Al- Mamoun University College

Medical Instrumentation Engineering Techniques Department

LEC. 2

Anatomy & Physiology
Cell structure and function

For

Students of Second Stage

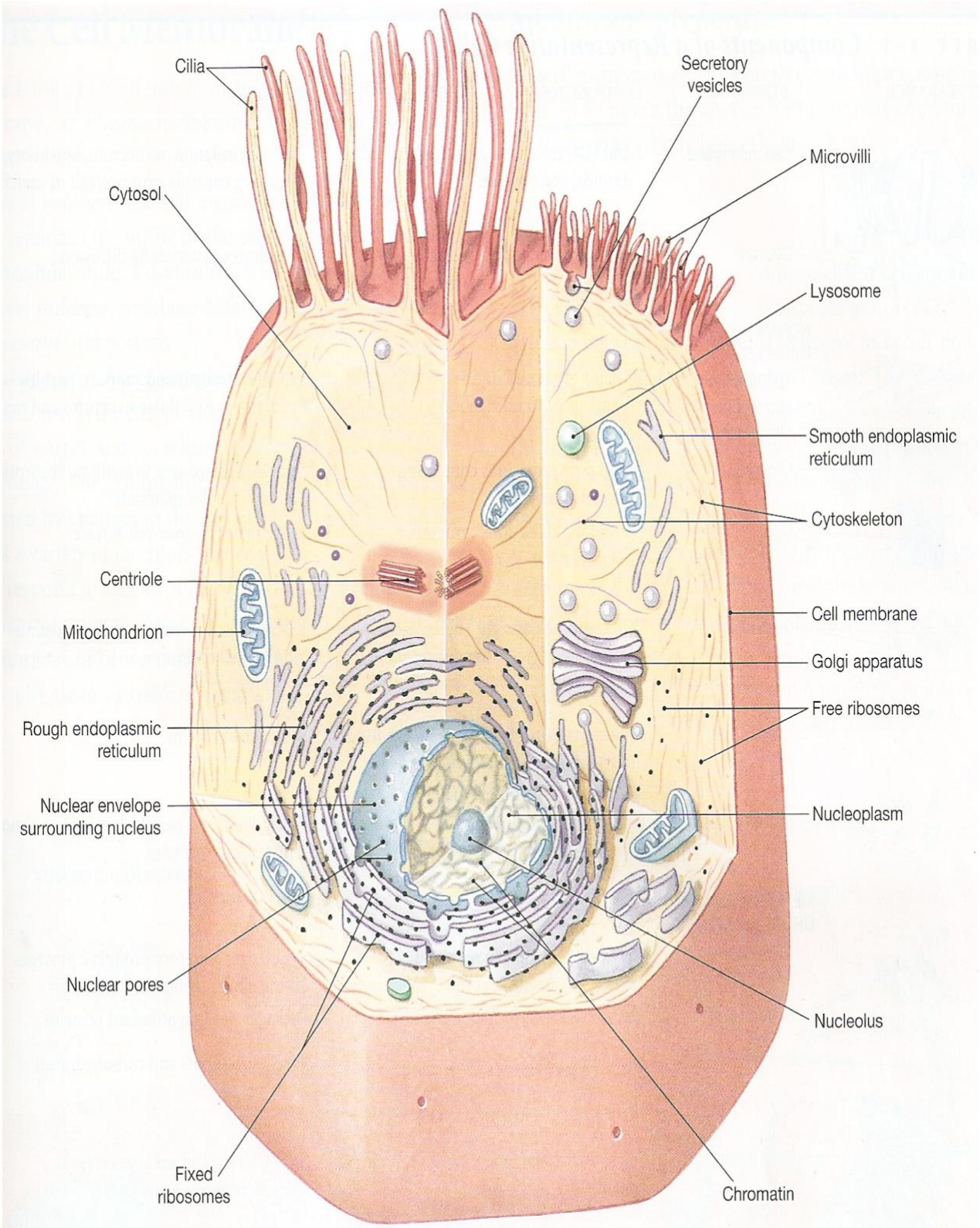
Medical Instrumention Department

By

Ass.lec. Sahib Abbas AL-Kubaisi

Medical Instrumentation Engineering Techniques Department

2024



● **FIGURE 3-2 Anatomy of a Representative Cell.** See Table 3-1 for an overview of the functions associated with the various structures shown.

1. Theory:

Introduction

- ***cell structure and function*** **بنية الخلية ووظيفتها**

Cells: are the building blocks of the human body. About trillions human body cells form and maintain anatomical structures, and they perform physiological functions.

- الخلايا: هي اللبنات الأساسية لجسم الإنسان. حوالي تريليونات خلايا جسم الإنسان تشكل وتحافظ على الهياكل التشريحية، وتؤدي وظائف فسيولوجية

Cell anatomy: a cell is surrounded by extracellular fluid. The cells outer boundary, called the cell membrane, separates the cytoplasm, or the cell contents, from the extracellular fluid.

