Animal cell الخلية الحيوانية

All living things are made up of cells'. 'The cell is the basic unit of structure and function'. These statements are known as **Cell theory**. This theory was forwarded by **Mathias Schleiden** and **Theodor Schwann** in 1838 - 39.
Today the cell theory includes four more ideas :
1-the cells are the building block of structures in living things
2- the cell is derived from other cells by division
3-the cell contains information that is used as instructions for growth, development and functioning
4-the cell is the functioning unit of life; the chemical reactions of life take place within cells.

جميع الكائنات الحية تتكون من خلايا. "الخلية هي الوحدة الأساسية للبنية والوظيفة". تُعرف هذه العبارات بالنظرية الخلوية. تم طرح هذه النظرية من قبل شلايدن وشوان في 1838-1839.

تتضمن نظرية الخلية اليوم أربع أفكار أخرى:

1- الخلايا هي لبنة البناء في الكائنات الحية.

2- تشتق الخلية من خلايا أخرى بالانقسام

3- تحتوي الخلية على معلومات تستخدم كتعليمات للنمو والتطور والأداء

4- الخلية هي الوحدة العاملة في الحياة؛ التفاعلات الكيميائية للحياة تحدث داخل الخلايا.

Your body contains several billion cells, with hundreds of cell-specific functions. Some functions performed by cells are so vital to the existence of life that all cells perform them (e.g. cellular respiration). Others are highly specialized (e.g. photosynthesis)..

Cells can either be (eukaryotic or prokaryotic) .

يحتوي جسمك على عدة مليارات من الخلايا، مع مئات الوظائف الخاصة بالخلية. تعتبر بعض الوظائف التي تؤديها الخلايا حيوية جدًا لوجود الحياة بحيث تؤديها جميع الخلايا (مثل التنفس الخلوي). والبعض الآخر متخصص للغاية (مثل التمثيل الضوئي). يمكن أن تكون الخلايا إما (حقيقية النواة أو بدائية النواة).

Eukaryotic cells : have a nucleus and membrane bound organelles

الخلايا حقيقية النواة: تحتوي على نواة وعضيات محاطة بغشاء.

Prokaryotes cells : do not have a nucleus, and lack membrane bound organelles. They are the oldest cells on earth. Bacteria are prokaryotes. Prokaryotes often move using special structures such as flagella or cilia.

الخلايا بدائية النوى: لا تحتوي على نواة، ولا تحتوي على عضيات محاطة بغشاء. إنها أقدم الخلايا على وجه الأرض. البكتيريا هي بدائيات النوى. غالبًا ما تتحرك بدائيات النوى باستخدام تراكيب خاصة مثل الاسوط أو الأهداب.

Cells have many structures inside of them called organelles. These organelles are like the organs in a human and they help the cell stay alive. Each organelle has it's own specific function to help the cell survive.

تحتوي الخلايا على العديد من التراكيب بداخلها تسمى العضيات. تشبه هذه العضيات الأعضاء الموجودة في الإنسان وهي تساعد الخلية على البقاء على قيد الحياة. كل عضية لها وظيفة محددة لمساعدة الخلية على البقاء.

The main components of an animal cell are as follows:
المكونات الرئيسية للخلية الحيوانية هي كما يلي:

Nucleus

The nucleus is the largest organelle in the cell and contains all the cell's genetic information in the form of DNA. The presence of a nucleus is the primary factor that distinguishes eukaryotes from prokaryotes. The structure of the nucleus is :

النواة هي أكبر عضية في الخلية وتحتوي على جميع المعلومات الوراثية للخلية على شكل DNA. إن وجود النواة هو العامل الأساسي الذي يميز حقيقيات النوى عن بدائيات النوى. تركيب النواة هو :

Nuclear envelope: two lipid membranes that are studded with special proteins that separate the nucleus and its contents from the cytoplasm.

الغلاف النووي: غشاءان دهنيان مرصعان ببروتينات خاصة تفصل النواة ومحتوياتها عن السيتوبلازم.

Nuclear pores: tiny holes called nuclear pores are found in the nuclear envelope and help to regulate the exchange of materials (such as RNA and proteins) between the nucleus and the cytoplasm.

المسام (الثقوب) النووية: توجد ثقوب صغيرة تسمى المسام النووية في الغلاف النووي وتساعد على تنظيم تبادل المواد (مثل الحمض النووي الريبي والبروتينات) بين النواة والسيتوبلازم.

