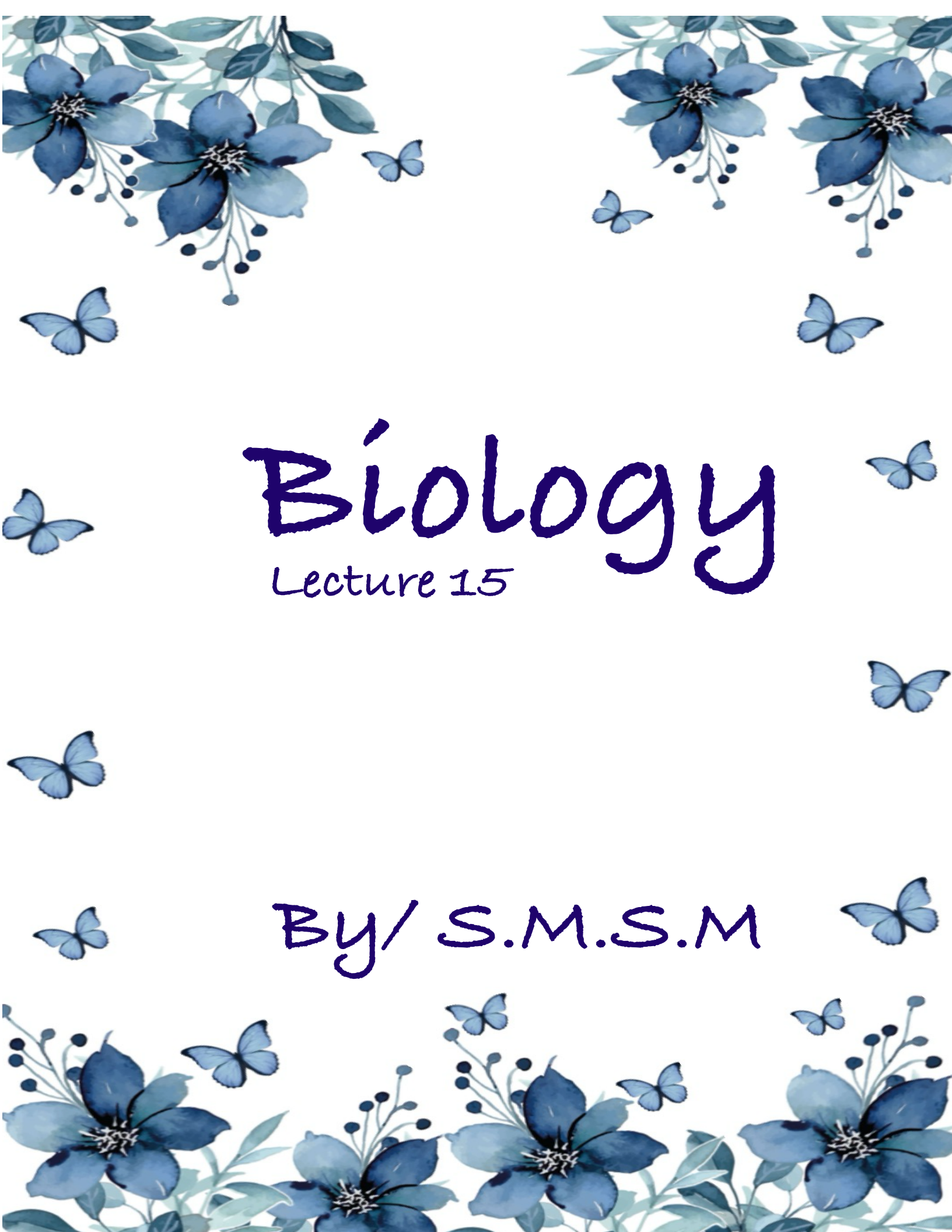


The slide features a decorative border of blue flowers and butterflies. The flowers are large with five petals and prominent stamens, while the butterflies are small and light blue. They are scattered around the central text, with some at the top, some at the bottom, and some on the sides.

Biology

Lecture 15

By/ S.M.S.M

Lysosomes contain digestive enzymes

- Lysosomes are **digestive vesicles** that arise from the Golgi apparatus and contain high levels of a **variety of enzymes** that can **degrade** proteins, nucleic acids, lipids, and carbohydrates.

degradation: يدن لها
recycling: يدن لها

الجسيمات الحالة (Lysosomes) هي حويصلات هاضمة (digestive vesicles) تنشأ من جهاز جولجي (Golgi apparatus) وتحتوي على مستويات عالية من مجموعة متنوعة من الإنزيمات (enzymes) التي يمكنها تفكيك البروتينات (proteins)، والأحماض النووية (nucleic acids)، والدهون (lipids)، والكربوهيدرات (carbohydrates).

