

كلية طب الأسنان

مقرر علم الخلية والمناعة

المحاضرتين الثالثة والرابعة

الخلية: بنيتها وأنواعها

**The cell : Structure and types**

د. علي منصور

جَامِعَةُ  
الْمَنَارَةِ  
MANARA UNIVERSITY

## (1) ما هي الخلية؟ What is the cell

الخلية هي الوحدة الأساسية في تركيب جميع الكائنات الحية وهي أبسط وحدة من المادة الحية. تكون الخلايا فريدة لكل نوع من الكائنات الحية، وبمنظرة 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) النواة Prokaryotes وهي تضم كل من الجراثيم والعنائق، أو تكون ذات خلايا نواتها محاطة بغشاء وتدعى المجموعة حقيقيات النواة Eukaryotes مثل (الأوالي 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 prokaryotic cells والخلايا بدائيات النوى Eukaryotic cells

يوجد نوعين رئيسيين 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 حقيقية النواة Eukaryotic cells: وهي تملك نواة حقيقية حيث تكون النواة التي تحوي الـ DNA محاطة بغشاء نووي ومفصولة عن بقية البنيات الخلوية. وبشكل عام تكون الخلايا حقيقية النواة أكبر وأبعد تركيباً وذات قطر أكبر بحوالي 10 مرات الخلايا بدائية النواة. وبينما تنمو حقيقيات النواة وتتكاثر لاجنسياً من خلال عملية تدعى الانقسام الخيطي Mitosis، أو جنسياً من خلال إنتاج خلايا تكاثرية عبر الانقسام المنصف Meiosis، فإن معظم بدائيات النواة تتكاثر لاجنسياً عبر عملية تدعى الانشطار الثنائي Binary fission والتي يتضاعف خلالها جزيء DNA المفرد وتنقسم الخلية الأصلية إلى خليتين 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 وحقيقيات النوى على الطاقة التي تحتاجها للنمو وإبقاء الوظائف الخلوية العادية عبر عملية تدعى بالتنفس الخلوي cellular respiration. تتضمن هذه العملية ثلاث مراحل وهي:

1- مرحلة تحلل سكر العنب glycolysis.

2- مرحلة 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 السيتوبلازما 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 العادية. 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 والجزيئات الكبيرة macromolecules، فالبروتين هو مثال عن الجزيئات الكبيرة بينما الجسيم الكونديري mitochondrion هو مثال عن العضيات.

يمكن أن ترتبط الخلايا مع بعضها لتشكل بنيات أكبر هي النسيج tissues و يمكن أن تشكل عدّة نسيج عضواً organ وتشكل عدّة أعضاء جهاز system كالجهاز الهضمي digestive system مثلاً، وتشكل عدّة أجهزة كائن حي organism كالإنسان 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**; many tissues can form organ; many organs can form an organic system such as the digestive **system**; and many systems form an organism such as the human.

ونذكر فيما يلي الغُضَيَّات والبنىات التي توجد في الخلية الحيوانية النموذجية (شكل 1):

- 1- الغشاء الخلوي: غشاء رقيق نصف نفوذ يحيط بالسيتوبلازما الخلوية مُغَلِّفًا محتوياتها.
- 2- السيتوبلازما: سائل يشبه الهلام ضمن الخلية ويتركب بمعظمه من ماء وأملاح ويحتوي الغُضَيَّات والمركبات.
- 3- الشبكة السيتوبلازمية الداخلية: شبكة ممتدة من الأغشية مركبة من مناطق مزودة بالجسيمات الريبية (الشبكة السيتوبلازمية الداخلية الخشنة) ومناطق مجردة من الجسيمات الريبية (الشبكة السيتوبلازمية الداخلية الملساء).
- 4- جهاز كولجي: وهو البنية المسؤولة عن تصنيع وتخزين وشن 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 الانقسام أثناء الانقسام الخلوي.
- 7- الجسيمات المركزية: بنى إسطوانية تنظّم تجمع الأنبيبات الدقيقة خلال الانقسام 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- الثقوب النووية: ثقوب صغيرة جداً توجد ضمن غشاء النواة تسمح بمرور الأحماض النووية والبروتينات من وإلى النواة.

- 10- الجسيمات الريبية: تتكون من الحمض الريبى النووي RNA ومن البروتينات وهي مسؤولة عن تجميع البروتين. يتكون الجسيم الريبى من تحت وحدتين تعملان معاً كوحدة واحدة لترجمة mRNA إلى سلسلة متعددة الببتيد.
- 11- الجسيمات التأكسدية: بنيات تحوي أنزيمات وتساعد على إزالة سمية الكحول، وتشكيل حمض البولة، وتحطيم الشحوم.
- 12- الأهداب والسيّاط: مجموعات متخصصة من الأنبيبات الدقيقة التي تبرز من بعض الخلايا وتساعد في حركة الخلية.

