

كلية الصيدلة

مقرر البيولوجيا

المحاضرة الرابعة

الخلية: بنيتها وأنواعها **The cell: Structure and types**

د. علي منصور



1) ما هي الخلية؟ What is the cell?

الخلية هي الوحدة الأساسية في تركيب جميع الكائنات الحية وهي أيضاً أبسط وحدة من المادة الحية.

تكون الخلايا فريدة لكل نوع من الكائنات الحية، وبنظرنا إلى الكائنات الحية البسيطة جداً فإننا نجد أن هذه الكائنات: إما أن تكون ذات خلايا تحتوي نواة غير محددة بغشاء وتدعى هذه المجموعة بدائيات (طلائعيات) Prokaryotes وهي تضم كل من الجراثيم والعتائق، أو تكون ذات خلايا نواتها محاطة بغشاء وتدعى الخلايا حقيقيات النواة Eukaryotes مثل (الأولي الحيوانية، الطحالب، الفطريات، الحيوانات، والنباتات).

Cell is the fundamental unit in composition all organisms, and the simplest unit of matter that is alive.

Cells are unique to each type of organism, and if you look at very simple organisms, you will discover that:

- 1- Some organisms have cells with no defined nucleus, and this group of organisms is called Prokaryotes.
- 2- Other organisms have cells with defined nucleus, and this group of organisms is called Eukaryotes.

2) الخلايا حقيقيات النوى والخلايا بدائيات **Eukaryotic cells**

يوجد نوعين رئисين من الخلايا:

1- خلايا بدائية نواة prokaryotic cells: لا تحوي نواة حقيقية ويكون DNA فيها غير مفصول عن بقية مكونات الخلية ولكنه يتجمع في منطقة تدعى الجسم النووي *nucleoid*.

2- خلايا حقيقة النواة Eukaryotic cells: وهي تملك نواة حقيقة حيث تكون النواة التي تحوي الـ DNA محاطة بغشاء نووي ومفصولة عن بقية البنية الخلوية.

وبشكل عام تكون الخلايا حقيقة النواة أكبر وأعقد تركيباً وذات قطر أكبر بحوالي 10 مرات الخلايا بدائية النواة. وبينما تنمو حقيقيات النواة وتتكاثر لاجنسيا من خلال عملية تدعى الانقسام الخلطي Meiosis، أو جنسياً من خلال إنتاج خلايا تكاثرية عبر الإنقسام المنصف Mitosis، فإن معظم بدائيات النواة تتکاثر لاجنسيا عبر عملية تدعى الإنشطار الثنائي Binary fission والتي يتضاعف خلالها جزيء DNA المفرد وتنقسم الخلية الأصلية إلى خلتين بنتين متماثلتين تماماً.

There are two primary types of cells: prokaryotic cells :

- 1- Prokaryotic cells, however, have no true nucleus. DNA in a prokaryotic cell is not separated from the rest of the cell, but it is coiled up in a region called the nucleoid.
- 2 -Eukaryotic cells are called so because they have a true nucleus. The nucleus, which houses DNA, is contained within a membrane and separated from other cellular structures.

-Typically, eukaryotic cells are more complex and much larger than prokaryotic cells. On average, prokaryotic cells are about 10 times smaller in diameter than eukaryotic cells.

-Eukaryotes grow and reproduce through a process called mitosis. In organisms that also reproduce sexually, the reproductive cells are produced by a type of cell division called meiosis. Most prokaryotes reproduce through a process called binary fission. During binary fission, the single DNA molecule replicates and the original cell is divided into two identical daughter cells.

تحصل كل من الكائنات الحية بدائيات و حقيقيات النوى على الطاقة التي تحتاجها للنمو وإبقاء الوظائف الخلوية العادلة عبر عملية تدعى بالتنفس الخلوي cellular respiration. تتضمن هذه العملية ثلاثة مراحل وهي:

- 1- مرحلة تحلل سكر العنب glycolysis ،
- 2 - حلقة حمض الليمون citric acid cycle ،
- 3- مرحلة النقل الإلكتروني electron transport .

يحدث معظم التنفس الخلوي عند حقيقيات النوى ضمن الجسيمات الكوندرية mitochondria، أما في بدائيات النواة فيحدث هذا التنفس ضمن السيتوبلاسما أو ضمن الغشاء الخلوي.

Both eukaryotic and prokaryotic organisms get the energy they need to grow and maintain normal cellular functions through cellular respiration. Cellular respiration has three main stages: glycolysis, the citric acid cycle, and electron transport.

-In eukaryotes, most cellular respiration reactions take place within the mitochondria. In prokaryotes, they occur in the cytoplasm and/or within the cell membrane.

(3) الخلية الحيوانية Animal cell

الخلية الحيوانية هي خلية حقيقية نواة تحوي بالإضافة إلى النواة على عضيات أخرى محاطة بغشاء أو بنيات خلوية دقيقة تقوم بوظائف خاصة ضرورية للعمليات الخلوية العادلة. وتملك العضيات الخلوية طيف واسع من المسؤوليات التي تتضمن كل شيء من إنتاج الهرمونات والأنزيمات إلى تأمين الطاقة للحيوانات.

An animal cell is a eukaryotic cell, or cell with a membrane-bound nucleus. In addition to having a nucleus, the animal cell also contains other membrane-bound organelles, or tiny cellular structures, that carry out specific functions necessary for normal cellular operations.