يتأثر به خلال انه عندي
أي زيادة في ضخ البروتونات داخل الليسوسوم لذلك سيزيد الحمضية و تقل pH تصبح قريه الوسط

- Lysosomal enzymes work best in the **acidic environment** found in lysosomes. If a lysosome breaks open or leaks its contents, the released enzymes are not very active because the **cytosol has a near-neutral pH**.

تعمل الإنزيمات الليزوزومية بشكل أفضل في البيئة الحمضية (acidic environment) الموجودة داخل الجسيمات الحالة. وإذا انفتحت الجسيمات الحالة أو سربت محتوياتها، فإن الإنزيمات المتحررة لا تكون نشطة للغاية لأن السيتوسول (cytosol) يمتلك درجة حموضة قريبة من التعادل (near-neutral pH).

لم يكون عندي مايتو كندريا بها تنجدد او
نعمل مايتو كندريا جديدة بنعمل احادة
تدوير وهذا طبعاً يتم من خلال عملية
degradation أي التفكيك
لمكونات العضية

- Throughout the lives of eukaryotic cells, lysosomal enzymes **break down old organelles (autophagy)** and **recycle** their component molecules, allowing room for newly formed organelles. For example, **mitochondria** are replaced in some tissues every **10 days**, liver cell, for example, recycles half of its macromolecules each week

طوال حياة الخلايا حقيقية النواة (eukaryotic cells)، تقوم الإنزيمات الليزوزومية بتفكيك العضيات القديمة (old organelles) فيما يعرف بـ البلعمة الذاتية (autophagy) وإعادة تدوير جزيئاتها المكونة، مما يفسح المجال لعضيات جديدة التكوين. فعلى سبيل المثال، يتم استبدال الميتوكوندريا (mitochondria) في بعض الأنسجة كل 10 أيام، وتقوم خلية الكبد بإعادة تدوير نصف جزيئاتها الكبيرة (macromolecules) كل أسبوع.

- Lysosomes carry out **intracellular digestion** in a variety of circumstances.

تنفذ الجسيمات الحالة عملية الهضم داخل الخلايا (intracellular digestion) في ظروف متنوعة.

- Amoebas and many other unicellular protists eat by engulfing smaller organisms or food particles, a process called **phagocytosis**. The food vacuole formed in this way then fuses with a lysosome, whose enzymes digest the food. Digestion products, including simple sugars, amino acids, and other monomers, pass into the cytosol and become nutrients for the cell.

الأميبا (Amoebas) والعديد من الطلائعيات أحادية الخلية (unicellular protists) الأخرى تأكل عن طريق ابتلاع كائنات أصغر أو جزيئات طعام، وهي عملية تسمى البلعمة (phagocytosis).

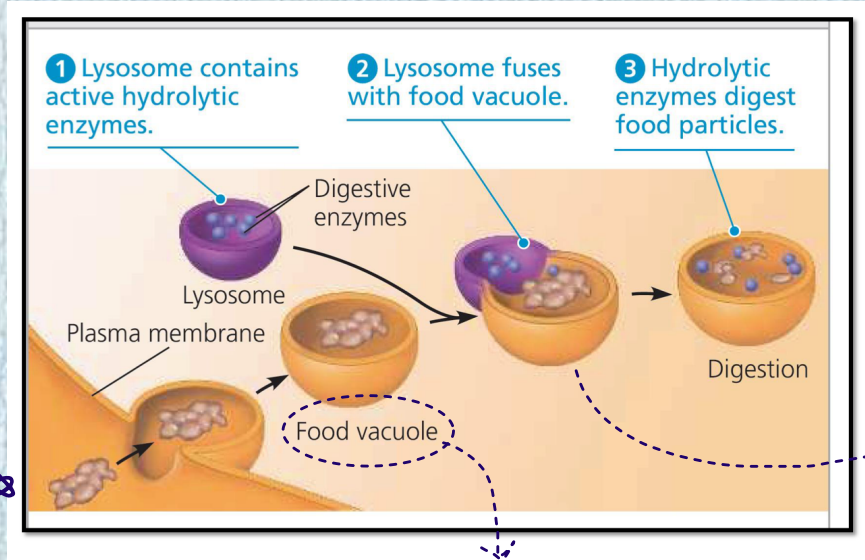
تتحد الفجوة الغذائية (food vacuole) المتكونة بهذه الطريقة مع الجسيم الحار (lysosome)، حيث تقوم إنزيماته بهضم الطعام، وتنقل نواتج الهضم، بما في ذلك السكريات البسيطة (simple sugars)، والأحماض الأمينية (amino acids)، والوحدات البنائية الأخرى (monomers)، إلى السيتوسول لتصبح مغذيات للخلية (nutrients).