- تشريح الخلية: الخلية محاطة بسائل خارج الخلية. الحدود الخارجية للخلية، والتي تسمى غشاء الخلية، تفصل السيتوبلازم، أو محتويات الخلية، عن السائل خارج الخلية

1- the cell membrane: it's the outer boundary of the cell, and also called plasma membrane. Its general functions include:-

غشاء الخلية: هو الحدود الخارجية للخلية، ويسمى أيضًا غشاء البلازما. تشمل وظائفه العامة

1- Physical isolation. The cell membrane is a physical barrier that separates the inside of the cell from the surrounding extracellular fluid. Conditions inside and outside the cell are very different, and those differences must be maintained to preserve homeostasis.

- العزلة المادية. غشاء الخلية هو حاجز مادي يفصل داخل الخلية عن السائل خارج الخلية المحيط. الظروف داخل وخارج الخلية مختلفة جدًا، ويجب الحفاظ على هذه الاختلافات للحفاظ على التوازن الداخلي

2- Regulation of exchange with the environment. The cell membrane controls the entry of ions and nutrients, the elimination of wastes, and the release of secretion.

ž تنظيم التبادل مع البيئة. يتحكم غشاء الخلية في دخول الأيونات والمواد المغذية، والتخلص من النفايات، وإطلاق الإفرازات

3- Sensitivity. The cell membrane is the first part of the cell affected by changes in the extracellular fluid. It also contains a variety of receptors that enable the cell to recognize and respond to specific molecules in its environment.

ž الحساسية. الغشاء الخلوي هو أول جزء من الخلية يتأثر بالتغيرات في السائل خارج الخلية. كما يحتوي على مجموعة متنوعة من المستقبلات التي تمكن الخلية من التعرف على جزيئات معينة في بيئتها والاستجابة لها

4- Structural support. Specialized connections between cell membranes, or between membranes and extracellular materials, give tissues a stable structure.

ž الدعم البنيوي. الاتصالات المتخصصة بين الأغشية الخلوية، أو بين الأغشية والمواد خارج الخلية، تعطي الأنسجة بنية مستقر

1-1- membrane structure:- the cell membrane is extremely thin and delicate, ranging from 6nm to 10 nm in thickness. This membrane contains lipids, proteins, and carbohydrates.

ž بنية الغشاء -:- الغشاء الخلوي رقيق للغاية وحساس، يتراوح سمكه من 6 نانومتر إلى 10 نانومتر. يحتوي هذا الغشاء على الدهون والبروتينات والكربوهيدرات

1-1-1- membrane lipids:- phospholipids are major component of cell membranes. It lies in two distinct layers, with the hydrophilic heads (soluble in water) on the outside and hydrophobic tails (insoluble in water) on the inside.

ž الدهون الغشائية-:- الفسفوليبيدات هي المكون الرئيسي للأغشية الخلوية. وهي تقع في طبقتين متميزتين، مع الرؤوس المحبة للماء (قابلة للذوبان في الماء) على الخارج والذيول الكارهة للماء (غير قابلة للذوبان في الماء) ž.على الداخل

The hydrophobic lipid tails will not associate with water or charged molecules, and this characteristic enables the cell membrane to act as a selective physical barrier. Lipid- soluble molecules and compounds such as oxygen and carbon dioxide are able to cross the lipid protein of a cell membrane, but ions and water-soluble compound cannot.

الذيول الدهنية الكارهة للماء لن ترتبط بالماء أو الجزيئات المشحونة، وهذه الخاصية تمكن الغشاء الخلوي من العمل كحاجز فيزيائي انتقائي. تستطيع الجزيئات والمركبات القابلة للذوبان في الدهون مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عبور البروتين الدهني لغشاء الخلية، ولكن الأيونات والمركبات القابلة للذوبان في الماء لا تستطيع ذلك