Organelles have a wide range of responsibilities that include everything from producing hormones and enzymes to providing energy for animal cells.

4) تركيب الخلية الحيوانية: العضيات Organelles والمركبات Components

يوجد في الخلية قطع صغيرة مثل العضيات organelles والجزئيات الكبيرة macromolecules، فالبروتين هو مثال عن الجزيئات الكبيرة بينما الجسيم الكوندرى mitochondrion هو مثال عن العضيات.

يمكن أن ترتبط الخلايا مع بعضها لتشكيل بنيات أكبر هي النسج tissues و يمكن أن تشكل عدّة نسج عضواً organ وتشكل عدّة أعضاء جهاز كالجهاز الهضمي digestive system كالإنسان مثلاً. وتشكل عدّة أعضاء كائن حي organism system مثلاً.

- There are smaller pieces that make up cells such as **macromolecules** and **organelles**. A protein is an example of a macromolecule while a mitochondrion is an example of an organelle.
- Cells can also connect to form larger structures. They might group together to form the **tissues** of the stomach and eventually the entire **digestive system**. However, in the same way that atom is the basic unit of the matter; cell is the basic unit for biology and organisms.

ونذكر فيما يلي العضيات والبنيات التي توجد في الخلية الحيوانية النموذجية (شكل 1):

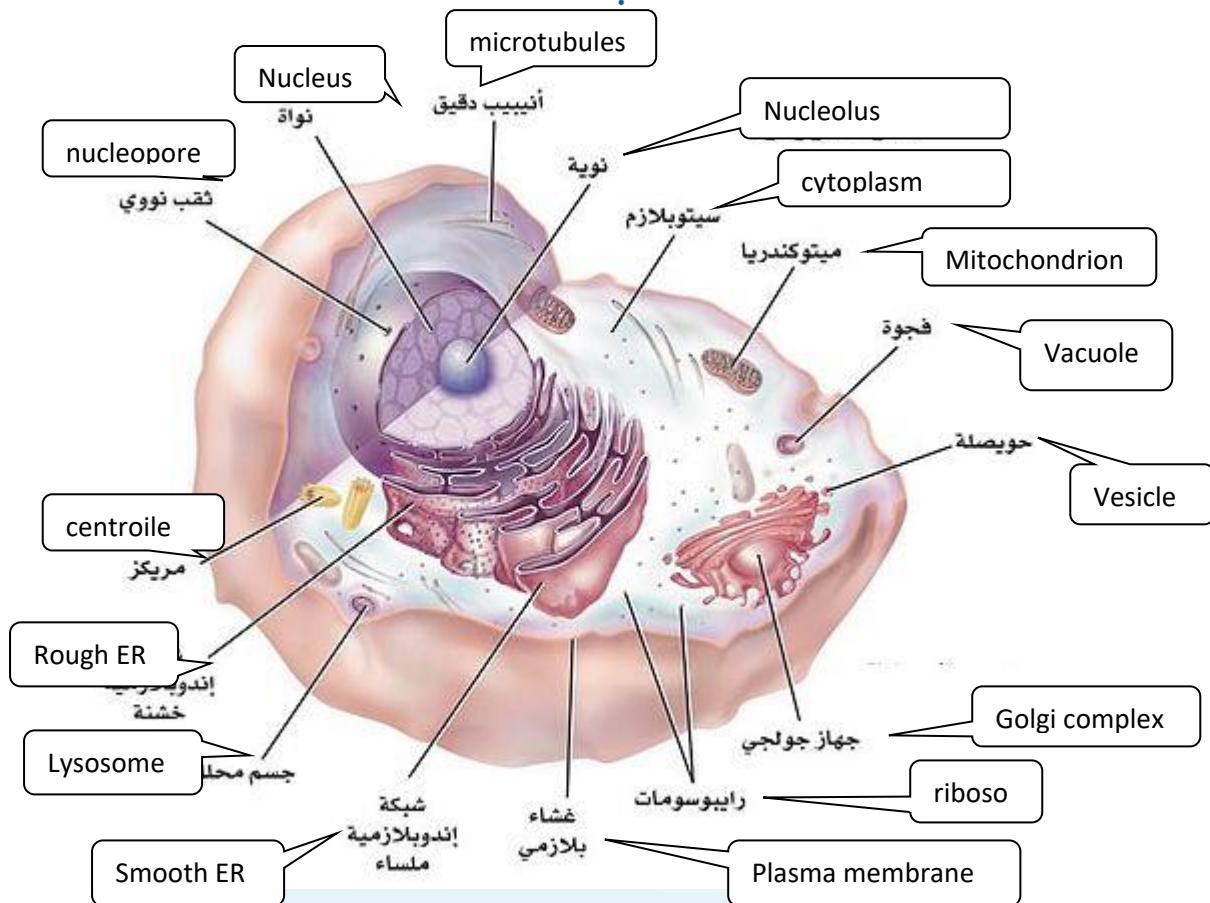
- 1- الغشاء الخلوي: غشاء رقيق نصف نفوذ يحيط بالسيتوبلاسما الخلوية مُغلفاً محتوياتها.
- 2- السيتوبلاسما: سائل يشبه الهلام ضمن الخلية ويتركب بمعظمها من ماء وأملاح ويهتمي العضيات والمركبات.