- Some human cells, like **macrophages**, also carry out **phagocytosis**. Macrophages, a type of **WBC** that helps defend the body by engulfing and destroying **bacteria and other invaders**

تقوم بعض الخلايا البشرية، مثل الخلايا البلعمية (macrophages)، بعملية البلعمة أيضاً. الخلايا البلعمية هي نوع من خلايا الدم البيضاء (WBC) التي تساعد في الدفاع عن الجسم من خلال ابتلاع وتدمير البكتيريا (bacteria) والغزاة الآخرين.

Phagocytosis

سواء في الاميبا او في كريات الدم البيضاء



هنا مثال على الاميبا

يجي الاليسوسوم و يعمل fusion أي التهام مع الفجوة الغذائية و يفرز الانزيمات الحالة حتى تعمل degradation مكونات الفجوة الغذائية

هذه الفجوة الغذائية عبارة عن استئصال لجزء من الغشاء
لانه يحدث هنا نقصان في مساحة سطح الغشاء
تصبح الفجوة داخل الاميبا

آليات عمل الجسيمات الحالة (البلعمة والبلعمة الذاتية)

تسلسل العمليات كالتالي: البلعمة (Phagocytosis): (1) الجسيم الحار يحتوي على إنزيمات محللة نشطة (active hydrolytic enzymes)، (2) الجسيم الحار يلتحم مع الفجوة الغذائية، (3) الإنزيمات المحللة تهضم جزيئات الطعام.

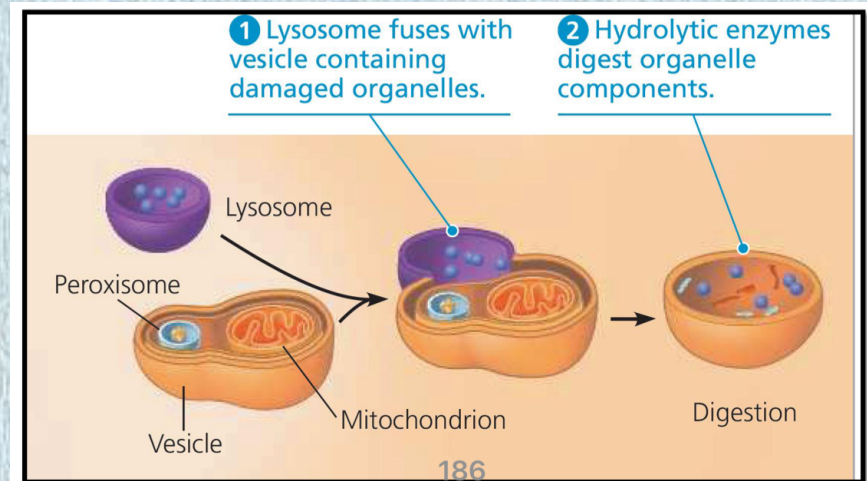
آليات عمل الجسيمات الحالة (البلعمة والبلعمة الذاتية)

توضح الرسوم التوضيحية أن البلعمة تبدأ باحتواء الجسيم الحار على إنزيمات محللة نشطة، ثم يلتحم مع الفجوة الغذائية، لتقوم الإنزيمات بهضم جزيئات الطعام. أما في عملية البلعمة الذاتية، فتُحاط العضية التالفة (مثل الميتوكوندريا أو البيروكسيسوم) أو كمية صغيرة من السيتوسول بغشاء مزدوج من الحويصلات، ويلتحم الجسيم الحار بالغشاء الخارجي لهذه الحويصلة. هناك، تكسر الإنزيمات الغشاء الداخلي والمواد المحصورة، وتحرر المركبات العضوية الصغيرة الناتجة إلى السيتوسول لإعادة استخدامها.

Autophagy

- During autophagy, a **damaged organelle** or small amount of cytosol becomes **surrounded by a double membrane** vesicles and a lysosome fuses with the outer membrane of this vesicle where the lysosomal enzymes break the inner membrane and the enclosed material, and the resulting small organic compounds are released to the cytosol for reuse.