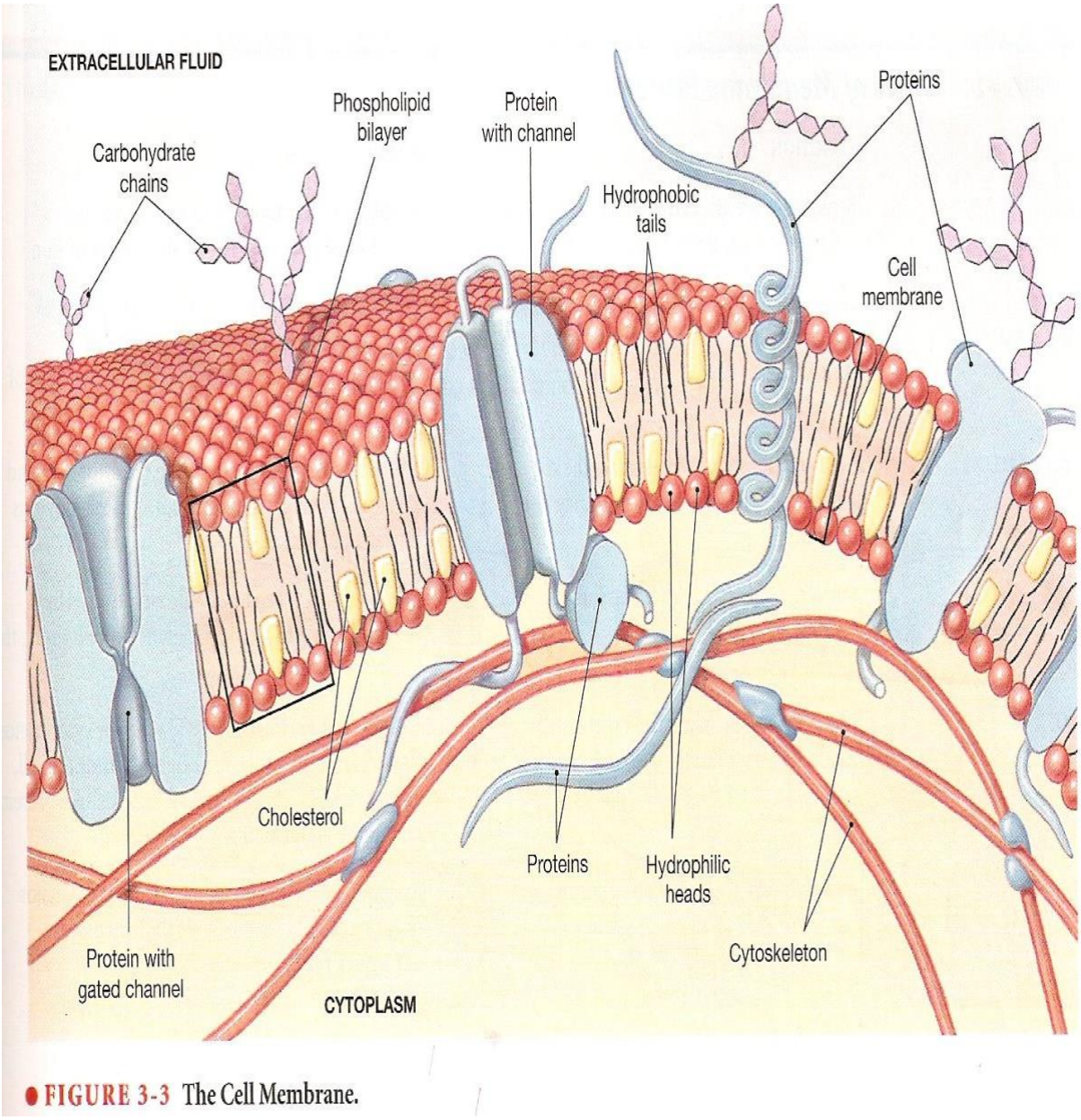


FIGURE 3-3 The Cell Membrane.

1-1-2- membrane protein:- present several types of proteins the width one called transmembrane proteins. There function as receptors, channel, carriers, enzymes, anchors, or identifiers.

ž بروتين الغشاء:- يوجد عدة أنواع من البروتينات، أحدها يسمى بروتينات الغشاء. تعمل كمستقبلات أو قنوات أو ناقلات أو إنزيمات أو مثبتات أو محددات.

1-1-3- membrane carbohydrate:- they form complex molecules with proteins and lipids on the outer surface of the membrane such as glycoprotein and glucolipids. Their function;1- cell lubricant and adhesives, 2- act as receptors for extracellular compounds, 3- form part of a recognition system that keeps the immune system from attacking the body's own cells and tissues.

كربوهيدرات الغشاء:- تشكل جزيئات معقدة مع البروتينات والدهون على السطح الخارجي للغشاء مثل الجليكوبروتين والجلوكوليبيدات. وظيفتها:1- زيوت تشحيم ولصق للخلايا، 2- تعمل كمستقبلات للمركبات خارج الخلية، 3- تشكل جزءًا من نظام التعرف الذي يمنع الجهاز المناعي من مهاجمة خلايا وأنسجة الجسم.

ž **2- membrane transport** **النقل عبر الغشاء**

ž The permeability of the cell membrane:- is the property that determines precisely which substance can enter or leave the cytoplasm. Our cell membranes are selectively permeable, permitting the free passage of some materials and restricting the passage of others. Movement across the membrane may be passive or active.

نفاذية غشاء الخلية:- هي الخاصية التي تحدد بدقة المادة التي يمكنها دخول أو مغادرة السيتوبلازم. أغشية خلايانا نفاذة بشكل انتقائي، مما يسمح بمرور بعض المواد بحرية وتقييد مرور مواد أخرى. قد تكون الحركة عبر الغشاء سلبية أو نشطة.

ž **Passive processes:-** move ions and molecules across the cell membrane required no energy such as; 1- diffusion, 2- filtration.

□ العمليات السلبية:- لا تتطلب نقل الأيونات والجزيئات عبر غشاء الخلية طاقة مثل؛ 1- الانتشار، 2- الترشيح.

ž **Active processes:-** move ions and molecules across the cell membrane required energy such as; active transport.