- 3- الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية: شبكة ممتدة من الأغشية مركبة من مناطق مزودة بالجسيمات الريبية (الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية الخشنة) ومناطق مجردة من الجسيمات الريبية (الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية الملساء).
 - 4- جهاز كولجي: وهو البنية المسئولة عن تصنيع وتخزين وشحن بعض المنتجات الخلوية.
 - 5- الجسيمات الحالة: أكياس من الأنزيمات التي تهضم الجزيئات الضخمة.
 - 6- الأنبيبات الدقيقة: عصيات مجوفة تعمل بشكل رئيسي على مساعدة ودعم الخلية وإعطاؤها شكلها وتشكل خيوط مغزل الإنقسام أثناء الإنقسام الخلوي.
 - 7- الجسيمات المركزية: بنيات إسطوانية تنظم تجمع الأنبيبات الدقيقة خلال الإنقسام الخلوي.
 - 8- الجسيمات الكوندرية: مكونات خلوية تولد الطاقة للخلية وهي مراكز التنفس الخلوي.
 - 9- النواة: وهي بنية خلوية محاطة بغشاء وتحوي المادة الوراثية للخلية ونميز فيها:
 - أ- النوية: وهي بنية ضمن النواة تساعد على تركيب الجسيمات الريبية.
 - ب- التقوب النووي: ثقب صغير جداً توجد ضمن غشاء النواة تسمح بمرور الأحماض الأمينية والبروتينات من وإلى النواة.
 - 10- الجسيمات الريبية: تتكون من الحمض الريبي النووي RNA ومن البروتينات وهي مسؤولة عن تجميع البروتين. يتكون الجسيم الريبي من تحت وحدتين تعملان معاً كوحدة واحدة لترجمة mRNA إلى سلسلة متعددة الببتيد.
 - 11- الجسيمات التاكسدية: بنيات تحوي أنزيمات وتساعد على إزالة سمية الكحول، وتشكيل حمض البول، وتحطيم الشحوم.
 - 12- الأهداب والسياط: مجموعات متخصصة من الأنبيبات الدقيقة التي تبرز من بعض الخلايا وتساعد في حركة الخلية.



جامعة



شكل 1: بنية الخلية الحيوانية figure 1: Structure of animal Cell

The following are the structures and organelles that can be found in a typical animal cell:

- 1- Cell Membrane: a thin, semi-permeable membrane that surrounds the cytoplasm of a cell, enclosing its contents.
- 2- Cytoplasm: a gel-like substance within the cell.
- 3- Endoplasmic Reticulum (ER): an extensive network of membranes composed of both regions with ribosomes (rough ER) and regions without ribosomes (smooth ER).
- 4- Golgi Complex: also called the Golgi apparatus, this structure is responsible for manufacturing, storing and shipping certain cellular products.

- 5- Lysosomes: sacs of enzymes that digest cellular macromolecules such as nucleic acids.
- 6- Microtubules: hollow rods that function primarily to help, support and shape the cell, and they form the spindle during cell division.
- 7- Centrioles: cylindrical structures which organize assembly of microtubules during cell division.
- 8- Mitochondria: cell components that generate energy for the cell and are the sites of cellular respiration.
- 9- Nucleus: a membrane bound structure that contains the cell's hereditary information.
 - Nucleolus** - structure within the nucleus that helps in the synthesis of ribosomes.
 - Nucleopore** - tiny hole within the nuclear membrane that allows nucleic acids and proteins to move into and out of the nucleus.
- 10- Ribosomes: They are consisting of RNA and proteins, and are responsible for protein assembly. A ribosome consists of two subunits that fit together and work as one to translate the mRNA into a polypeptide chain.
- 11- Cilia and flagella: specialized groupings of microtubules that protrude from some cells and aid in cellular locomotion.
- 12- Peroxisomes: structures that contain enzymes and help to detoxify alcohol, form bile acid, and break down fats.

5) مقارنة بين الخلية الحيوانية والخلية النباتية Animal Cell vs Plant Cell

تتراوح أحجام معظم الخلايا الحيوانية والنباتية 1-100 ميكرون ويمكن رؤيتها فقط باستخدام المجهر. تكون الخلايا الحيوانية مشابهة للخلايا النباتية من حيث كون كليهما حقيقيات نواة ومتلكان عضيات مشابهة.

Most cells, both animal and plant, range in size between 1 and 100 micrometers and are thus visible only with the aid of a microscope. Animal cells are similar to plant cells in that they are both eukaryotic cells and have similar organelles.

و تكون الخلايا الحيوانية بشكل عام أصغر من الخلايا النباتية، وبينما تمتلك الخلايا الحيوانية أحجام متنوعة وتميل إلى امتلاك أشكال غير منتظمة، تكون الخلايا النباتية متماثلة في الحجم وتكون بشكل مثالي إما مستطيلة أو مكعبية.

Animal cells are generally smaller than plant cells. While animal cells come in various sizes and tend to have irregular shapes, plant cells are more similar in size and are typically rectangular or cube shaped.

تحتوي الخلايا النباتية على بناء غير موجودة في الخلايا الحيوانية مثل الجدار الخلوي، فجوة واحدة كبيرة، والصانعات الخضراء التي تساعد على تخزين العناصر الضرورية للنبات (شكل 2). وكذلك تحوي الخلايا الحيوانية بناء غير موجودة في الخلايا النباتية مثل الجسيمات المركزية، الجسيمات الحالة، الأهداب، السياط.