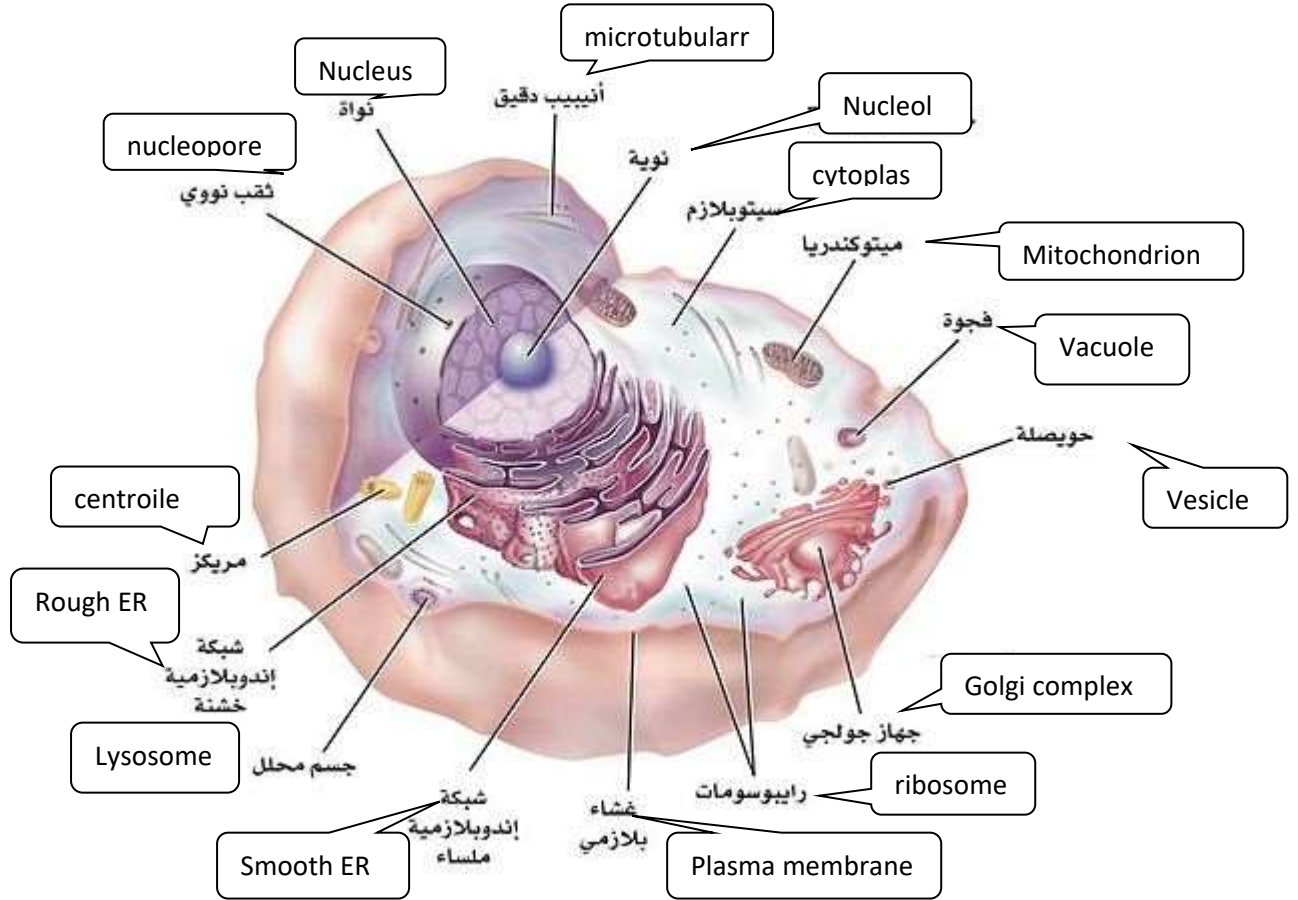
The following are the structures and organelles that can be found in a typical animal cell:

- 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.





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

#### 1-4 الغشاء السيتوبلازمي The cell membrane

الغشاء الخلوي ( الغشاء البلازمي) هو عبارة عن حاجز يفصل الخلية عن البيئة المحيطة، وهو غشاء نصف نفوذ أو نفوذ اصطفائياً ذو طبقة مضاعفة من الفوسفوليبيدات مترافقة مع بروتينات منغرسه فيه (شكل 1). والغشاء السيتوبلازمي ليس صلب وهو مرن وذو قوام مشابه للزيت النباتي.

The cell membrane (plasma membrane) is a barrier that separates a cell from its surrounding environment. It is semi-permeable

(selectively permeable), double layer of phospholipids with embedded proteins (see figure 1). The cell membrane is not solid. It is flexible and has a similar consistency to vegetable oil.

## 2-4 تركيب الغشاء الخلوي Composition of cell membrane

يتتركب الغشاء الخلوي من أربع أنواع من الجزيئات وهي:

1- الفوسفوليبيدات Phospholipids

2- الكوليسترول Cholesterol

3- البروتينات Proteins

4- السكريات Carbohydrates

### 1- فوسفوليبيدات الغشاء الخلوي phospholipids of cell membrane:

تعد الفوسفوليبيدات المركب الأساسي الذي يشكل الغشاء السيتوبلازمي للخلية. يتألف جزيء الفوسفوليبيد من قطبين: الرأس: يتألف من مجموعة فوسفات (القطب المحب للماء)، والذيل: يتألف من سلاسل حمض دهني (القطب الكاره للماء). تشكل الفوسفوليبيدات طبقة مضاعفة لتؤلف الغشاء السيتوبلازمي بحيث يكون القطبان المحبان للماء على تماس مع المحلول المائي لداخل الخلية والمحلول المائي خارجها، بينما يتوضع القطبان الكارهان للماء من الداخل بعيداً عن المحلول المائي (شكل 3).

Phospholipids make up the basic structure of a cell membrane. A single phospholipid molecule has two different ends: The head end contains a phosphate group and is **hydrophilic**. The tail end is called **fatty acid chains**, and these chains are **hydrophobic**.

The phospholipids of a cell membrane are arranged in a double layer called the **lipid bilayer**. The hydrophilic phosphate heads are always arranged so that they are near water. The hydrophobic lipid tails are organized in a manner that keeps them away from water (figure 3).

## 2- كوليسترول الغشاء الخلوي Cholesterol of cell membrane

يتكون جزيء الكوليسترول من أربع حلقات من ذرات الكربون والهيدروجين. يعد هذا المركب كارهاً للماء ويوجد بين الذيل الكارهة للماء في الطبقة الليبيدية المضاعفة. جزيئات الكوليسترول هامة في الحفاظ على قوام غشاء الخلية وهي تعمل على تقويته بمنع بعض الجزيئات من عبوره. تمنع جزيئات الكوليسترول ذيل الفوسفوليبيدات من التلامس مع بعضها والتخثر وتؤمن مرونة الغشاء الخلوي.

Cholesterol molecules are made up of four rings of hydrogen and carbon atoms. It is hydrophobic and is found among the hydrophobic tails in the lipid bilayer (see figure 1). Cholesterol molecules are important for maintaining the consistency of the cell membrane; they strengthen the membrane by preventing some small molecules from crossing it. Cholesterol molecules also keep the phospholipid tails from coming into contact and solidifying; this ensures that the cell membrane stays flexible.