العمليات النشطة:- تتطلب نقل الأيونات والجزيئات عبر غشاء الخلية طاقة مثل؛ النقل النشط.

2-1- diffusion الانتشار

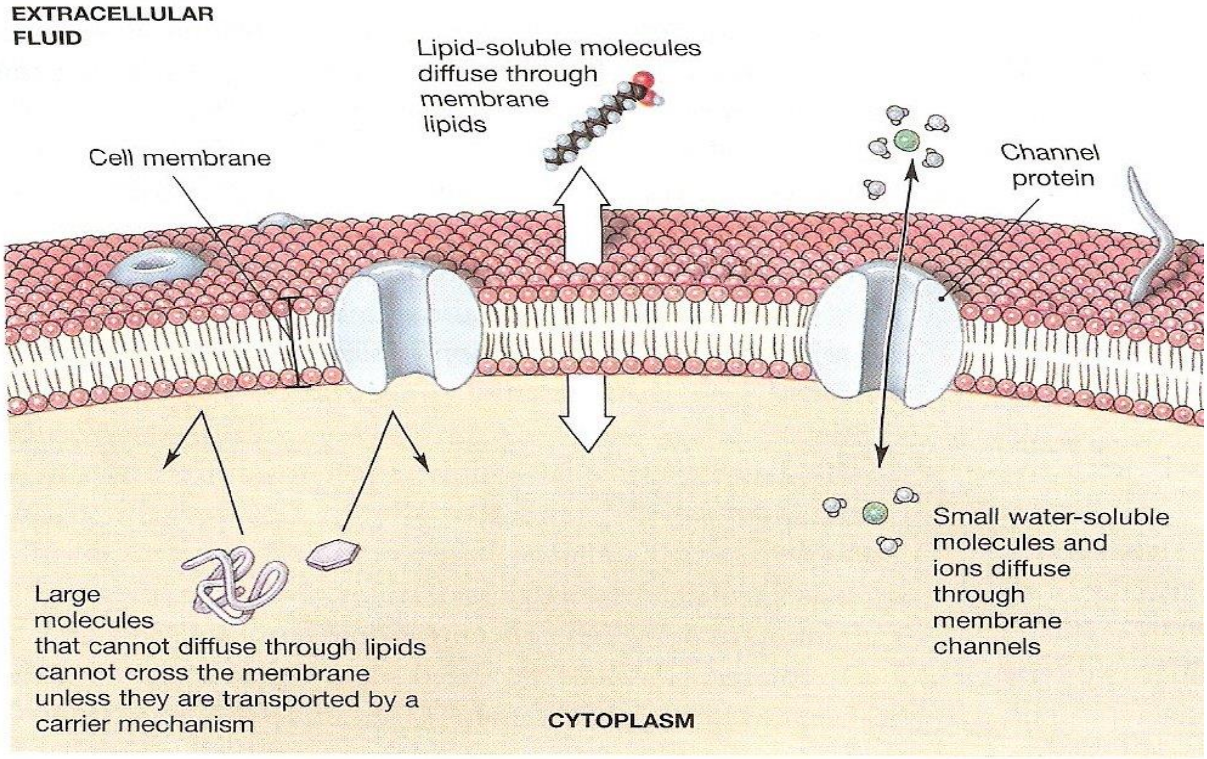
- Diffusion:- Is the net movement of molecules from an area where it's concentration is relatively high to an area where it's concentration is lower. Diffusion occurs until concentration gradient is eliminated.

الانتشار:- هو الحركة الصافية للجزيئات من منطقة يكون تركيزها فيها مرتفعًا نسبيًا إلى منطقة يكون تركيزها فيها أقل. يحدث الانتشار حتى يتم التخلص من تدرج التركيز.

- Concentration gradient: - it's the difference between the high and low concentrations. Diffusion is important in body fluids because it tends to eliminate local concentration gradients.

تدرج التركيز:- هو الفرق بين التركيزات العالية والمنخفضة. الانتشار مهم في سوائل الجسم لأنه يميل إلى التخلص من تدرجات التركيز المحلية.

.



● **FIGURE 3-5 Diffusion Across Cell Membranes.** The path a substance takes in crossing a cell membrane depends on the substance's size and lipid solubility.

2-2- osmosis التناضح

- Osmosis:- it is special type of diffusion, it is diffusion of water across a membrane in response to differences in concentration. The force of water movement is osmotic pressure.

التناضح:- هو نوع خاص من الانتشار، وهو انتشار الماء عبر غشاء استجابة لاختلافات في التركيز. قوة حركة الماء هي الضغط الاسموزي.

- Solutions of various solute concentration are described as isotonic, hypertonic, or hypotonic solution with regard to their effects on the shape or tension of the plasma membrane of living cells:

 توصف المحاليل ذات تركيزات المذاب المختلفة بأنها محلول متساوي التوتر أو مفرط التوتر أو منخفض التوتر فيما يتعلق بتأثيراتها على شكل أو توتر الغشاء البلازمي للخلايا الحية:

- **Isotonic solution**; water move in and out the cell membrane equally.