A plant cell also contains structures not found in an animal cell. Some of these include a cell wall, a large vacuole, and plastids. Plastids, such as chloroplasts, assist in storing and harvesting substances needed for the plant. Animal cells also contain structures such as centrioles, lysosomes, cilia, and flagella that are not typically found in plant cells.

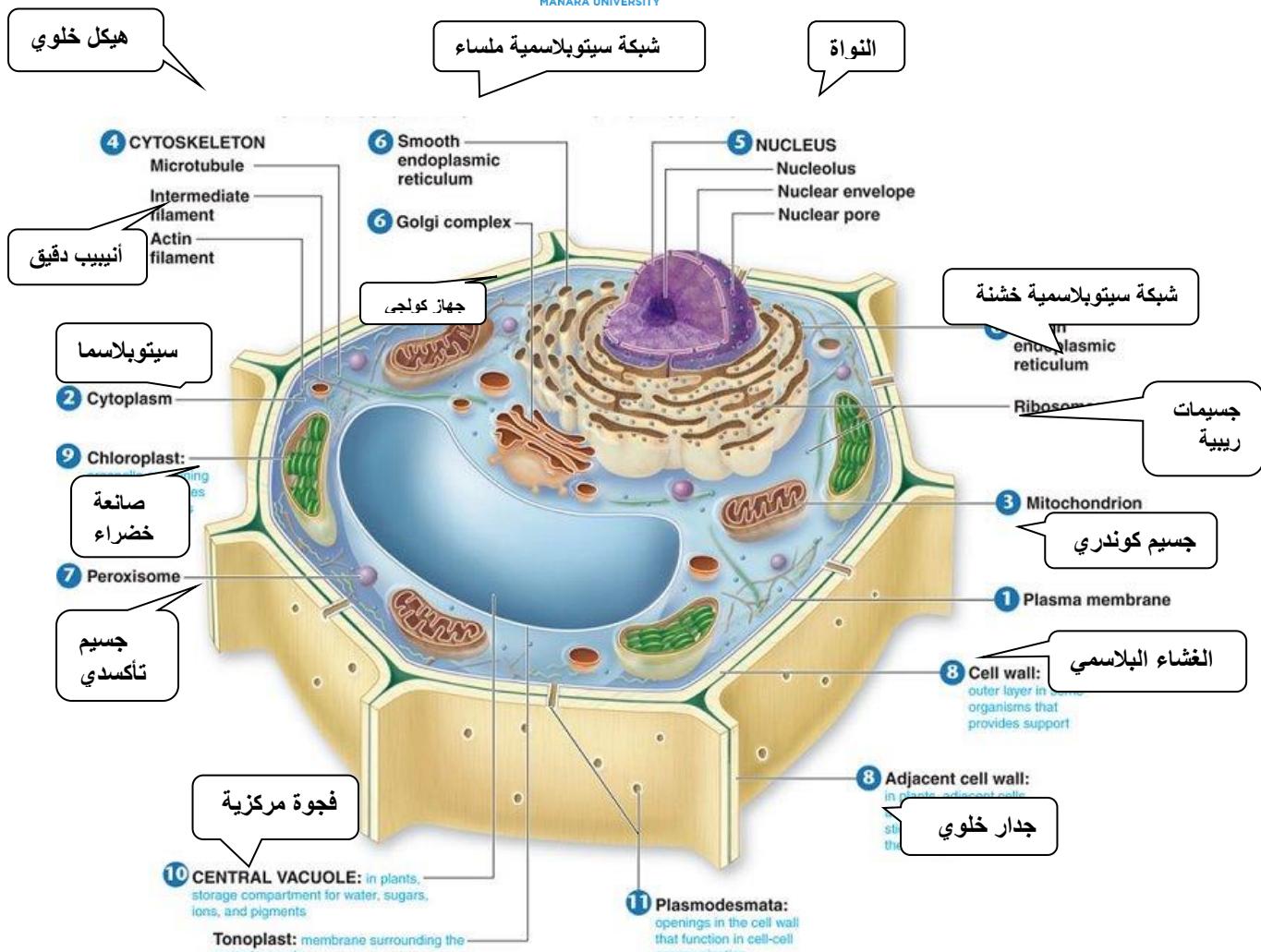
6) تنوع الخلايا الحيوانية Variety of Animal cells

تنوع الخلايا الحيوانية بشكل واسع بأشكالها وأحجامها، وتكون أشكالها المختلفة هامة في تمكينها من أداء وظائفها المختلفة بشكل فعال. يبلغ عدد خلايا جسم الإنسان تريليونات بمختلف الأنواع وتناسب بنية الخلية مع الدور الذي ستؤديه على أكمل وجه. وفيما يلي بعض أنواع الخلايا في جسم الإنسان:

Animal cells in particular can vary widely and come in all kinds of sizes and shapes, and their different shapes that are important and enable them to do different functions effectively.

Cells in the human body number in the trillions, and there are hundreds of different types of cells in the body and the structure of a cell is perfectly suited for the role it performs. The following are some types of cells in human body.





شكل 2: بنية الخلية النباتية figure 2: structure of plant cell

i. أنواع الخلايا عند الإنسان

1- الخلايا الجذعية (Stem cells) (شكل 3)

وهي خلايا فريدة في الجسم كونها غير متمايزة وتملك القدرة على التطور إلى خلايا متخصصة لبعض الأعضاء أو إلى نسج.