Chromatin: thin long strands of DNA and protein.

الكروماتين: خيوط طويلة رفيعة من الحمض النووي والبروتين.

Nucleolus: the nucleolus makes RNA another type of nucleic acid.

النوية: النواة تصنع الحمض النووي الريبي (RNA) نوعًا آخر من الأحماض النووية.

Functions of the nucleus وظائف النواة

1 - The main function of the cell nucleus is to control gene expression and facilitate the replication of DNA during the cell cycle .

2- The nucleus controls the *metabolic* functions of the cell by producing mRNA which encodes for enzymes e.g. insulin.

3- The nucleus controls the *structure* of the cell by transcribing DNA which encodes for structural proteins such as actin and keratin.

4- The nucleus is the site of ribosomal RNA (rRNA) synthesis, which is important for the construction of ribosomes. Ribosomes are the site of protein translation (synthesis of proteins from amino acids).

1-الوظيفة الأساسية لنواة الخلية هي التحكم في التعبير الجيني وتسهيل تضاعف الحمض النووي خلال دورة الخلية.

2 -تتحكم النواة في وظائف التمثيل الغذائي للخلية عن طريق إنتاج mRNA الذي يشفر للإنزيمات مثل الأنسولين.

3- تتحكم النواة في بنية الخلية عن طريق نسخ الحمض النووي الذي يشفر البروتينات الهيكلية مثل الأكتين والكيراتين.

4- النواة هي موقع تكوين الحامض النووي الرايبوزي الريبوسومي (rRNA) وهو مهم لبناء الريبوسومات. الريبوسومات هي موقع ترجمة البروتين (تخليق البروتينات من الأحماض الأمينية).

Cell membrane غشاء الخلية

The cell membrane, also called the plasma membrane, physically separates the intracellular space (inside the cell) from the extracellular environment (outside the cell). All plant and animal cells have cell membranes. The cell membrane surrounds and protects the cytoplasm. The cell membrane is composed of a double layer (bilayer) of special lipids (fats) called phospholipids. Phospholipids consist of a hydrophilic (water-loving) head and a hydrophobic (water-fearing) tail. The hydrophilic head of the phospholipid is polar (charged) and can therefore dissolve in water. The hydrophobic tail is non-polar (uncharged), and cannot dissolve in water.

غشاء الخلية ايضا يسمى الغشاء البلازمي يفصل الحيز داخل الخلايا (داخل الخلية) عن البيئة خارج الخلية (خارج الخلية). تحتوي جميع الخلايا النباتية والحيوانية على أغشية خلوية. يحيط غشاء الخلية بالسيتوبلازم ويحميه. يتكون غشاء الخلية من طبقة مزدوجة (طبقة ثنائية) من الدهون الخاصة (الدهون) تسمى الدهون الفوسفاتية. تتكون الفسفوليبيدات من رأس محب للماء (محب للماء) وذيل كاره للماء (يخاف الماء). يكون الرأس المحب للماء للفوسفوليبيد قطبيًا (مشحونًا) وبالتالي يمكن أن يذوب في الماء. الذيل الكاره للماء غير قطبي (غير مشحون)، ولا يمكن أن يذوب في الماء.

Cytoplasm السياتوبلازم

The cytoplasm is the jelly-like substance that fills the cell. It consists of up to 90% water. It also contains dissolved nutrients and waste products. Its main function is to hold together the organelles which make up the cytoplasm. It also nourishes the cell by supplying it with salts and sugars and provides a medium for metabolic reactions to occur.

السيتوبلازم هو المادة الشبيهة بالهلام التي تملأ الخلية. يتكون من ما يصل إلى 90٪ ماء. كما أنه يحتوي على العناصر الغذائية الذائبة ومنتجات النفايات. وتتمثل مهمتها الرئيسية في تجميع العضيات التي تشكل السيتوبلازم. كما أنه يغذي الخلية عن طريق إمدادها بالأملاح والسكريات ويوفر وسطًا لحدوث التفاعلات الأيضية.

Functions of the cytoplasm وظائف السايتوبلازم

1-The cytoplasm provides mechanical support to the cell pressure against the cell's membrane which helps keep the shape of the cell.
2- It is the site of most cellular activities including metabolism, cell division and protein synthesis.
3-The cytoplasm contains ribosomes which assist in the synthesis of protein.
4-The cytoplasm acts as a storage area for small carbohydrate, lipid and protein molecules.