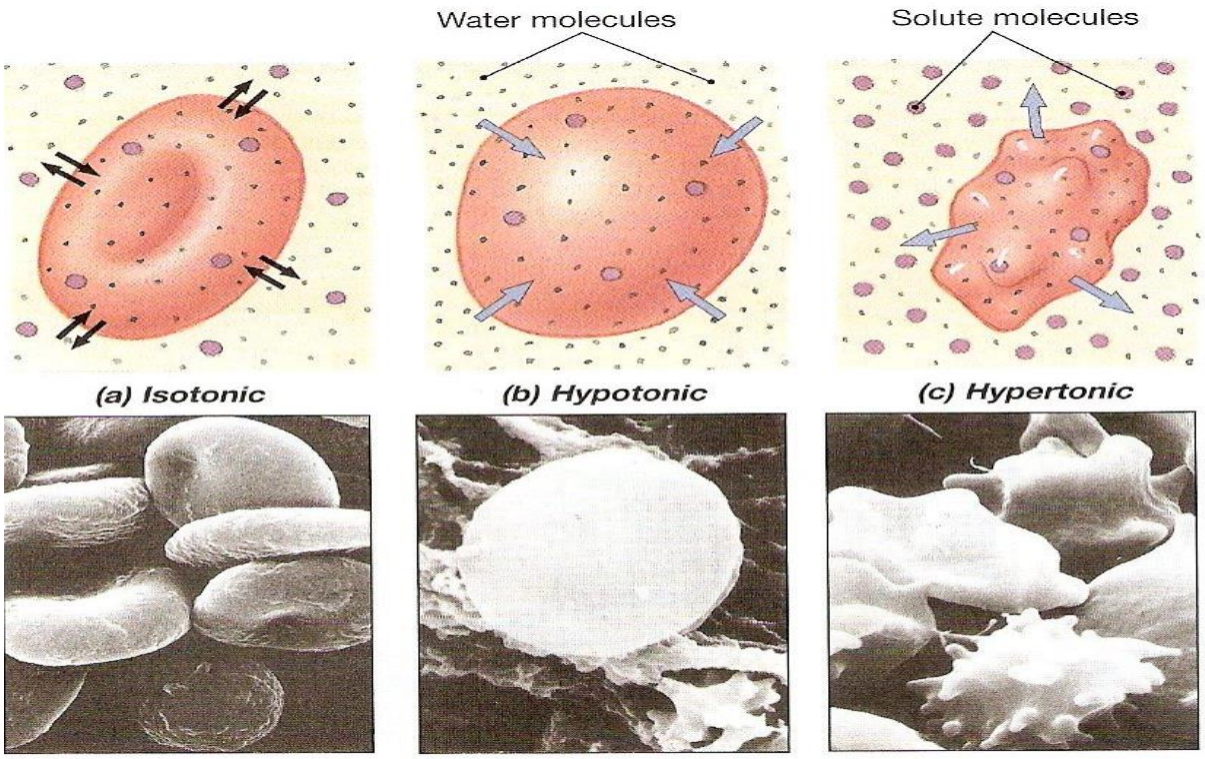
 محلول متساوي التوتر؛ يتحرك الماء داخل وخارج غشاء الخلية بالتساوي.

- **Hypertonic solution**; water move outside the cell “shrinking of cell”

 محلول مفرط التوتر؛ يتحرك الماء خارج الخلية "انكماش الخلية"

- **Hypotonic solution**; water move inside the cell “ cell burst-hemolysis”

 محلول منخفض التوتر؛ يتحرك الماء داخل الخلية "انفجار الخلية - انحلال الدم"



● **FIGURE 3-7 Osmotic Flow Across a Cell Membrane.** Blue arrows

2-3- filtration الترشيح

- Filtration:- hydrostatic pressure forces water across a membrane, if membrane pores are large enough, molecules of solute will be carried along with the water.

 الترشيح:- يجبر الضغط الهيدروستاتيكي الماء على عبور الغشاء، إذا كانت مسام الغشاء كبيرة بما يكفي، فسيتم نقل جزيئات المذاب مع الماء.

- **2-4- carrier-mediated transport:-** membrane proteins bind specific ions or organic substrates and carry them across the cell membrane such as;

2-4- النقل بوساطة الناقل:- ترتبط بروتينات الغشاء بأيونات محددة أو ركائز عضوية وتحملها عبر غشاء الخلية مثل؛

- **2-4-1- facilitated diffusion:-** it's a type of carrier-mediated transport, which required the presence of carrier proteins in the membrane as in glucose and amino acids transport.

 2-4-1- الانتشار الميسر:- إنه نوع من النقل بوساطة الناقل، والذي يتطلب وجود بروتينات الناقل في الغشاء كما هو الحال في نقل الجلوكوز والأحماض الأمينية.

