كبيرة من مواد معينة حتى لو كانت هذه المواد لا تتواجد بتراكيز مرتفعة في السائل خارج الخلوي.



- ✓ Human cells use receptor-mediated endocytosis to take in cholesterol for membrane synthesis and the synthesis of other steroids.

تستخدم خلايا الإنسان هذه الطريقة لإدخال الكوليسترول الى الخلايا لاستخدامه في تصنيع الأغشية الخلوية وأنواع أخرى من الستيرويدات.

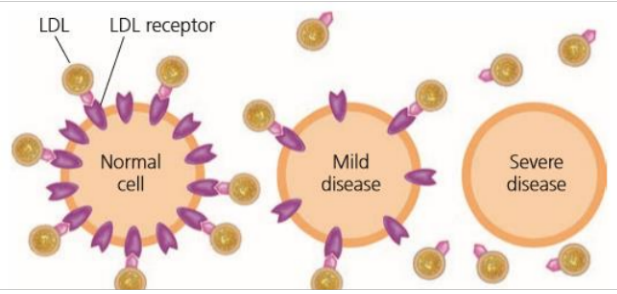
- ✓ Cholesterol travels in the blood in particles called low-density lipoproteins (LDLs), each a complex of lipids and a protein. LDLs bind to LDL receptors on plasma membranes and then enter the cells by endocytosis.

ينتقل الكوليسترول في الدم عبر جزيئات تسمى LDL وهي مركبات مكونة من بروتينات وليبيدات ، حيث ترتبط جزيئات LDL بمستقبلات خاصة تتواجد على سطح الخلية ثم تدخل إلى الداخل.

RAMA ABBAS

- ✓ In the inherited disease familial hypercholesterolemia, characterized by a very high level of cholesterol in the blood, LDLs cannot enter cells because the LDL receptor proteins are defective or missing.

في أحد الأمراض الوراثية التي تسمى familial hypercholesterolemia ، يعاني الشخص من مستويات مرتفعة من الكوليسترول في الدم وذلك لأن جزيئات LDL لا تستطيع الدخول إلى الخلايا بسبب وجود خلل في مستقبلاتها ، أو أن هذه المستقبلات غير موجودة.



- ✓ Consequently, cholesterol accumulates in the blood, where it contributes to early atherosclerosis, the buildup of lipid deposits within the walls of blood vessels. This buildup narrows the space in the vessels and impedes blood flow, potentially resulting in heart damage and stroke.

نتيجة لذلك، يتراكم الكوليسترول في الدم حيث يسهم في حدوث تصلب الشرايين ، وتراكم رواسب الدهون داخل جدران الأوعية الدموية .هذا التراكم يضيق المساحة في الأوعية الدموية ويعيق تدفق الدم ، مما قد يؤدي إلى تلف القلب والسكتة الدماغية.

RAMA ABBADI