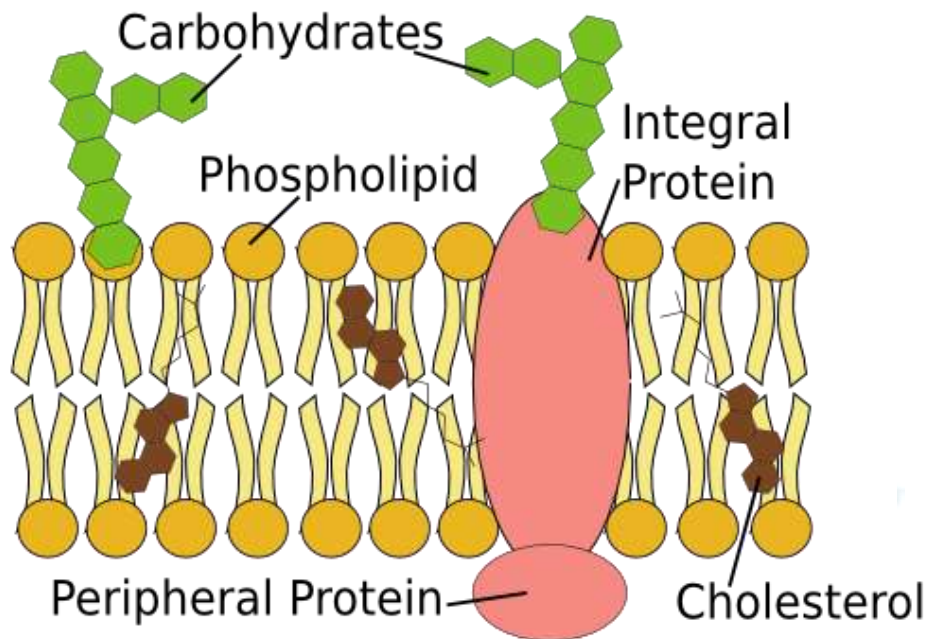
## 3- بروتينات الغشاء الخلوي Proteins of cell membrane

تتوضع بعض البروتينات ضمن الطبقة الليبيدية المضاعفة للغشاء السيتوبلازمي وتسمى بروتينات تكاملية، و يوجد بعضها الآخر خارج الطبقة الليبيدية المضاعفة وتدعى بالبروتينات المحيطة التي يمكن أن توجد على جانبي الطبقة الليبيدية المضاعفة داخل وخارج الخلية.

للبروتينات المنغرس في الغشاء عدة وظائف:

Some plasma membrane proteins are located in the lipid bilayer and are called integral proteins. Other proteins, called peripheral proteins, are outside of the lipid bilayer. Peripheral proteins can be found on either side of the lipid bilayer: inside the cell or outside the cell. Proteins embedded in membrane serve different functions:

- أ- البروتينات القنوية: تشكل فتحات صغيرة لتنتشر عبرها الجزيئات.
- ب- البروتينات الحاملة: مواقع ربط على سطح البروتينات التي تسحب بعض الجزيئات إلى داخل الخلية.
- ت- البروتينات المستقبلية: محرضات جزيئية تطلق استجابات خلوية (مثل تحرير الهرمونات أو فتح قنوات بروتينية).
- ث- بروتينات تعريف الخلية: تعد بمثابة بطاقات تعريف تسمح لجهاز المناعة بالتعرف على خلايا الجسم.
- ج- البروتينات الأنزيمية: تجري التفاعلات الاستقلابية.



شكل 1: بنية الغشاء الخلوي **Figure 1: Structure of cell membrane**

- a. Channel Proteins - form small openings for molecules to diffuse through.
- b. Carrier Proteins- binding sites on protein surface that "grab" certain molecules and pull them into the cell.
- c. Receptor Proteins - molecular triggers that set off cell responses (such as release of hormones or opening of channel proteins).
- d. Cell Recognition Proteins - ID tags, to identify cells to the body's immune system.
- e. Enzymatic Proteins - carry out metabolic reactions.

#### 4- سكريات الغشاء الخلوي Carbohydrates of cell membrane

توجد السكريات أحياناً مرتبطة إلى البروتينات أو الليبيدات على السطح الخارجي للغشاء الخلوي وهكذا فهي توجد فقط في الجانب الخارجي من غشاء الخلية. تشكل هذه السكريات مع بعضها ما يسمى بالكأس السكري **glycocalyx** الذي يملك عدة وظائف:

- يعمل كوسادة تخميد ويؤمن حماية للغشاء البلازمي.
- هام في التعرف على الخلية: فبناء على بنية ونوع السكريات في الكأس السكري للخلية يكون جسمنا قادراً على التعرف على الخلايا وتحديد فيما إذا كانت هذه الخلايا في موقعها الصحيح أم لا.
- يمكن أن يعمل الكأس السكري كصمغ يربط الخلايا مع بعضها.

Carbohydrates, or sugars, are sometimes found attached to proteins or lipids on the outside of a cell membrane. That is, they are only found on the extracellular side of a cell membrane. Together, these carbohydrates form the glycocalyx. The **glycocalyx** of a cell has many functions:

- It provides cushioning and protection for the plasma membrane.
- It is also important in cell recognition: based on the structure and types of carbohydrates in the glycocalyx, our body can recognize cells and determine if they should be there or not.
- The glycocalyx can also act as a glue to attach cells together.

#### 2-4 السيتوبلازما (الهيولى) Cytoplasm

السيتوبلازما سائل يشبه الهلام يملأ الخلية ومصنوع بمعظمه من الماء والأملاح يوجد ضمن الغشاء الخلوي لجميع أنواع الخلايا ويحتوي جميع العضيات والمكونات الخلوية. تملك السيتوبلازما عدة وظائف في الخلية حيث تجري ضمنها معظم نشاطات الخلية وتحوي جزيئات مثل الأنزيمات المسؤولة عن تفكيك الفضلات وتساعد في عمليات الاستقلاب. كما أنها تملأ الخلية ومسؤولة عن إعطاء الخلية شكلها حيث تبقى العضيات في أماكنها وبدونها ستكون الخلية مسطحة ولا تتمكن من إمرار المواد من عضية إلى أخرى. ونسمي الجزء من السيتوبلازما الخالي من العضيات بالمحلول الخلوي.