البلعمة الذاتية (Autophagy): خلال هذه العملية، تُحاط عضوية تالفة (damaged organelle) أو كمية صغيرة من السيتوسول بهيصلات ذات غشاء مزدوج (double membrane vesicles). (1) يلتحم الجسم الحار مع الغشاء الخارجي لهذه الهيصلة، وتقوم الإنزيمات المحللة بهضم مكونات العضوية. ثم يكسر الجسم الحار الغشاء الداخلي والمواد المحصورة، وتتحلل المركبات العضوية الصغيرة الناتجة إلى السيتوسول لإعادة استخدامها.



Lysosomal storage disorders

اضطرابات التخزين الليزوزومية

- A number of **human genetic disorders**, collectively called **lysosomal storage disorders**, affect lysosomes.

- Lysosomal storage diseases are **inherited metabolic diseases** that are characterized by an abnormal build-up or accumulation of various materials in the body's cells as a result of **enzyme deficiencies**.

تحدث نتيجة انه في خلل في الانزيمات التي يملكها داخل الليزوسوم يعني هذا الانزيم يتكونه صار عنده طفرة على الجين الذي يعمل فيصحب هذا الانزيم غير فعال او ليس بالصورة الفاعلة او النمطية functional version لهذا الانزيم

تؤثر مجموعة من الاضطرابات الوراثية البشرية (human genetic disorders)، التي تسمى مجتمعة اضطرابات التخزين الليزوزومية، على الجسيمات الحالة. وهي أمراض أيضية موروثة (inherited metabolic diseases) تتميز بتراكم غير طبيعي (abnormal build-up) لمواد مختلفة في خلايا الجسم نتيجة لنقص الإنزيمات (enzyme deficiencies).

- Tay– Sachs disease** is caused by the loss of function of a single lysosomal enzyme (**hexosaminidase**) that necessary to break down a membrane **glycolipid** found in nerve cells. **Accumulation of glycolipid** in the lysosomes affects nerve cell function, leading to a variety of clinical symptoms such as **seizures and muscle rigidity**.

داء تاي ساكس (Tay–Sachs disease) ينتج عن فقدان وظيفة إنزيم ليزوزومي واحد وهو هيكسوزامينيداز (hexosaminidase) الضروري لتفكيك دهون غشائية سكرية (glycolipid) موجودة في الخلايا العصبية (nerve cells). يؤدي تراكم (Accumulation) هذا الدهن في الجسيمات الحالة إلى التأثير على وظيفة الخلية العصبية، مما يسبب أعراضاً مثل النوبات (seizures) وتصلب العضلات (muscle rigidity).
يحدث للدهون بشكل أساسي

- **Pompe disease** is a lysosomal storage disorder in which **alpha-glucosidase** is deficient or absent. Deficiency of this lysosomal enzyme results in progressive expansion of **glycogen-filled lysosomes** in multiple tissues, with **cardiac and skeletal muscle, and hepatocytes** being the most severely affected.

داء بومبي (Pompe disease) هو اضطراب تخزين ليزوزومي يعاني فيه المريض من نقص أو غياب إنزيم ألفا جلوكوزيداز (alpha-glucosidase). ويؤدي نقص هذا الإنزيم إلى توسع تدريجي (progressive expansion) لـ الجسيمات الحالة المليئة بـ الجليكوجين (glycogen) في أنسجة متعددة، وتكون عضلات القلب والهيكـل العظمي (cardiac and skeletal muscle)، والخلايا الكبدية (hepatocytes) هي الأكثر تضرراً.

- **Cystinosis**: Excessive storage of the **amino acid cystine** (the oxidized dimer of the amino acid cysteine) in all cells of the body results in **impaired kidney function**, increased sensitivity to light, and marked growth retardation.

داء السيستين (Cystinosis): التخزين المفرط (Excessive storage) للحمض الأميني سيستين (cystine) (وهو الثنائي المؤكسد (oxidized dimer) للحمض الأميني سيستئين (cysteine) في جميع خلايا الجسم يؤدي إلى ضعف وظائف الكلى (impaired kidney function)، وزيادة الحساسية للضوء (sensitivity to light)، وتأخر ملحوظ في النمو (growth retardation).

Vacuoles

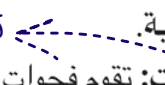
الفجوات (Vacuoles)

- **Vacuoles are large vesicles** derived from the ER and Golgi apparatus.
- Vacuoles are an integral part of a cell's **endomembrane system**
- Vacuoles membrane (**vacuolar membrane**) is selective in transporting solutes; as a result, the solution inside a vacuole **differs in composition from the cytosol**.