Stem cells are unique cells of the body in that they are unspecialized and have the ability to develop into specialized cells for specific organs or to develop into tissues.

٢- خلايا الدم (شكل ٤ Blood Cells)

خلايا حيوية للحياة ويوجد ثلات أنواع منها في الدم وهي: كريات الدم الحمراء (نقل الأوكسجين)، كريات الدم البيضاء (الخلايا المناعية)، والصفائح الدموية (تثثر الدم).

Blood cells: cells of the blood are vital to life; the three major types of cells in the blood are red blood cells (oxygen transfer), white blood cells (immune cells), and platelets (blood clotting).

٣- الخلايا الدهنية Fat cells (شكل ٥)

وتعرف أيضاً بالخلايا الشحمية adipocytes وهي المكون الرئيسي للنسج الشحمي. وتحوي الخلايا الشحمية قطرات من الدهن المخزن (غليسيريدات ثلاثية) يمكن أن يستعمل لتوليد الطاقة. وتصبح الخلايا الدهنية كروية الشكل عندما تمتلئ بالدهن.

They also called adipocytes, are the major cell component of adipose tissue. Adipocytes contain droplets of stored fat (triglycerides) that can be used for energy. When fat is being stored, fat cells swell and become round in shape (see figure 5).

٤- خلايا الجلد Skin Cells

يتكون الجلد من طبقة من النسيج الظهاري (البشرة) والتي تكون مدعومة بطبقة من النسيج الضام (الأدمة). تكون الطبقة الخارجية العلوية من الجلد مكونة من خلايا ظهارية رصفية مسطحة متراصفة إلى جانب بعضها البعض. تتوفّف الخلايا الميتة المتقرنة باستمرار لتحل محلّها خلايا جديدة (شكل ٦).

The skin is composed of a layer of epithelial tissue (epidermis) that is supported by a layer of connective tissue (dermis). The outermost layer of the skin is composed of flat, squamous epithelial cells that are closely packed together. The flat, keratinized, dead cells are continuously sloughed off and replaced with new cells from below (see figure 6).

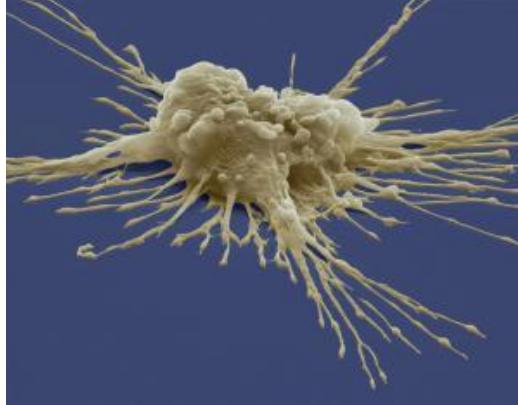


Figure 3: Pluripotent Stem Cell.

شكل 3: الخلايا الجذعية

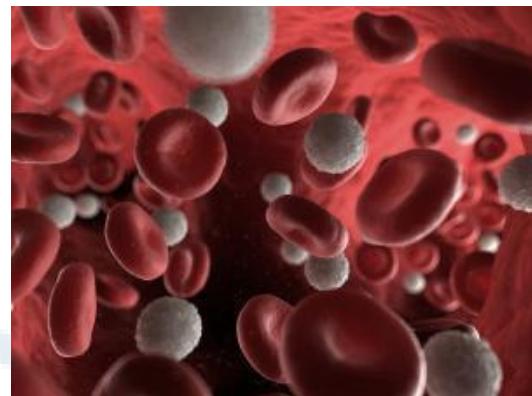


Figure 4: Red and white blood cells.

شكل 4: كريات الدم البيضاء والحمراء

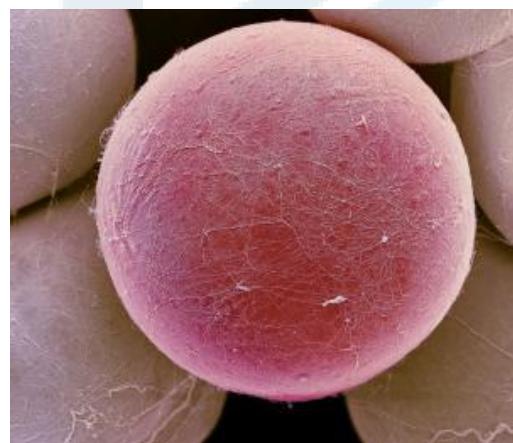


Figure 5: Adipocytes (fat cells)

شكل 5: خلايا دهنية



Figure 6: squamous cells (the skin).

شكل 6: خلايا ظهارية رصفية (الجلد)

5- الخلايا العظمية Bones cells

هي خلايا مسؤولة عن تكوين العظام. تنقسم الخلايا العظمية إلى عدة أنواع منها:

A- خلايا عظمية مولدة (Osteoprogenitors): تنقسم لتنتج خلايا تتمايز إلى الخلايا المكونة للعظم.

B- خلايا مكونة للعظم (Osteoblasts): تقوم بإنتاج البروتينات والمركبات العضوية اللازمة لنمو وتقوية العظم.

- C - الخلايا العظمية البالغة (Osteocytes): هي خلايا تنتج البروتينات والمواد العضوية التي تدخل في تركيب المادة بين الخلويات.
- D - الخلايا المحيطة للعظام (Osteoclasts): تعمل على إذابة الكالسيوم في العظام عند انخفاض تركيزه في الدم.