Cytoplasm is a jelly-like fluid that fills the cell, and it is made up of mostly water and salt. It is present within the cell membrane of all cell types and contains all organelles and components. It has various functions in the cell, and most of the important activities of the cell occur in the cytoplasm. It contains molecules such as enzymes which are responsible for breaking down waste and also aid in metabolic activity. It is responsible for giving a cell its shape, and it helps to fill out the cell and keeps organelles in their place. Without cytoplasm, the cell would be deflated and materials would not be able to pass easily from one organelle to another. Cytosol is the part of the cytoplasm that does not contain organelles.

#### 3-4 النواة Nucleus

النواة هي عضية عالية التخصص مغلقة بغشاء مضاعف وتخدم كمركز الإدارة والمعلومات في الخلية حقيقية النواة. وهي أكبر عضية في الخلية حيث تحتل حوالي 10% من كامل حجم الخلية



ويبلغ معدل قطر نواة خلية الثدييات حوالي 6 ميكرو متر. يمكن رؤية البلازما النووية داخل النواة وهي بنية شبه سائلة لزجة مشابهة بتركيبها للبلازما الخلوية (سيتوبلازما).

يتنوع عدد الأنوية في الخلية، فقد تكون الخلية وحيدة نواة، أو ثنائية نواة أو متعددة أنوية (أكثر من نواتين). وهي ذات مظهر كروي كثيف ويكون شكلها غالباً دائري وقد يكون بيضوي أو قرصي حسب نوع الخلية.

The nucleus is a highly specialized double-membrane bound organelle that serves as the information and administration centre of the eukaryotic cell. The nucleus is the largest organelle of the cell, and it occupies about 10% of the total volume of the cell. In mammalian cells, the average diameter of the nucleus is approximately 6 micrometers. A semi-fluid matrix nucleoplasm is seen inside the nucleus which is a viscous fluid and is similar to the composition of the cytoplasm.

The number of nuclei may vary: they may be uni-nucleate (single nucleus), bi-nucleate (two nuclei) or even multi-nucleate (more than two nuclei). It has a dense spherical appearance and its shape of the nucleus is mostly rounded, it may be oval or disc shaped depending on the type of cell.

## (5) بنية النواة (figure 2) Nucleus Structure

### 5.1 الغشاء النووي Nuclear Envelope

الغشاء أو الغلاف النووي مؤلف من غشائين: غشاء خارجي وغشاء داخلي. الغشاء الخارجي للنواة هو استمرار لغشاء الشبكة السيتوبلازمية الداخلية الخشنة. يضم الغلاف النووي المادة

الوراثية ويفصلها عن سيتوبلازما الخلية. ويخدم كحاجز يمنع مرور بعض المواد بحرية بين البلازما النووية والبلازما الخلوية.

The nuclear envelope or nuclear membrane is made up of two membranes the outer membrane and the inner membrane. The outer membrane of the nucleus is continuous with the membrane of the rough endoplasmic reticulum. The nuclear envelope encloses and separates the genetic material of the cell from the cytoplasm of the cell. It also serves as a barrier to prevent passage of macro-molecules freely between the nucleoplasm and the cytoplasm.

#### 5. 2 الثقوب النووية Nuclear Pore

يكون الغلاف النووي مثقباً بعدة ثقوب تدعى ثقوب نووية وهي مكونة من بروتينات تدعى بالبروتينات النووية وهي تنظم مرور الجزيئات بين النواة والسيتوبلازما.

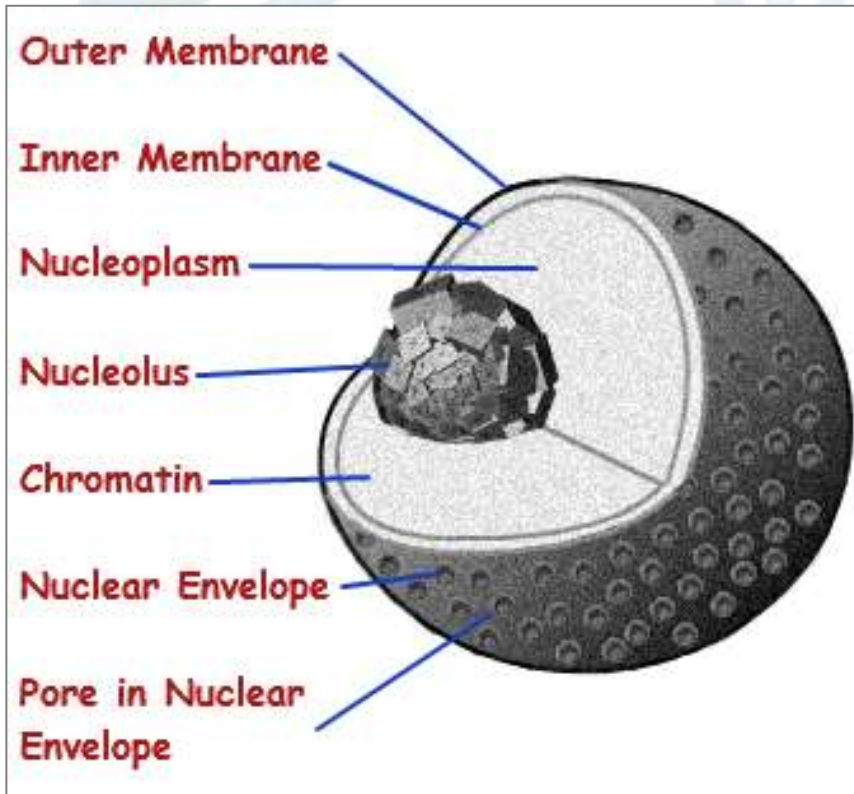
The nuclear envelope is perforated with numerous pores called nuclear pores. They are composed of many proteins known as nucleoproteins. They regulate the passage of the molecules between the nucleus and cytoplasm.