1- يوفر السيتوبلازم الدعم الميكانيكي لضغط الخلية على غشاء الخلية مما يساعد في الحفاظ على شكل الخلية.
2- وهو موقع معظم الأنشطة الخلوية بما في ذلك التمثيل الغذائي وانقسام الخلايا وتركيب البروتين.
3- يحتوي السيتوبلازم على الريبوسومات التي تساعد في تركيب البروتين.
4- يعمل السيتوبلازم كمنطقة تخزين لجزيئات الكربوهيدرات والدهون والبروتينات الصغيرة.

Mitochondria الميتوكوندريا

A mitochondrion is a membrane bound organelle found in eukaryotic cells. This organelle generates the cell's supply of chemical energy by releasing energy stored in molecules from food and using it to produce ATP (adenosine triphosphate). ATP is a special type of "energy carrying" molecule.

الميتوكوندريا عبارة عن عضية مرتبطة بغشاء موجودة في الخلايا حقيقية النواة. تولد هذه العضية إمداد الخلية بالطاقة الكيميائية عن طريق إطلاق الطاقة المخزنة في الجزيئات من الطعام واستخدامها لإنتاج ATP (الأدينوزين ثلاثي الفوسفات). ATP هو نوع خاص من الجزيئات "التي تحمل الطاقة".

Endoplasmic reticulum الشبكة البلازمية الداخلية

The endoplasmic reticulum (ER) is an organelle found in eukaryotic cells only. The ER has a double membrane consisting of a network of hollow tubes, flattened sheets, and round sacs. These flattened, hollow folds and sacs are called cisternae. The ER is located in the cytoplasm and is connected to the nuclear envelope. **There are two types of endoplasmic reticulum: smooth and rough ER.**

الشبكة الإندوبلازمية (ER) هي عضية موجودة في الخلايا حقيقية النواة فقط. تحتوي الشبكة الاندوبلازمية تمتلك غشاء مزدوج يتكون من شبكة من الأنابيب المجوفة والصفائح المسطحة والأكياس المستديرة. تسمى هذه الطيات والأكياس المسطحة والمجوفة بالصهاريج. تقع الشبكة الداخلية البلازمية في السيتوبلازم وتتصل بالغلاف النووي. هناك نوعان من الشبكة الإندوبلازمية: ناعمة وخشنة.

Smooth ER: does not have any ribosomes attached. It is involved in the synthesis of lipids, including oils, phospholipids and steroids. It is also responsible for metabolism of carbohydrates, regulation of calcium concentration and detoxification of drugs.

الناعمة ER: لا تحتوي على أي ريبوسومات مرتبطة. وتشارك في تكوين(تصنيع) الدهون، بما في ذلك الزيوت والدهون الفوسفاتية والستروتيدات. كما أنها مسؤول عن ايض الكربوهيدرات وتنظيم تركيز الكالسيوم وإزالة السموم من الأدوية.

Rough ER: is covered with ribosomes giving the endoplasmic reticulum its rough appearance. It is responsible for protein synthesis and plays a role in membrane production. The folds present in the membrane increase the surface area allowing more ribosomes to be present on the ER, thereby allowing greater protein production.

الخشنة ER: مغطى بالريبوسومات مما يعطي الشبكة الإندوبلازمية مظهرها الخشن. وهي مسؤولة عن تخليق البروتين ويلعب دورًا في إنتاج الغشاء. تعمل الطيات الموجودة في الغشاء على زيادة مساحة السطح مما يسمح بوجود المزيد من الريبوسومات في الشبكة الإندوبلازمية، مما يسمح بإنتاج بروتين أكبر.

Ribosomes الريبوسومات

Ribosomes are composed of RNA and protein. They occur in the cytoplasm and are the sites where protein synthesis occurs. Ribosomes may occur singly in the cytoplasm or in groups or may be attached to the endoplasmic reticulum thus forming the rough endoplasmic reticulum. Ribosomes are important for protein production. Together with a structure known as messenger RNA (a type of nucleic acid) ribosomes form a structure known as a polyribosome which is important in protein synthesis.