Cells are responsible for generating bones. There are many types of bone cells, some of them are:

- A- Osteoprogenitors: these cells divide to produce cells which are signalled to Osteoblasts.
- B- Osteoblasts: these cells produce protein matrix and organic matrix that are required for bone growth and strengthening.
- C- Osteocytes: these produce proteins and organic materials which make up the intercellular material.
- D-Osteoclasts: cells those are responsible for the breakdown of bones when calcium concentration in blood becomes low.

6 - الخلايا الجنسية Sex Cells (شكل 7)

الخلايا الجنسية أو الأعراس gametes هي خلايا تكاثرية يتم إنتاجها في الغدد الذكرية أو الأنثوية. تملك الخلايا الجنسية الذكرية أو النطاف sperms بروز متحرك يشبه الذيل يدعى السوط. بينما تكون الخلايا الجنسية الأنثوية أو البوopies ova غير متحركة وهي كبيرة نسبياً بالمقارنة مع النطاف.

Sex cells or gametes are reproductive cells produced in male and female gonads. Male sex cells or sperm are motile and have a long, tail-like projection called a flagellum. Female sex cells or ova are non-motile and relatively large in comparison to sperm.

8- الخلايا السرطانية Cancer Cells (شكل 8)

يَنْتَجُ السرطان مِنْ تَطْوُرِ خَصَائِصٍ شَاذَّةً لِلخَلَائِيْعَادِيَّةِ وَالَّتِي تَمْكِنُهَا مِنِ الإِنْقَسَامِ بِشَكْلٍ غَيْرِ مُسِيْطِرٍ عَلَيْهِ وَتَنْتَشِرُ إِلَى أَمَكَنَاتٍ أُخْرَى. يَمْكُنُ أَنْ يَحْفَزَ تَطْوُرَ الخَلَائِيْعَادِيَّةِ السَّرَطَانِيَّةِ بِوَاسْطَةِ تَشَوُّهَاتٍ تَحْدُثُ مِنْ عَوَافِلٍ مُثَلِّ: الْمَوَادِ الكِيمِيَّاتِيَّةِ، الإِشْعَاعَاتِ، الأَشْعَةِ فَوْقِ الْبَنْفَسِجِيَّةِ، أَخْطَاءِ في تضاعُفِ الصَّبَغِيَّاتِ، إِصَابَةِ فيْرُوسيَّةِ. تَفَقُّدُ الخَلَائِيْعَادِيَّةِ الْحَسَاسِيَّةَ إِلَى إِشَارَاتِ ضَدِ النَّمْوِ، وَتَكَاثُرُ بِسُرْعَةٍ، وَتَفَقُّدُ الْقَدْرَةَ عَلَى الموتِ المُبرَمِجِ .apoptosis

Cancer results from the development of abnormal properties in normal cells that enable them to divide uncontrollably and spread to other locations. Cancer cell development can be caused by mutations that occur from factors such as chemicals, radiation, ultraviolet light, chromosome replication errors, or viral infection. Cancer cells lose sensitivity to anti-growth signals, proliferate rapidly, and lose the ability to undergo apoptosis or programmed cell death.

9 - الخلايا العصبية والخلايا المستقبلة للضوء and Photoreceptor Nerve Cells cells

الخلايا العصبية أو العصبونات هي الوحدات الأساسية في النظام العصبي، وهي ترسل الرسائل الكهربائية على طول الطريق من الدماغ إلى كامل الجسم ذهاباً وإياباً (مثل السلك الكهربائي)، ولذلك فهي طويلة ورفيعة (شكل 9).

Nerve cells or neurons are the basic unit of the nervous system. They carry electrical messages all the way from the brain to the rest of the body and back (almost like electrical wire), so they are very long, thin cells (figure 9).

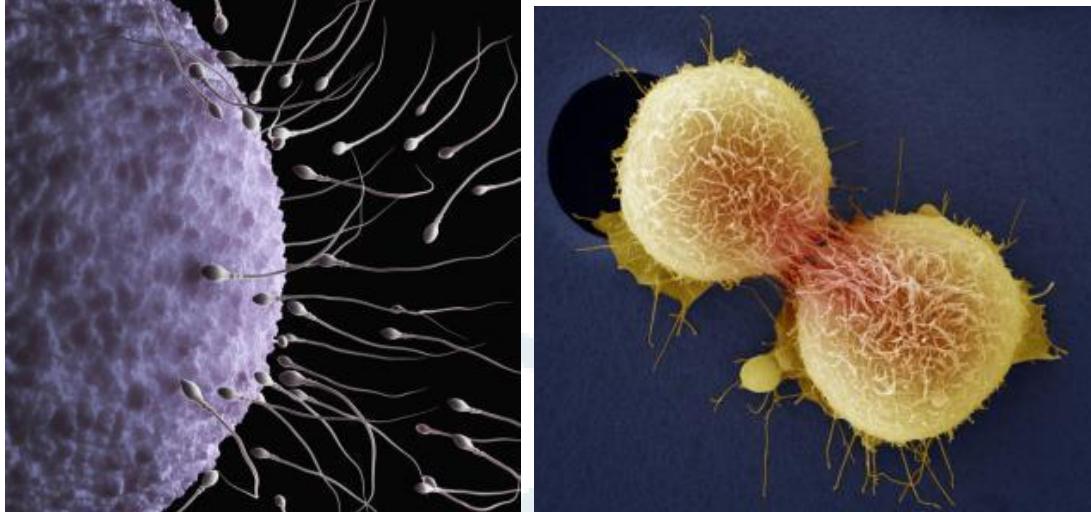


Figure 7: Sperms entering an ovum

شكل 7: النطاف والبويضة

Figure 8: Cervical cancer cells dividing.