#### 5. 3 النوية Nucleolus

- تكون النوية غير محاطة بغشاء وهي بنية بشكل لطخة كثيفة توجد ضمن النواة.
- يتم تشكيل النويات حول المناطق النووية المنظمة.
- وهي تتركب وتجمع الجسيمات الريبية والحمض الريبوي النووي الريبوزومي rRNA.

- يكون عدد النويات مختلف من نوع لأخر (يصل عددها حتى 4 نويات) ويكون عددها ثابت في النوع الواحد.
- تختفي النويات أثناء الانقسام الخلوي.

- ☐ The nucleolus is not surrounded by a membrane, it is a densely stained structure found in the nucleus .
- ☐ The nucleoli are formed around the nuclear organizer regions.
- ☐ It synthesizes and assembles ribosomes and rRNA .
- ☐ The number of nucleoli is different (up to four nucleoli) from species to species but within a species the number is fixed .
- ☐ During cell division, the nucleolus disappears.



شكل2: بنية نواة الخلية الحيوانية Structure of Animal cell nucleus

## (5) الجسيمات الكوندرية Mitochondria

- الجسم الكوندري هو عضوية عصوية الشكل وتعد مولد الطاقة للخلية محولة الأوكسجين والمواد الغذائية إلى طاقة بشكل أدينوزين ثلاثي فوسفات ATP وهو مركب كيميائي يمدّ التفاعلات الاستقلابية في الخلية بالطاقة.
- تدعى عملية توليد الطاقة بالتنفس الهوائي وهي السبب لتنفس الحيوانات الأكسجين.
- ولم تكن الحيوانات الراقية لتوجد، بدون وجود الجسيمات الكوندرية، لأن خلاياها ستكون في هذه الحالة قادرة على الحصول على الطاقة بواسطة التنفس اللاهوائي (بغياب الأوكسجين)، وهي عملية أقل كفاءة بكثير من التنفس الهوائي.
- وتمكن الجسيمات الكوندرية الخلايا من إنتاج ATP بطريقة أكثر كفاءة بحوالي 15 ضعفاً مما تنتجه بطريقة التنفس اللاهوائي، وتحتاج الحيوانات الراقية مثل الإنسان كميات كبيرة من الطاقة لكي تبقى على قيد الحياة.
- يعتمد عدد الجسيمات الكوندرية الموجودة في خلية على متطلبات تلك الخلية ويمكن أن يتراوح هذا العدد من جسيمة واحدة كبيرة إلى آلاف من الجسيمات الصغيرة.

- Mitochondrion (plural: Mitochondria) is a rod-shaped organelle that can be considered the power generator of the cell, converting oxygen and nutrients into adenosine triphosphate (ATP). ATP is the chemical energy "currency" of the cell that powers the cell's metabolic activities.
- This process is called **aerobic respiration** and is the reason why animals breathe oxygen.

### Mitochondria Structural Features

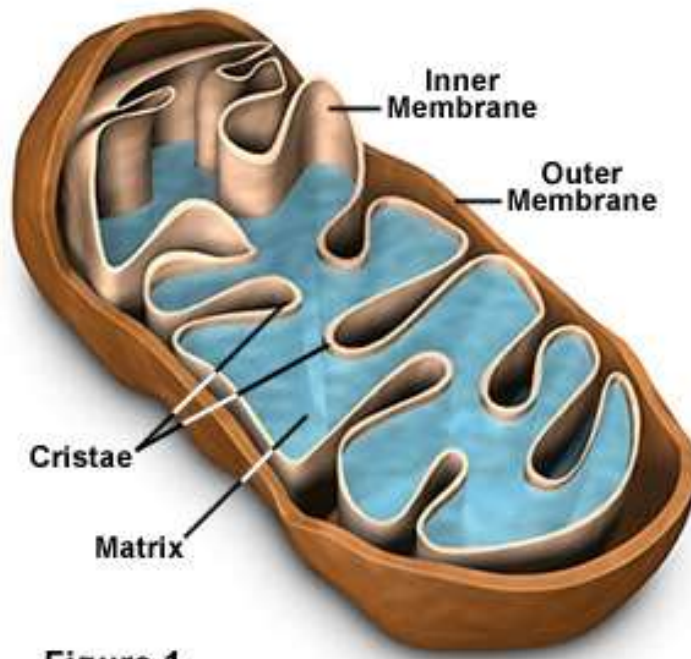


Figure 1

شكل 3: بنية الجسيمة الكوندرية **Figure 3: Structure of a mitochondrion**

- Without mitochondria, higher animals would likely not exist because their cells would only be able to obtain energy from anaerobic respiration (in the absence of oxygen), a process much less efficient than aerobic respiration.
- In fact, mitochondria enable cells to produce 15 times more ATP than they could otherwise, and complex animals, like humans, need large amounts of energy in order to survive.
- The number of mitochondria present in a cell depends upon the metabolic requirements of that cell, and may range from a

single large mitochondrion to thousands of small mitochondria.

#### (6) الجسيمات التأكسدية

الجسيم التأكسدي عضوية مغلقة بغشاء توجد في سيتوبلازما الخلايا حقيقية النواة. تلعب الجسيمات التأكسدية دوراً أساسياً في أكسدة بعض الجزيئات الحيوية وتساهم في التركيب الحيوي للبيئات الغشاء التي تعرف بالبلاسموجينات. ويمكن أن تقوم الجسيمات التأكسدية بوظائف إضافية في الخلايا النباتية تتضمن إعادة تدوير كربون الفوسفوغلوكولات  $C_2H_5O_6P$  أثناء التنفس الضوئي. وقد تم تحديد أنواع متخصصة من الجسيمات التأكسدية في النباتات ومن بينها غليوكسوم وظيفته تحويل الحموض الدسمة إلى سكريات.

**Peroxisome**, membrane-bound organelle occurring in the cytoplasm of eukaryotic cells. Peroxisomes play a key role in the oxidation of specific biomolecules. They also contribute to the biosynthesis of membrane lipids known as plasmalogens. In plant cells, peroxisomes carry out additional functions, including the recycling of carbon from phosphoglycolate during photorespiration. Specialized types of peroxisomes have been identified in plants, among them the glyoxysome, which functions in the conversion of fatty acids to carbohydrates.