تتكون الريبوسومات من RNA والبروتين. توجد في السيتوبلازم وهي المواقع التي يحدث فيها تخليق البروتين. قد توجد الريبوسومات منفردة في السيتوبلازم أو في مجموعات أو قد تكون مرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية وبالتالي تشكل الشبكة الإندوبلازمية الخشنة. الريبوسومات مهمة لإنتاج البروتين. جنبا إلى جنب مع تركيب معروفة باسم messenger RNA (نوع من الحمض النووي) تشكل الريبوسومات تركيب تعرف باسم الرايبوسوم المتعدد polyribosome وهو مهم في تخليق البروتين.

Golgi body جسم كولجي

The Golgi body is found near the nucleus and endoplasmic reticulum. The Golgi body consists of a stack of flat membrane-bound sacs called cisternae. The cisternae within the Golgi body consist of enzymes which modify the packaged products of the Golgi body (proteins).

يوجد جسم كولجي بالقرب من النواة والشبكة الإندوبلازمية. يتكون جسم كولجي من كومة من الأكياس المسطحة المرتبطة بغشاء تسمى الصهاريج. تتكون الصهاريج داخل جسم جولجي من إنزيمات تعمل على تعديل المنتجات المعبأة في جسم كولجي (البروتينات).

Vesicles are small, membrane-bound spherical sacs which facilitate the metabolism, transport and storage of molecules. Many vesicles are made in the Golgi body and the endoplasmic reticulum, or are made from parts of the cell membrane. Vesicles can be

classified according to their contents and function. Transport vesicles transport molecules within the cell.

الحويصلات عبارة عن أكياس كروية صغيرة محاطة بغشاء تسهل عملية التمثيل الغذائي ونقل وتخزين الجزيئات. يتم تصنيع العديد من الحويصلات في جسم كولجي والشبكة الإندوبلازمية، أو يتم تصنيعها من أجزاء من غشاء الخلية. يمكن تصنيف الحويصلات حسب محتوياتها ووظيفتها. تقوم حويصلات النقل بنقل الجزيئات داخل الخلية.

Lysosomes are formed by the Golgi body and contain powerful digestive enzymes that can potentially digest the cell. Lysosomes are formed by the Golgi body or the endoplasmic reticulum. These powerful enzymes can digest cell structures and food molecules such as carbohydrates and proteins. Lysosomes are abundant in animal cells that ingest food through food vacuoles. When a cell dies, the lysosome releases its enzymes and digests the cell.

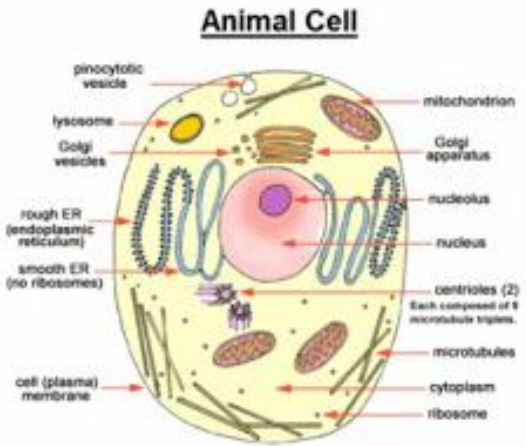
الليزومات (الاجسام الحالة): تتشكل الليزوزومات بواسطة جسم كولجي وتحتوي على إنزيمات هضمية قوية يمكنها هضم الخلية. تتشكل الليزوزومات بواسطة جسم كولجي أو الشبكة الإندوبلازمية. يمكن لهذه الإنزيمات القوية هضم تراكيب الخلية وجزيئات الطعام مثل الكربوهيدرات والبروتينات. تتواجد الليزوزومات بكثرة في الخلايا الحيوانية التي تتناول الطعام من خلال الفجوات الغذائية. عندما تموت الخلية، يطلق الليزوزوم إنزيماته ويهضم الخلية.