ž **2-4-2- active transport:-** this mechanism consume energy (ATP) and are independent of concentration gradients. Some ions pumps " Na+, K+, Ca++, Mg++, Fe++, I-, Cl- " are exchange pumps(sodium-potassium exchange pump)

 2-4-2- النقل النشط:- تستهلك هذه الآلية الطاقة (ATP) وهي مستقلة عن تدرجات التركيز. بعض مضخات الأيونات "Na+، K+، Ca++، Mg++، Fe++، I-، Cl-" هي مضخات تبادل (مضخة تبادل الصوديوم والبوتاسيوم)

2-4- vesicular transportالنقل الحويصلي

 Materials moves into or out of a cell in membranous sacs that form at, or fuse with cell membrane. Two types are present endocytosis and exocytosis;

 تتحرك المواد داخل أو خارج الخلية في أكياس غشائية تتشكل عند غشاء الخلية أو تندمج معه. يوجد نوعان من النقل هما البلعمة والإخراج الخلوي؛

 2-4-1- endocytosis:- movement of extracellular material by forming a vesicle at the cell surface into the cell such as:

 - البلعمة:- نقل المواد خارج الخلية عن طريق تكوين حويصلة على سطح الخلية إلى داخل الخلية مثل:

 2-4-1-1- receptor-mediated endocytosis:-an active process includes receptor at the surface membrane which can bind with specific molecules then forming vesicles to be transported into the cells.

 البلعمة بوساطة المستقبلات:- عملية نشطة تتضمن مستقبلات على سطح الغشاء والتي يمكن أن ترتبط بجزيئات محددة ثم تشكل حويصلات يتم نقلها إلى الخلايا.

 2-4-1-2- pinocytosis:- "cell drinking" is the formation of small vesicles filled with extracellular fluid.

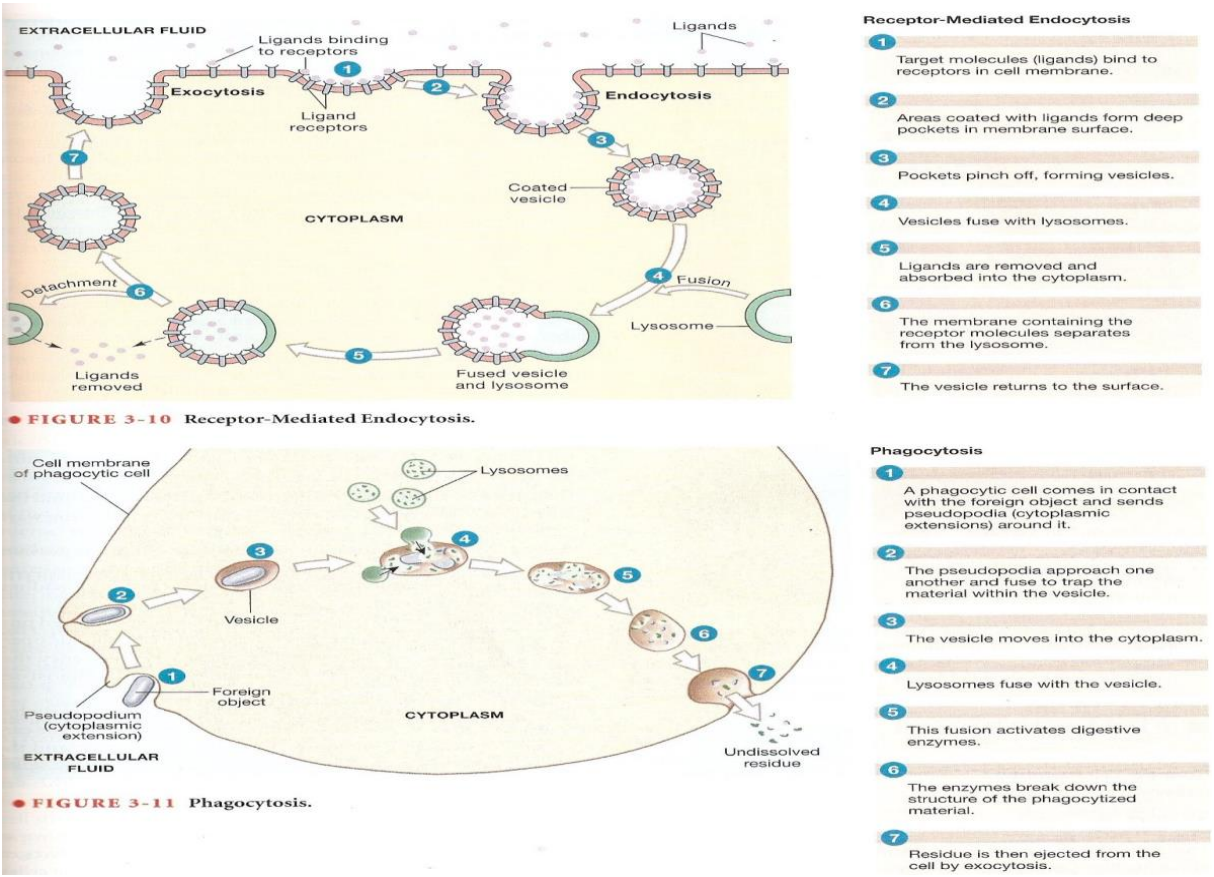
البلعمة:- "شرب الخلايا" هو تكوين حويصلات صغيرة مملوءة بسائل خارج الخلية.