تحتوي الجسيمات التأكسدية أنزيمات تؤكسد جزيئات معينة موجودة عادة في الخلية كالحموض الدسمة والحموض الأمينية بشكل ملحوظ. تُنتج تفاعلات الأكسدة هذه بيروكسيد الهيدروجين ومن المحتمل أن يكون هذا المركب سام للخلية. لذلك تحتوي الجسيمات التأكسدية على أنزيمات مثل



أنزيم كاتلاز الذي يحول بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأوكسجين ويبطل بذلك السمية. تؤمن الجسيمات التأكسدية بهذه الطريقة مكان آمن للاستقلاب التأكسدي لبعض الجزيئات.

Peroxisomes contain enzymes that oxidize certain molecules normally found in the cell, notably fatty acids and amino acids. Those oxidation reactions produce hydrogen peroxide. However, hydrogen peroxide is potentially toxic to the cell. Therefore, peroxisomes also contain enzymes such as catalase that convert hydrogen peroxide to water and oxygen, thereby neutralizing the toxicity. In that way peroxisomes provide a safe location for the oxidative metabolism of certain molecules.

### 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 وتمتلكان عضيات متشابهة.

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.

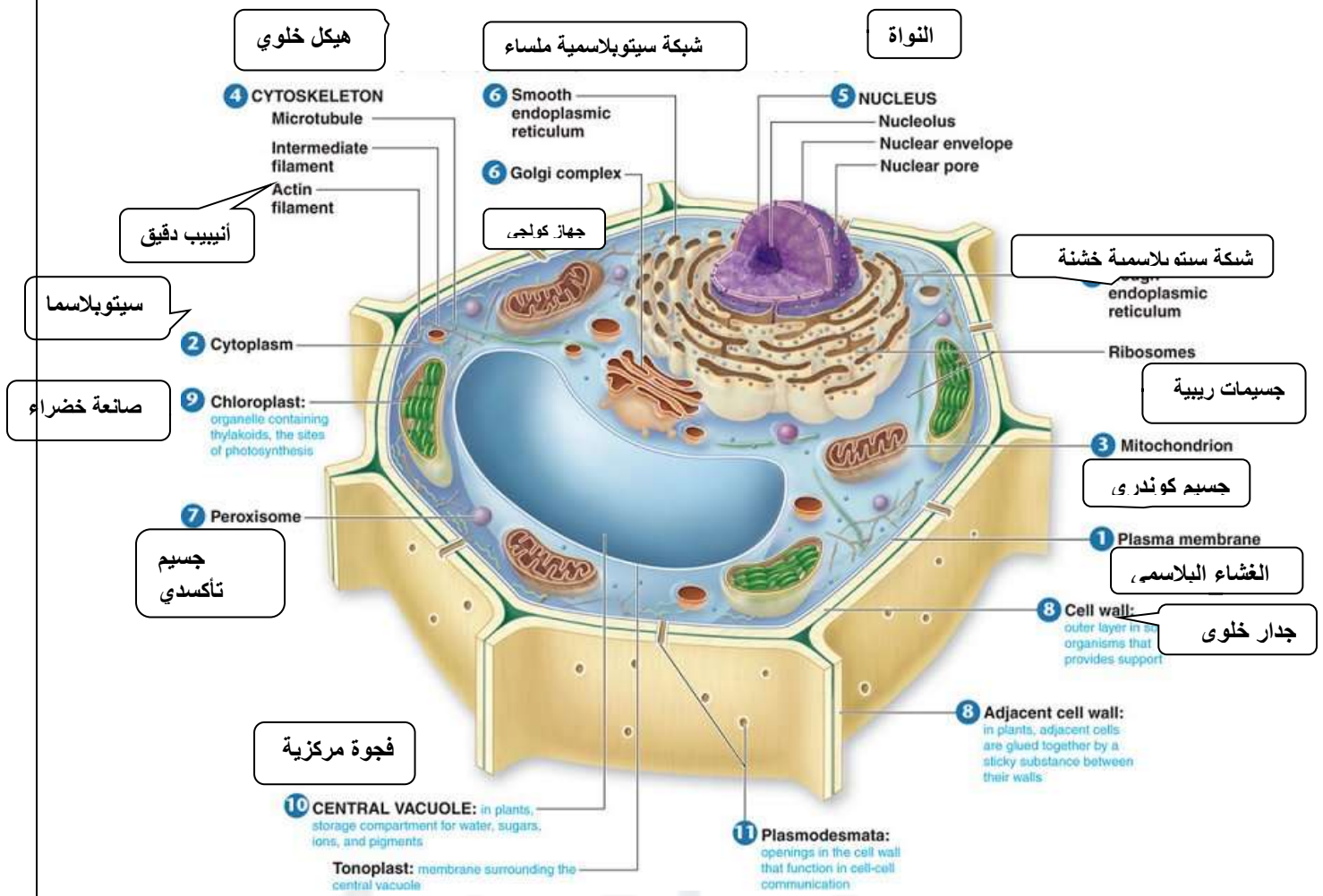
وتكون الخلايا الحيوانية بشكل عام أصغر من الخلايا النباتية، وبينما تمتلك الخلايا الحيوانية أحجام متنوعة وتميل إلى امتلاك أشكال غير منتظمة، تكون الخلايا النباتية متماثلة في الحجم وتكون بشكل مثالي إما مستطيلة أو مكعبة.



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

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.



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

## (6) تنوع الخلايا الحيوانية Variety of Animal cells

تتنوع 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 وتتناسب 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

## 7) أنواع الخلايا عند الإنسان Types of Cells in the Human Body

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

وهي خلايا فريدة في الجسم كونها غير متميزة 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.

### 2- خلايا الدم Blood Cells (شكل 4 figure)

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

### 3- الخلايا الدهنية Fat cells (شكل 5 figure)

وتعرف أيضاً بالخلايا الشحمية adipocytes وهي المكون الرئيسي للنسيج الشحمي. وتحتوي الخلايا الشحمية قطيرات من الدهن المخزن (جليسيريدات ثلاثية) يمكن أن يُستعمل 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).