الفجوات هي حويصلات كبيرة (large vesicles) مشتقة من الشبكة الإندوبلازمية (ER) وجهاز جولجي. وهي جزء لا يتجزأ من نظام الأغشية الداخلية (endomembrane system) للخلية. يتميز غشاء الفجوة (vacuolar membrane) بكونه انتقائياً (selective) في نقل المذابات (solutes)؛ ونتيجة لذلك، يختلف المحلول داخل الفجوة في تركيبه عن السيتوسول.

- Vacuoles perform a **variety of functions** in different kinds of cells.
- **Food vacuoles**, formed by phagocytosis.
- **Contractile vacuoles**: Many unicellular protists living in **fresh water** have contractile vacuoles that **pump excess water** out of the cell, thereby maintaining a suitable concentration of ions and molecules inside the cell.

تؤدي الفجوات وظائف متنوعة في أنواع مختلفة من الخلايا:

- **الفجوات الغذائية**: تتكون عن طريق البلعمة.
- **الفجوات المنقبضة (Contractile vacuoles)**: تمتلك العديد من الطلائعيات أحادية الخلية التي تعيش في المياه العذبة فجوات منقبضة تضخ المياه الزائدة خارج الخلية، وبذلك تحافظ على تركيز مناسب للأيونات والجزيئات داخل الخلية.  تشبه اللايسوسوم في الخلايا الحيوانية
- **في النباتات والفطريات**: تقوم فجوات معينة بـ **التحلل المائي الإنزيمي**، وهي وظيفة تشترك فيها مع الجسيمات الحالة في الخلايا الحيوانية.

- **In plants and fungi**, certain vacuoles carry out **enzymatic hydrolysis**, a function shared by lysosomes in animal cells.

• **في النباتات والفطريات**: تقوم فجوات معينة بـ **التحلل المائي الإنزيمي**، وهي وظيفة تشترك فيها مع الجسيمات الحالة في الخلايا الحيوانية.

- In plants, small vacuoles (**storage vacuoles**) can hold reserves of important organic compounds, such as the proteins stored in seeds.
- Vacuoles may also help protect the plant against herbivores by storing compounds that are **poisonous or inedible** to animals.

• **في النباتات:** يمكن للفجوات الصغيرة (فجوات التخزين) الاحتفاظ باحتياطيات من المركبات العضوية الهامة، مثل البروتينات المخزنة في البذور. كما قد تساعد في حماية النبات ضد آكلات الأعشاب من خلال تخزين مركبات سامة أو غير صالحة للأكل للحيوانات.

- Some plant vacuoles contain **pigments**, such as the red and blue pigments of petals that help attract pollinating insects to flowers.

• **الأصبغ:** تحتوي بعض الفجوات النباتية على أصباغ، مثل الأصباغ الحمراء والزرقاء في البتلات التي تساعد في جذب الحشرات الملقحة إلى الأزهار.

ممبنة للخلية النباتية

- Mature plant cells generally contain a **large central vacuole**, which develops by merging or fusion of smaller vacuoles. The solution inside the central vacuole, called **cell sap**, is the plant cell's **main storehouse** of inorganic ions, including potassium and chloride, as well as water.

• **الفجوة المركزية الكبيرة:** تحتوي الخلايا النباتية الناضجة عموماً على فجوة مركزية كبيرة تتطور عن طريق دمج أو التحام الفجوات الأصغر. يُسمى المحلول داخلها "عصارة الخلية" (**cell sap**)، وهو المستودع الرئيسي للخلية النباتية للأيونات غير العضوية، بما في ذلك البوتاسيوم والكلوريد، بالإضافة إلى الماء.

Mitochondria and Chloroplasts: Cellular Generators

الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء: المولدات الخلوية

الجزء الأخير في الجهاز الأندوبلازمي هو الغشاء الخلوي و لكنه سنباه لاحقاً لأن سنباه عضيات أخرى في الخلية و هي ليست جزء من جهاز الشبكة الأندوبلازمية مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء

- **Mitochondria and chloroplasts** share structural and functional **similarities**.

تتشارك الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء في تشابهات هيكلية ووظيفية.

- Structurally, they are both surrounded by a **double membrane**, and both contain their **own DNA** and **protein synthesis** machinery.

• هيكلياً: كلاهما محاط بـ غشاء مزدوج، ويحتوي كلاهما على الحمض النووي (DNA) الخاص به وآلية تصنيع البروتين الخاصة به.