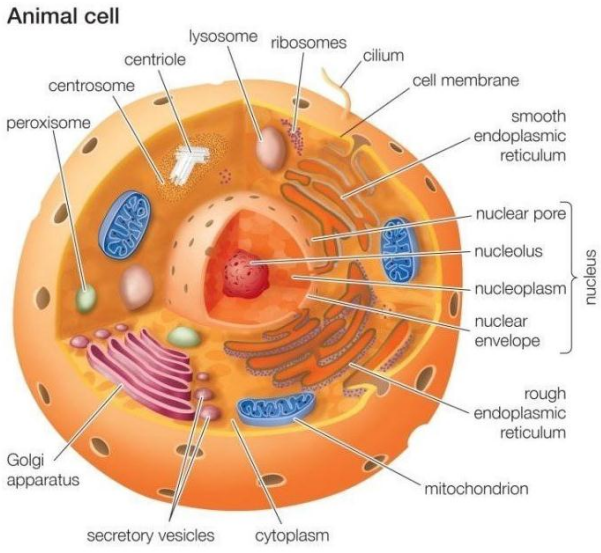
Centrioles

Animal cells contain a special organelle called a centriole. The centriole is a cylindrical tube-like structure that is composed of 9 microtubules arranged in a very particular pattern. Two centrioles arranged perpendicular to each other are referred to as a centrosome. The centrosome plays a very important role in cell division.

المريكزات

تحتوي الخلايا الحيوانية على عضية خاصة تسمى المريكز. وهو عبارة عن تركيب أسطواني يشبه الأنبوب يتكون من 9 أنابيب دقيقة مرتبة في نمط خاص جدًا. يشار إلى اثنين من المريكزات المتعامدة مع بعضها البعض باسم الجسيم المركزي. يلعب الجسيم المركزي دورًا مهمًا جدًا في انقسام الخلايا.





The cell cycle or cell-division cycle

is the series of events that take place in a cell leading to duplication of its DNA (DNA replication) and division of cytoplasm and organelles to produce two daughter cells. the cell cycle is also divided into two main stages: **interphase and the mitotic (M) phase (including mitosis and cytokinesis).**

دورة الخلية أو دورة انقسام الخلية

هي سلسلة من الأحداث التي تحدث في الخلية مما يؤدي إلى تضاعف الحمض النووي (الدنا) وانقسام السيتوبلازم والعضيات لإنتاج خليتين بنويتين. دورة الخلية أيضًا تنقسم إلى مرحلتين رئيسيتين هما: الطور البيني والمرحلة الانقسامية بما في ذلك الانقسام الخيطي والانقسام السايتوبلازمي.

During interphase, the cell grows, accumulating nutrients needed for mitosis, and undergoes DNA replication preparing it for cell division. During the mitotic phase, the replicated chromosomes and cytoplasm separate into two new daughter cells. The eukaryotic cell cycle consists of four distinct phases: G_1 phase, S phase (synthesis), G_2 phase (collectively known as interphase) and M phase (mitosis and cytokinesis). M phase is itself composed of two tightly coupled processes: mitosis, in which the cell's nucleus divides, and cytokinesis, in which the cell's cytoplasm divides forming two daughter cells. Although the various stages of interphase are not usually morphologically distinguishable, each phase of the cell cycle has a distinct set of specialized biochemical processes that prepare the cell for initiation of cell division.

خلال الطور البيني، تنمو الخلية، وتتراكم العناصر الغذائية اللازمة للانقسام الخيطي، وتخضع لتضاعف الحمض النووي للتهيئة لانقسام الخلية. خلال المرحلة الانقسامية، تنفصل الكروموسومات المتضاعفة والسيتوبلازم إلى خليتين بنويتين جديدتين. دورة الخلية حقيقية النواة تتكون من أربع مراحل متميزة: المرحلة G1، المرحلة S (التخليق او التصنيع)، المرحلة G2 (المعروفة مجتمعة باسم الطور البيني) والمرحلة M (الانقسام الخيطي والسايتوبلازمي). تتكون المرحلة M في حد ذاتها من عمليتين مقترنتين بإحكام: الانقسام الخيطي، حيث تنقسم نواة الخلية، والانقسام السايتوبلازمي، حيث ينقسم السيتوبلازم في الخلية لتكوين خليتين بنويتين. على الرغم من أن المراحل المختلفة للطور البيني لا يمكن تمييزها شكليًا عادةً، إلا أن كل مرحلة من دورة الخلية لديها مجموعة متميزة من العمليات الكيميائية الحيوية المتخصصة التي تهيء الخلية لبدء الانقسام الخلوي.

Animal cell cycle دورة الخلية الحيوانية

G_0 is a resting phase where the cell has stopped dividing. The cell cycle starts with this phase.

G0 هي مرحلة الراحة حيث توقفت الخلية عن الانقسام. تبدأ دورة الخلية بهذه المرحلة.