 2-4-1-3- phagocytosis:-”cell eating” cell produces vesicles containing solid objects that may be as large as the cell itself.

 البلعمة:- "أكل الخلايا" تنتج الخلايا حويصلات تحتوي على أجسام صلبة قد تكون بحجم الخلية نفسها.

 2-4-2- exocytosis:- is the functional reverse of endocytosis. In exocytosis, a vesicle created inside the cell fuses with the cell membrane and discharges its contents into extracellular environment. Contents may be “hormones, mucous, or waste products”

 الطرد الخلوي:- هو العكس الوظيفي للبلعمة الخلوية. في الطرد الخلوي، تندمج الحويصلة التي تم إنشاؤها داخل الخلية مع غشاء الخلية وتفرغ محتوياتها في البيئة خارج الخلية. قد تكون المحتويات "هرمونات أو مخاط أو نفايات"



● FIGURE 3-10 Receptor-Mediated Endocytosis.

● FIGURE 3-11 Phagocytosis.

3- The cytoplasmالسيتوبلازم

- The cytoplasm: - is the material inside the cell membrane to the nucleus, the cytoplasm contains systole and organelles.

 السيتوبلازم: - هو المادة الموجودة داخل غشاء الخلية للنواة، ويحتوي السيتوبلازم على اكياس والعضيات.

- 3-1- systole: - is the intracellular fluids, which contain dissolved nutrients, ions soluble and insoluble proteins, and waste products. It differs in composition from the extracellular fluid.

 3-1- الاكياس: - هو السوائل داخل الخلايا، والتي تحتوي على العناصر الغذائية المذابة، والأيونات القابلة للذوبان والبروتينات غير القابلة للذوبان، والنفايات. ويختلف في تركيبه عن السائل خارج الخلية.

- 3-2- organelles:- are internal structures that perform specific functions essential to normal cell structure, maintenance, and metabolism. They are include:-

 3-2- العضيات:- هي هياكل داخلية تؤدي وظائف محددة ضرورية لبنية الخلية الطبيعية، والصيانة، والتمثيل الغذائي. وهي تشمل:-

- 3-2-1- membrane- enclosed organelles which include the nucleus, mitochondria, endoplasmatic reticulum, Golgi apparatus, lysosomes, and peroxisomes.

 3-2-1- العضيات المحاطة بالغشاء والتي تشمل النواة، والميتوكوندريا، والشبكة الإندوبلازمية، وجهاز جولجي، والليزوزومات، والبيروكسيسومات.

- 3-2-2- nonmembranous organelles which include the cytoskeleton, Microvilli, centrioles, cilia, flagella. Ribosomes and proteasomes.

 3-2-2- العضيات غير الغشائية والتي تشمل الهيكل الخلوي، والزغيبات، والمركزيات، والأهداب، والسوط. والرايبوسومات والبروتيازومات.

- 3-2-2-1- The cytoskeleton: - is an internal protein framework that gives the cytoplasm strength and flexibility.

 3-2-2-1- الهيكل الخلوي: - هو إطار بروتيني داخلي تعطي السيتوبلازم القوة والمرونة.

ž 3-2-2-2- Microvilli: - are small, finger-shaped projections of the cell membrane on the exposed surfaces of many cells. Its functions, they increase the surface area of the membrane. Such as the cells of the digestive tract and kidneys.

3-2-2-2- الزغيبات: - نتوءات صغيرة على شكل أصابع من غشاء الخلية على الأسطح المكشوفة للعديد من الخلايا. وظائفها هي زيادة مساحة سطح الغشاء. مثل خلايا الجهاز الهضمي والكلى.

ž 3-2-2-3- Centrioles, Cilia, and Flagella:- المركزات والأهداب والسوط

- Centrioles: - are important for cell division, it directs movement of chromosomes.

- - المركزات: - مهمة لانقسام الخلايا، فهي توجه حركة الكروموسومات.

- Cilia: - can move fluids and secretions across the cell surface

- - الأهداب: - يمكنها نقل السوائل والإفرازات عبر سطح الخلية

Flagella: - move a cell through the surrounding fluid

- الأسواط: - تحرك الخلية عبر السائل المحيط بها

2-2-4- Ribosomes: - they are intracellular factory that manufactures proteins. Free Ribosomes are found in the cytoplasm, and fixed Ribosomes are attached to the endoplasmic reticulum.

2-2-4- الريبوسومات: - هي مصنع داخل الخلايا يقوم بتصنيع البروتينات. توجد الريبوسومات الحرة في السيتوبلازم، وترتبط الريبوسومات الثابتة بالشبكة الإندوبلازمية.