عندي ثلاث عضيات في الخلايا الحقيقية محاطة بغشاء مزدوج و هي الميتوكوندريا والنواة والبلاستيدات الخضراء وكلهم عندهم DNA

- Functionally, they are both involved in **energy metabolism**, changing energy from one form to another.

• وظيفياً: كلاهما يشارك في عملية التمثيل الغذائي للطاقة (energy metabolism)، وتحويل الطاقة من شكل إلى آخر.

- **Mitochondria** (singular, mitochondrion) are the sites of **cellular respiration**, the metabolic process that uses oxygen to drive the **generation of ATP** by extracting energy from sugars, fats, and other fuels.

الميتوكوندريا (Mitochondria): هي مواقع التنفس الخلوي، وهي العملية الأيضية التي تستخدم الأكسجين لدفع إنتاج الطاقة (ATP) عن طريق استخراج الطاقة من السكريات والدهون والوقود الآخر.

ليس كل الخلايا الحقيقية تحتوي على مايتوكوندريا فمثلا
خلايا الدم الحمراء الناضجة mature فقدت النواة
والعضيات بما فيها المايتوكوندريا من اجل ان يكون عندها
محتوى أكبر من الهيموغلوبين لنقل الأكسجين

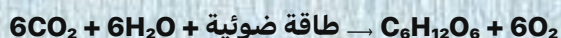
not all

- Mitochondria are **found in nearly all eukaryotic cells**, including those of plants, animals, fungi, and most protists. Some cells have a **single large mitochondrion**, but more often a cell has **hundreds or even thousands** of mitochondria. The number correlates with the cell's **level of metabolic activity**. Cells that **move** or **contract** have proportionally **more mitochondria** per volume than less active cells.

• توجد الميتوكوندريا في جميع الخلايا حقيقية النواة تقريباً، بما في ذلك خلايا النباتات، والحيوانات، والفطريات، ومعظم الطلائعيات. تمتلك بعض الخلايا ميتوكوندريون واحداً كبيراً، ولكن في كثير من الأحيان تمتلك الخلية المئات أو حتى الآلاف من الميتوكوندريا. يرتبط العدد بمستوى النشاط الأيضي للخلية. الخلايا التي تتحرك أو تنقبض تمتلك ميتوكوندريا أكثر نسبياً لكل حجم من الخلايا الأقل نشاطاً.

- Chloroplasts** contain the green pigment **chlorophyll**, along with enzymes and other molecules and found in plants and algae, are the sites of **photosynthesis** that **converts solar energy to chemical energy** by absorbing sunlight and using it to drive the synthesis of organic compounds (sugars) from carbon dioxide and water.

• تحتوي البلاستيدات الخضراء على الصبغة الخضراء الكلوروفيل، جنباً إلى جنب مع الإنزيمات والجزيئات الأخرى والموجودة في النباتات والطحالب، وهي مواقع البناء الضوئي الذي يحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية عن طريق امتصاص ضوء الشمس واستخدامه لدفع تصنيع المركبات العضوية (السكريات) من ثاني أكسيد الكربون والماء.



Mitochondria metabolize sugar to generate ATP

الميتوكوندريا تمثل السكر لإنتاج ATP

- **Mitochondria** (singular, *mitochondrion*) are typically **tubular or sausage-shaped** organelles about the size of bacteria that are found **in almost all** types of eukaryotic cells

not all

- الميتوكوندريا (مفردها ميتوكوندريون) هي عادة عضيات أنبوبية أو تشبه السجق بحجم البكتيريا تقريباً وتوجد في جميع أنواع الخلايا حقيقية النواة تقريباً.