Interphase is a series of changes that takes place in a newly formed cell and its nucleus before it becomes capable of division again. Typically interphase lasts for at least 91% of the total time required for the cell cycle. Interphase proceeds in three stages, G_1, S, and G_2, followed by the cycle of **mitosis and cytokinesis**.

الطور البيني عبارة عن سلسلة من التغييرات التي تحدث في الخلية المتكونة حديثًا ونواتها قبل أن تصبح قادرة على الانقسام مرة أخرى. عادةً ما يستمر الطور البيني لمدة 91% على الأقل من إجمالي الوقت اللازم لدورة الخلية. يستمر الطور البيني في ثلاث مراحل، G1وS وG2، تليها دورة الانقسام الخيطي والانقسام الستوبلازمي.

G_1 phase (First growth phase) The first phase within interphase, It is also called the growth phase. During this phase, the biosynthetic activities of the cell, which are considerably slowed down during M phase, resume at a high rate.

المرحلة (G1) (مرحلة النمو الأولى) المرحلة الأولى ضمن الطور البيني، وتسمى أيضًا مرحلة النمو. خلال هذه المرحلة، تستأنف أنشطة التخليق الحيوي للخلية بمعدل مرتفع، والتي تباطأت بشكل كبير خلال المرحلة M.

S phase : during this phase , DNA is replication.

المرحلة S: خلال هذه المرحلة، يتم تضاعف الحمض النووي.

G2 phase occurs after DNA replication and is a period of protein synthesis and rapid cell growth to prepare the cell for mitosis. During this phase microtubules begin to reorganize to form a spindle . Before proceeding to mitotic phase.

تحدث المرحلة G2 بعد تضاعف الحمض النووي وهي فترة تخليق البروتين ونمو الخلية السريع لإعداد الخلية للانقسام الخيطي. خلال هذه المرحلة، تبدأ الأنابيب الدقيقة في إعادة تنظيم نفسها لتشكل خيوط المغزل. قبل الشروع في المرحلة الانقسامية.

Note (cells must be checked at the G2 checkpoint for any DNA damage within the chromosomes. The G2 checkpoint is mainly regulated by the tumor protein . If the DNA is damaged, will either repair the DNA or trigger the apoptosis of the cell. If p53 is dysfunctional or mutated, cells with damaged DNA may continue through the cell cycle, leading to the development of cancer.)

ملاحظة (يجب فحص الخلايا عند نقطة تفتيش G2 بحثًا عن أي تلف في الحمض النووي داخل الكروموسومات. يتم تنظيم نقطة تفتيش G2 بشكل أساسي بواسطة بروتين الورم. في حالة تلف الحمض النووي، سيتم إما إصلاح الحمض النووي أو يؤدي إلى موت الخلايا المبرمج للخلية. إذا كان البروتين p53 معاق وظيفيا أو متعرض لطفرة وراثية، فإن الخلية ذات الحمض النووي التالف قد تستمر بالانقسام خلال دورة الخلية، مما يؤدي إلى نمو مرض السرطان**).**

Mitotic phase (Chromosome separation)

The relatively brief *M phase* consists of nuclear division . It is a relatively short period of the cell cycle. M phase is complex and highly regulated. The sequence of events is divided into phases,. These phases are sequentially known as:**Prophase , Metaphase , Anaphase , Telophase**

المرحلة الانقسامية (انفصال الكروموسوم)

تتكون المرحلة M القصيرة نسبيًا من الانقسام النووي. إنها فترة قصيرة نسبيًا من دورة الخلية. المرحلة M معقدة ومنظمة للغاية. وينقسم تسلسل الأحداث إلى مراحل. وتعرف هذه المراحل تباعاً بما يلي:الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطور الانفصالي، الطور النهائي

Mitosis is the process by which a eukaryotic cell separates the chromosomes in its cell nucleus into two identical sets in two nuclei. During the process of mitosis the pairs of chromosomes condense and attach to microtubules that pull the sister chromatids to opposite sides of the cell. Mitosis occurs exclusively in eukaryotic cells, after nuclear division and the **Cytokinesis** phase (separation of all cell components) occur .