- 3-2-2-5- proteasomes: - remove and breakdown damaged or abnormal proteins.

- 3-2-2-5- البروتيازومات: - تقوم بإزالة وتفتيت البروتينات التالفة أو غير الطبيعية
-

2-1- membrane- enclosed organelles العضيات المحاطة بغشا

ž 3-2-1-1- The endoplasmic reticulum: - Is a network of intracellular membranes. Rough endoplasmic reticulum (RER) contain Ribosomes on their surface thus is involved in protein synthesis. Smooth endoplasmic reticulum (SER) does not contain Ribosomes thus is involved in lipid and carbohydrate synthesis.

3-2-1-1- الشبكة الإندوبلازمية: - هي شبكة من الأغشية داخل الخلايا. تحتوي الشبكة الإندوبلازمية الخشنة على ريبوسومات على سطحها وبالتالي تشارك في تخليق البروتين. الشبكة الإندوبلازمية الملساء لا تحتوي على ريبوسومات وبالتالي تشارك في تخليق الدهون والكربوهيدرات.

- 3-2-1-2- The Golgi apparatus: - It consists of a set of five to six flattened membranes disc. Their functions:

3-2-1-2- جهاز جولجي: - يتكون من مجموعة من خمسة إلى ستة أغشية مسطحة قرصية. وظائفها:

-1- To form secretory vesicles تكوين حويصلات إفرازية.

-2- Produce new membrane components إنتاج مكونات غشائية جديدة..

-3- It packages lysosomes. Secretion is discharge from the cell by exocytosis.

تقوم بتغليف الليسوسومات. الإفراز هو إخراج من الخلية عن طريق الطرد الخلوي.

- 3-2-1-3- Lysosomes: - are vesicles filled with digestive enzymes. Their functions include ridding the cell of bacteria and debris.

3-2-1-3- الليسوسومات: - حويصلات مليئة بالإنزيمات الهضمية. وظائفها تشمل تخليص الخلية من البكتيريا والحطام.

- 3-2-1-4-Mitochonderia: - are small organelles that responsible for 95% of ATP production within typical cell.

3-2-1-4- الميتوكوندريا: - هي عضيات صغيرة مسؤولة عن 95% من إنتاج ATP داخل الخلية النموذجية.

- **The nucleus النواة**

- It is the control center for cellular operations. It is surrounded by a nuclear envelope, through which it communicates with the cystol by way of nuclear pores.

 هي مركز التحكم في العمليات الخلوية، وهي محاطة بغلاف نووي، تتواصل من خلاله مع الكيستول عن طريق المسام النووية.

1- Chromosome structure:- بنية الكروموسوم

Each chromosome contains DNA strands wrapped around special proteins called histones. The nucleus controls the cell by directing the synthesis of specific proteins using information stored in the DNA of chromosomes

يحتوي كل كروموسوم على خيوط DNA ملفوفة حول بروتينات خاصة تسمى الهستونات. تتحكم النواة في الخلية عن طريق توجيه تخليق بروتينات معينة باستخدام المعلومات المخزنة في DNA الكروموسومات

2- The genetic code الشفرة الوراثية

- It is the cell's information storage system. The genetic code is called a triplet code because a sequence of three nitrogenous bases identifies a single amino acid.

هي نظام تخزين المعلومات في الخلية. تسمى الشفرة الوراثية بالشفرات الثلاثية لأن تسلسل ثلاث قواعد نيتروجينية يحدد حمض أميني واحد.

Each gen consists of all the triplets needed to produce a specific protein.

يتكون كل جين من جميع الثلاثيات اللازمة لإنتاج بروتين معين.

3- Protein synthesis تخليق البروتين

- It includes both transcription, which occurs in the nucleus, and translation, which occurs in the cytoplasm.

 يشمل النسخ الذي يحدث في النواة والترجمة التي تحدث في السيتوبلازم.

- A- During transcription, a strand of messenger RNA (mRNA) is formed from a single strand of DNA and carries protein making instructions from the nucleus to the cytoplasm.

 أ- أثناء النسخ، يتكون خيط من الحمض النووي الريبي الرسول (mRNA) من خيط واحد من الحمض النووي ويحمل تعليمات صنع البروتين من النواة إلى السيتوبلازم

ž B- During translation, a functional protein is constructed from the information contained in an mRNA strand, Each triplet of nitrogenous bases along the mRNA strand is a codon each codon determine only one amino acid, the sequence of codons determine the sequence of amino acids in the protein

. □ ب- أثناء الترجمة، يتم بناء بروتين وظيفي من المعلومات الموجودة في خيط mRNA، كل ثلاثية من القواعد النيتروجينية على طول خيط mRNA هي كودون يحدد كل كودون حمض أميني واحد فقط، يحدد تسلسل الكودونات تسلسل الأحماض الأمينية في البروتين

ž C- Molecules of transfer RNA (tRNA) bring amino acids to the Ribosomes involved in translation.

□ ج- جزيئات الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) تحمل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات المشاركة في الترجمة.