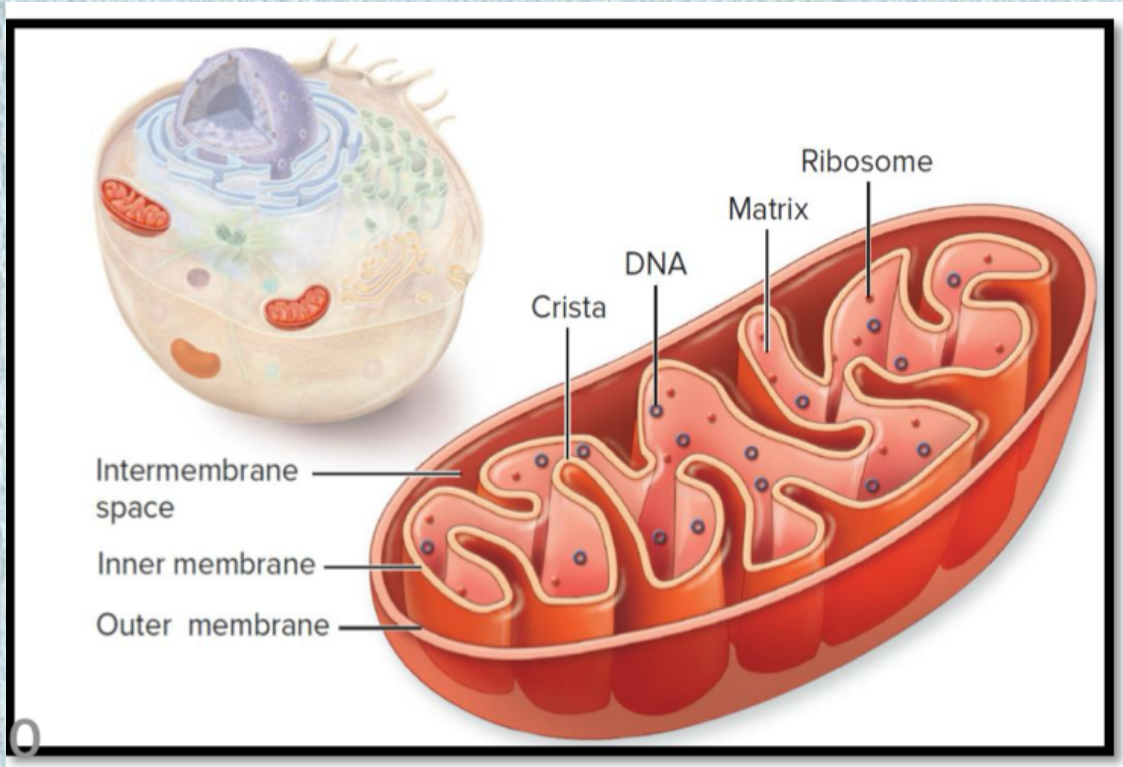
- Mitochondria are **bounded by two membranes**: a smooth outer membrane, and an **inner folded membrane** with numerous adjacent /tangent layers called **cristae** (singular, *crista*).

- تُحاط الميتوكوندريا بغشائين: غشاء خارجي أملس، وغشاء داخلي مطوي مع العديد من الطبقات المتجاورة / المماسية تسمى الأعراف (مفردها عُرف).

لزيادة مساحة السطح حيث تحدث العديد من العمليات الأيضية

- The cristae divide the mitochondrion into **two compartments**: a **matrix**, lying inside the inner membrane; and an **outer compartment**, or **intermembrane space**, lying between the two mitochondrial membranes.

- تقسم الأعراف الميتوكوندريون إلى حجرتين: مادة خلالية، تقع داخل الغشاء الداخلي؛ وحجرة خارجية، أو حيز بين الغشائين، يقع بين غشائي الميتوكوندريا.



On the surface of the inner membrane, and also embedded within it, are **proteins that carry out oxidative metabolism**, the oxygen-requiring process by which energy in macromolecules is used to produce ATP .

تعرفها

هذه البروتينات و الانزيمات تقوم بالتفاعلات اللازمة لعملية التنفس الخلوي

- على سطح الغشاء الداخلي، ومنغرس فيه أيضاً، توجد بروتينات تقوم بالتمثيل الغذائي التأكسدي، وهي العملية التي تتطلب الأكسجين والتي يتم من خلالها استخدام الطاقة في الجزيئات الكبيرة لإنتاج ATP.

عملية التنفس تنتج 36 او 38 جزيء ATP لكل جزيء جلوكوز حسب المسار الذي يسلكه في عملية الفسفرة التأكسدية

Mitochondria

- Mitochondria have their **own DNA**; this DNA contains several **genes** that produce proteins essential to the mitochondrion's role in **oxidative metabolism**. Thus, the mitochondrion, in many respects, acts as a cell within a cell, containing its own genetic information specifying proteins for its unique functions.

- الميتوكوندريا تمتلك الحمض النووي الخاص بها؛ يحتوي هذا الحمض النووي على عدة جينات تنتج بروتينات أساسية لدور الميتوكوندريون في التمثيل الغذائي التأكسدي. وبذلك، يعمل الميتوكوندريون، في كثير من النواحي، كخلية داخل خلية، حيث يحتوي على معلوماته الوراثية الخاصة التي تحدد بروتينات لوظائفه الفريدة.