### 4- 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 مترافقة إلى جانب بعضها البعض. تتوسع الخلايا الميتة المتقرنة باستمرار لتحل محلها خلايا جديدة (شكل 6).

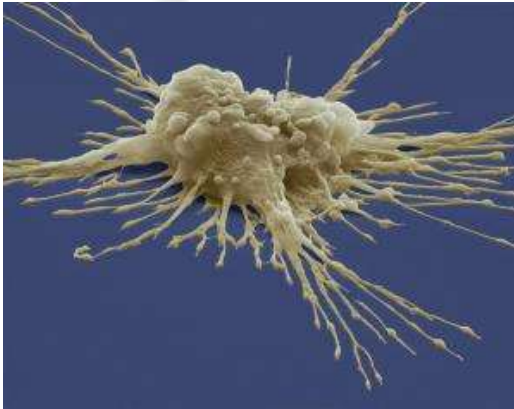


Figure 3: Pluripotent Stem Cell.

شكل 3: الخلايا الجذعية

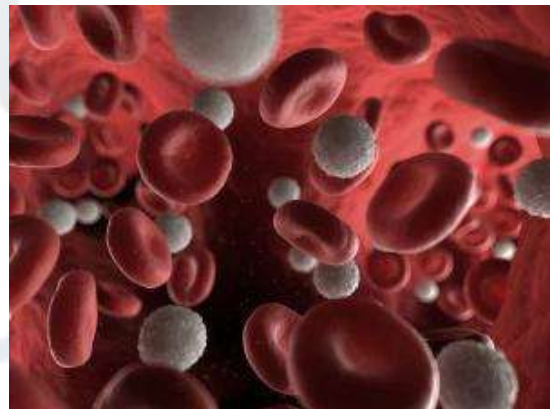
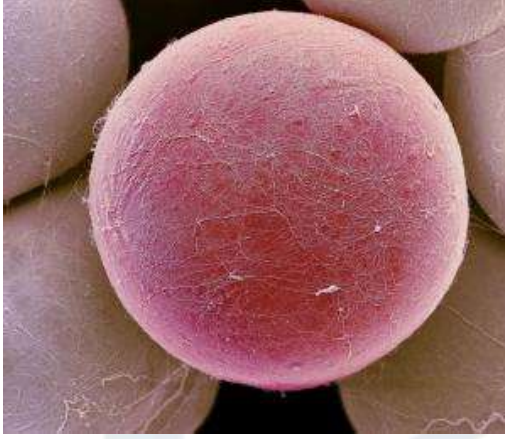


Figure 4: Red and white blood cells.

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)

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).

#### 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 تتميز إلى الخلايا المكونة للعظم.

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

C- الخلايا العظمية البالغة (Osteocytes): هي خلايا تنتج البروتينات والمواد العضوية التي تدخل في تركيب المادة بين الخلوية.

D- الخلايا المحطمة للعظم (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 figure)

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 البويضات ova غير متحركة وهي كبيرة نسبياً بالمقارنة مع النطفة.

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.

#### 7- الخلايا السرطانية Cancer Cells (شكل 8 figure)

يَنْتِج السرطان من تطور خصائص شاذة للخلايا العادية والتي تمكنها من الانقسام بشكل غير مسيطر عليه وتنتشر إلى أماكن أخرى. يمكن أن يُحفَّز تطور الخلايا السرطانية بواسطة تشوهات تحدث من عوامل مثل: المواد الكيميائية، الإشعاعات، الأشعة فوق البنفسجية، أخطاء في تضاعف الصبغيات، إصابة فيروسية. تفقد الخلايا السرطانية الحساسية إلى إشارات ضد النمو، وتتكاثر بسرعة، وتفقد القدرة على الموت المبرمج apoptosis.