شكل 8: انقسام الخلايا السرطانية

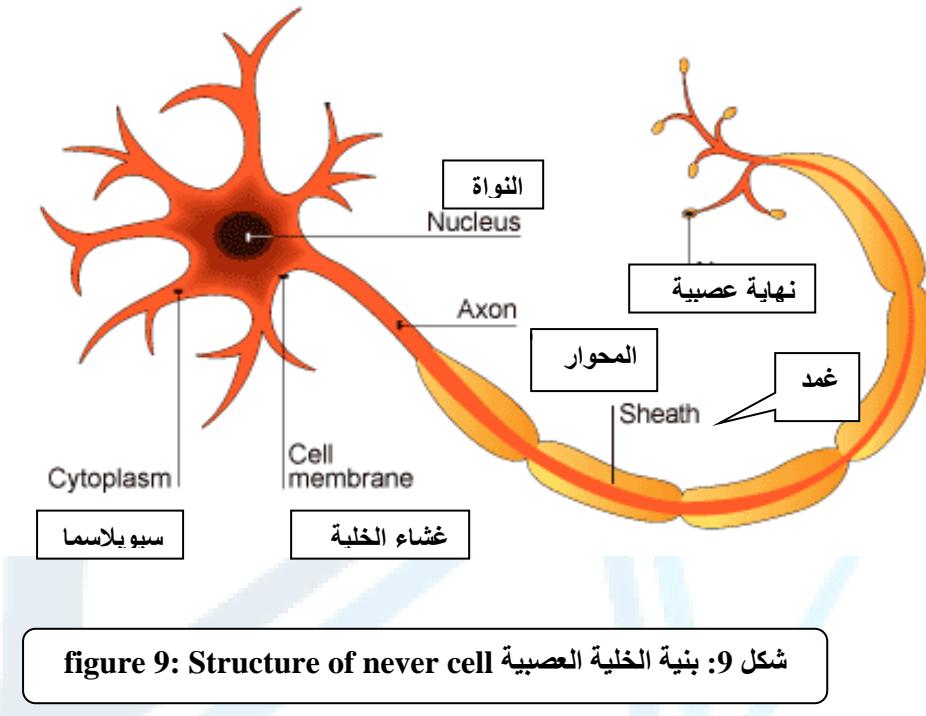
يتتألف العصبون من من جزئين رئيسيين: جسم الخلية والاستطالات العصبية. يحوي جسم الخلية المركزي على نواة مترافقه مع السيتوبلاسما والعضبيات. الاستطالات العصبية (المحوار والتغصنات) تمتد من جسم الخلية وهي قادرة على توجيه ونقل الإشارات.

A neuron consists of two major parts: a cell body and nerve processes. The central cell body contains the neuron's nucleus, associated cytoplasm, and organelles. Nerve processes are projections (axons and dendrites) that extend from the cell body and are able to conduct and transmit signals

الخلايا المستقبلة للضوء (العصي والمخاريط) هي خلايا موجودة في العين تلقط الضوء وهي فعلياً أشكال متخصصة جداً من الخلايا العصبية.

Photoreceptor **cells** (rods and cones) are cells in the eye that detect light. They are actually very specialised forms of neurons.

MANARA UNIVERSITY



شكل 9: بنية الخلية العصبية figure 9: Structure of never cell

يوجد ضمن النسيج العضلي ثلاث مجموعات مميزة من النسج: العضلات الهيكلية، العضلة القلبية، والعضلات الملساء؛ كل منها مكون من خلايا متخصصة تعطي النسيج الخاص بها خصائص فريدة.

Within muscle tissue are three distinct groups of tissues: **skeletal muscle**, **cardiac muscle**, and **smooth muscle**. Each of these tissue groups is made of specialized cells that give the tissue its unique properties.

1- الخلايا العضلية الهيكلية Skeletal muscle cells

تتطور الخلايا من اندماج عدة خلايا أصغر خلال التكامي الجنيني فينتج ألياف عضلية مستقيمة طويلة تحوي عدّة نوى. تظهر هذه الخلايا تحت المجهر كنموذج مخطط من مناطق عاتمة ونيرة. هذه الخطوط ناتجة من ترتيب بروتينات الأكتين والميوسين.

They develop from the fusion of many smaller cells during fetal development, resulting in long, straight muscle fibers that contain many

nuclei. Skeletal muscle cells appear under the microscope to have a striped, or *striated*, pattern of light and dark regions. These stripes are caused by the regular arrangement of actin and myosin proteins.

2- خلايا العضلة القلبية Cardiac muscle cells

توجد فقط في القلب وتنحصر بضخ الدم بقوة وكفاءة مدى الحياة. وتمتاز هذه الخلايا بأربع خصائص: لا يمكن التحكم بها إرادياً، مخططة، متفرعة، ووحيدة النواة.

They are found only in the heart, and are specialized to pump blood powerfully and efficiently throughout our entire lifetime. Four characteristics define cardiac muscle tissue cells: they are involuntary and intrinsically controlled, striated, branched, and single nucleated.