الانقسام الخيطي هو العملية التي تقوم بها الخلية حقيقية النواة بفصل الكروموسومات الموجودة في نواة الخلية إلى مجموعتين متطابقتين في نواتين. أثناء عملية الانقسام، تتكثف أزواج الكروموسومات وتلتصق بالأنيبيبات الدقيقة التي تسحب الكروماتيدات الشقيقة إلى الجوانب المقابلة للخلية. يحدث الانقسام الخيطي حصريًا في الخلايا حقيقية النواة بعد حدوث الانقسام النووي والانقسام السايتوبلازمي (فصل جميع مكونات الخلية).

Cytokinesis

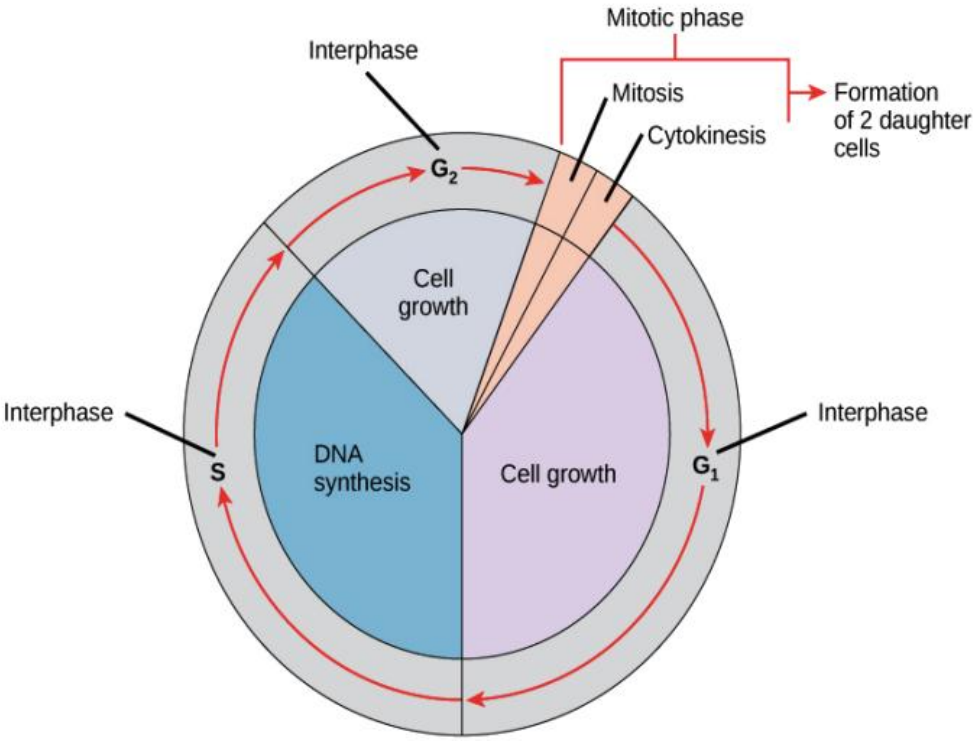
Mitosis is immediately followed by cytokinesis, which divides the nuclei, cytoplasm, organelles and cell membrane into two cells containing roughly equal shares of these cellular components. Mitosis and cytokinesis together define the division of the mother cell into two daughter cells, genetically identical to each other and to their parent cell. This accounts for approximately 10% of the cell cycle.