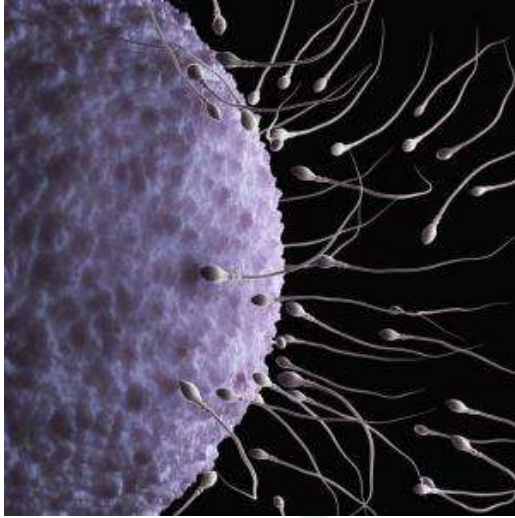


Figure 7: Sperms entering an ovum

شكل 7: النطاف والبويضة

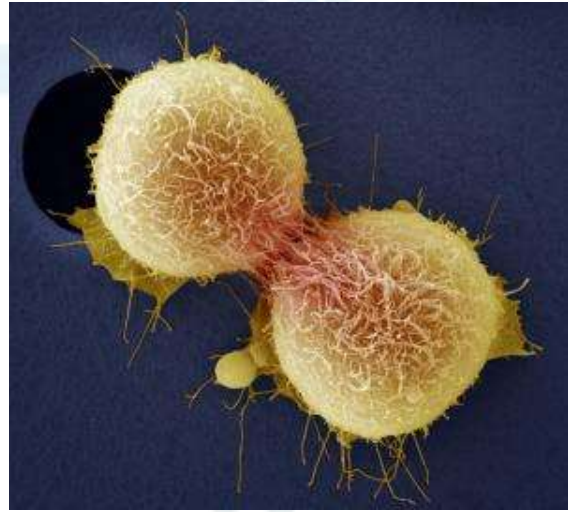


Figure 8: Cervical cancer cells dividing

شكل 8: انقسام الخلايا السرطانية

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

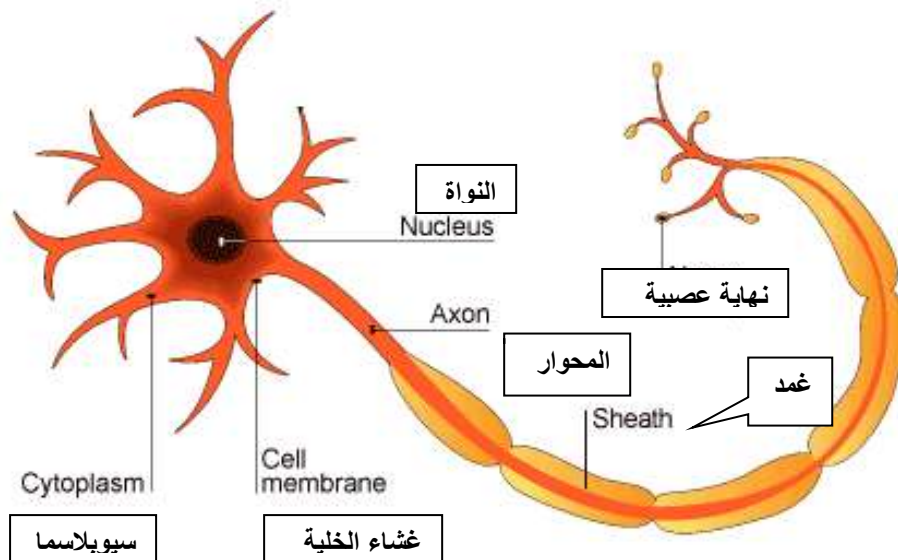


from factors such as chemicals, radiation, ultraviolet light, chromosome replication errors, or viral infection. Cancer cells lose sensitivity to anti-growth signals, proliferate rapidly, and lose the ability to undergo apoptosis or programmed cell death.

#### 8- الخلايا العصبية والخلايا المستقبلة للضوء Nerve Cells and Photoreceptor 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).



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

يتألف العصبون من جزئين رئيسيين: جسم الخلية والاستطالات العصبية. يحوي جسم الخلية المركزي على نواة مترافقة مع السيتوبلازما و العضيات. الاستطالات العصبية (المحاور 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 تلتقط الضوء وهي فعلياً أشكال متخصصة جداً من الخلايا العصبية. تحتاج الخلايا المستقبلة للضوء لجمع الضوء بأفضل كفاءة، ولذلك فهي تمتلك بروز متخصص يدعى بالقطعة الخارجية يكون مليء بالجزيئات التي تمتص الضوء.

Photoreceptor **cells** (rods and cones) are cells in the eye that detect light. They are actually very specialised forms of neurons. Photoreceptors need to collect light as efficiently as possible, so they have a specialised protrusion called the outer segment that is full of the molecules that absorb light.

#### 10 - الخلايا العضلية Muscle cells (الشكل 10 figure)

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

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 التنامي 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. وتمتاز هذه الخلايا بأربع خصائص: يمكن التحكم بها إرادياً، مخططة، غير متفرعة، متعددة الأنوية.

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. Four characteristics define skeletal muscle tissue cells: they are voluntary controlled, striated, not branched, and multi nucleated.

## 2- خلايا العضلة القلبية Cardiac muscle cells

توجد فقط في القلب وتتخصص 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

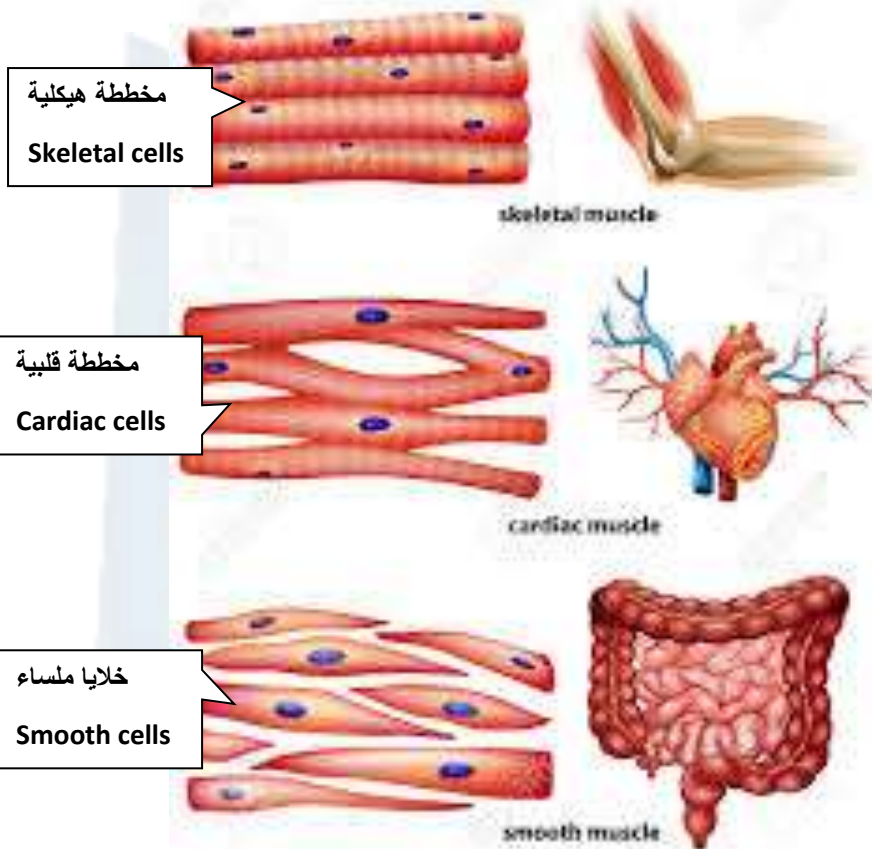
توجد في بعض الأعضاء، الأوعية الدموية القصيبات الهوائية، لتحريك العناصر عبر الجسم. تعرف العضلات الحشوية بشكل شائع بالعضلات الملساء smooth muscles بسبب كونها غير مخططة. وهي تتصف بأربع خصائص: لا يمكن التحكم بها إرادياً، غير مخططة، غير متفرعة، ووحيدة النواة.

**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 المعقدة 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 الصبغة 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 وتتبنى بشكل شائع النمط الظاهري المناعي.
- 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.

## Types of Muscle Cells



شكل 10: أنواع الخلايا العضلية Figure10: types of muscle cells

- 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.