3- خلايا عضلية حشوية Visceral muscle cells

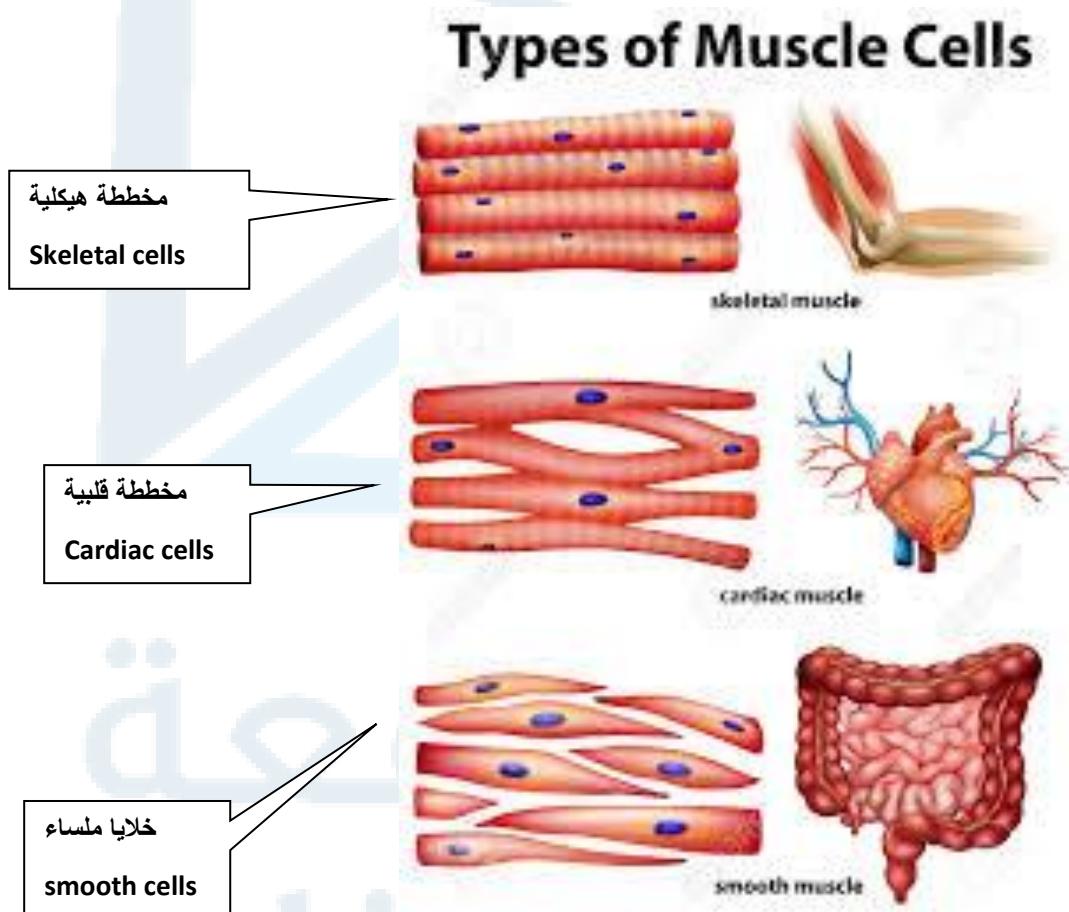
توجد في بعض الأعضاء، الأوعية الدموية القصبات الهوائية، لتحريك العناصر عبر الجسم. العضلات الحشوية تعرف بشكل شائع بالعضلات الملساء smooth muscles بسبب كونها غير مخططة. وهي تتتصف بأربع خصائص: لا يمكن التحكم بها إرادياً، غير مخططة، غير متفرعة، ووحيدة النواة.

They are found in the organs, blood vessels, and bronchioles of the body to move substances throughout the body. Visceral muscles are also commonly known as **smooth muscle** due to their lack of striations. Four characteristics define smooth muscle tissue cells: they are involuntarily controlled, not striated, not branched, and singly nucleated.

8) الهرم الخلوي Cellular senescence or Cellular ageing

- الهرم الخلوي هو التدهور التدريجي للخصائص الوظيفية لمعظم أشكال الحياة المعقّدة والتي، على مستوى المتعضية، تزيد الموت بعد البلوغ.

- وتشير كلمة هرم إلى الهرم الخلوي أو هرم المتعضية ككل. ويمثل الهرم الخلوي ظاهرة تتوقف فيها الخلية ثنائية الصيغة الصبغية عن الانقسام. ويمثل الهرم الخلوي تغير في حالة الخلية ولا يعني أن الخلية أصبحت هرمة كما قد تشير تسميتها.
- على الرغم من كون الخلايا الهرمة لم تعد تتضاعف فهي تبقى نشطة استقلابياً وتتبني بشكل شائع النمط الظاهري المناعي.



شكل 10: أنواع الخلايا العضلية

- Senescence or **biological ageing** is the gradual deterioration of functional characteristics of most complex life forms that, on the level of the organism, increases mortality after maturation.
- The word "senescence" can refer either to cellular senescence or to senescence of the whole organism. *Cellular senescence* is the

phenomenon by which normal diploid cells cease to divide. Cellular senescence represents a change in "cell state" rather than a cell becoming "aged" as the name confusingly suggests.

- Although senescent cells can no longer replicate, they remain metabolically active and commonly adopt an immunogenic phenotype.