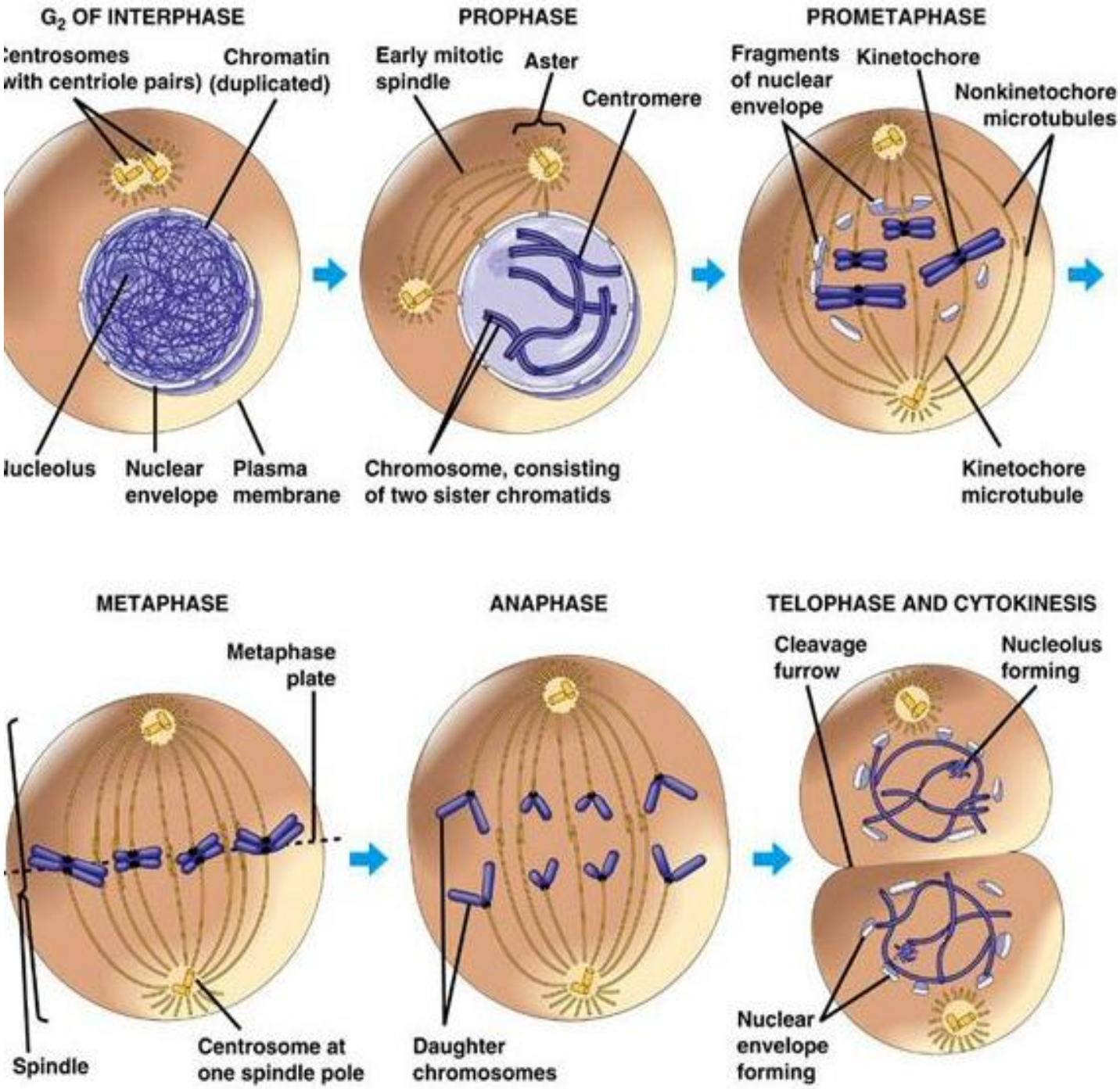
الانقسام السيتوبلازمي

يتبع الانقسام الخيطي مباشرة الانقسام السايتوبلازمي، الذي يقسم النواة والسيتوبلازم والعضيات وغشاء الخلية إلى خليتين تحتويان على حصص متساوية تقريبًا من هذه المكونات الخلوية. يحدد الانقسام الخيطي والانقسام الستوبلازمي معًا انقسام الخلية الأم إلى خليتين بنويتين، متطابقتين وراثيًا مع بعضهما البعض وللخلية الأم. وهذا يمثل حوالي 10٪ من دورة الخلية.

Note /Errors in mitosis can result in cell death through apoptosis or cause mutations that may lead to cancer.

ملاحظة / الأخطاء في الانقسام الخيطي يمكن أن تؤدي إلى موت الخلية من خلال موت الخلايا المبرمج أو تسبب طفرات قد تؤدي إلى السرطان.




G2 OF INTERPHASE
Centrosomes (with centriole pairs)
Chromatin (duplicated)
Nucleolus
Nuclear envelope
Plasma membrane
PROPHASE
Early mitotic spindle
Aster
Centromere
Chromosome, consisting of two sister chromatids
PROMETAPHASE
Fragments of nuclear envelope
Kinetochore
Nonkinetochore microtubules
Kinetochore microtubule
METAPHASE
Metaphase plate
Spindle
Centrosome at one spindle pole
ANAPHASE
Daughter chromosomes
TELOPHASE AND CYTOKINESIS
Cleavage furrow
Nucleolus forming
Nuclear envelope forming