Semiautonomous

- The mitochondria **are not fully autonomous**. Most of the genes that encode the enzymes used in oxidative metabolism are **located in the cell nucleus**.

وظيفة الميتوكوندريا تتطلب الجينات الموجودة داخل الميتوكوندريا والموجودة داخل النواة

- الميتوكوندريا ليست مستقلة تماماً. معظم الجينات التي تشفر الإنزيمات المستخدمة في التمثيل الغذائي التأكسدي تقع في نواة الخلية.

ليس كل الإنزيمات و البروتينات اللازمة لعمل الميتوكوندريا موجودة داخل ال DNA في الميتوكوندريا
بعض الجينات المهمة توجد في النواة يتم نسخ هذه الجينات ثم ترجمتها من أجل إنتاج البروتينات والإنزيمات الأساسية لـ
وظيفة الميتوكوندريا، وهي الأيض التأكسدي، وذلك لتوليد الطاقة في شكل ATP.

These genes are transcribed and then translated in order to produce the proteins and enzymes essential for mitochondrial function, which is oxidative metabolism, to generate energy in the form of ATP."

- A eukaryotic cell does not produce brand-new mitochondria each time the cell divides. Instead, the **mitochondria themselves divide in two**, doubling in number, and these are partitioned between the new cells.

• الخلية حقيقية النواة لا تنتج ميتوكوندريا جديدة تماماً في كل مرة تنقسم فيها الخلية. بدلاً من ذلك، تنقسم الميتوكوندريا نفسها إلى اثنتين، مما يضاعف عددها، ويتم تقسيمها بين الخلايا الجديدة.

لذلك ما بقدر نمنعها في وسط بعيد عن النليه لازم يكون في نواة

- Most of the components required for **mitochondrial division are encoded by genes in the nucleus** and are translated into proteins by cytoplasmic ribosomes.

• معظم المكونات المطلوبة لانقسام الميتوكوندريا مشفرة بواسطة جينات في النواة ويتم ترجمتها إلى بروتينات بواسطة ريبوسومات السيتوبلازم.

- Mitochondrial replication is, therefore, impossible without nuclear participation, and **mitochondria thus cannot be grown in a cell-free culture**.

لا يحدث انقسام للميتوكوندريا بدون ما يكون عندي نواه داخل الخلية

• تضاعف الميتوكوندريا، بالتالي، مستحيل بدون مشاركة نووية، والميتوكوندريا بالتالي لا يمكن زراعتها في مزرعة خالية من الخلايا.

Chloroplasts use light to generate ATP and sugars

البلاستيدات الخضراء تستخدم الضوء لإنتاج ATP والسكريات

استخراج السكر على شكل جلوكوز يحدث
ATP generation

- Eukaryotic **autotroph organisms** (e.g plants) that carry out **photosynthesis** typically contain from one to several hundred **chloroplasts** that contain the photosynthetic pigment **chlorophyll**.

الكائنات ذاتية التغذية حقيقية النواة (مثل النباتات) التي تقوم بالبناء الضوئي تحتوي عادة على ما يتراوح من بلاستيدة واحدة إلى عدة مئات من البلاستيدات الخضراء التي تحتوي على صبغة البناء الضوئي الكلوروفيل.

مجموعة من ميثاق البلاستيدة
الخضراء

عبارة عن الثايلاكويد

عبارة عن غشاء ثايلاكويد

- The chloroplast is surrounded by **two membranes**. In addition to the outer and inner membranes, which lie in close association with each other, chloroplasts have closed compartments (**third membranous system**) of stacked membranes called **grana** (singular, **granum**), which lie inside the inner membrane. Each granum may contain from a few to several dozen disk-shaped structures called **thylakoids**. On the surface of the thylakoids are the **light-capturing photosynthetic** pigments. وظيفته

تُحاط البلاستيدة الخضراء بغشائين. بالإضافة إلى الغشائين الخارجي والداخلي، اللذين يقعان في ارتباط وثيق مع بعضهما البعض، تمتلك البلاستيدات الخضراء حجرات مغلقة (نظام غشائي ثالث) من الأغشية المترابطة تسمى غرانا (مفردها غرانوم)، والتي تقع داخل الغشاء الداخلي. قد يحتوي كل غرانوم على ما يتراوح من بضعة إلى عدة عشرات من الهياكل قرصية الشكل تسمى ثايلاكويدات. على سطح الثايلاكويدات توجد أصباغ البناء الضوئي الملتقطة للضوء.

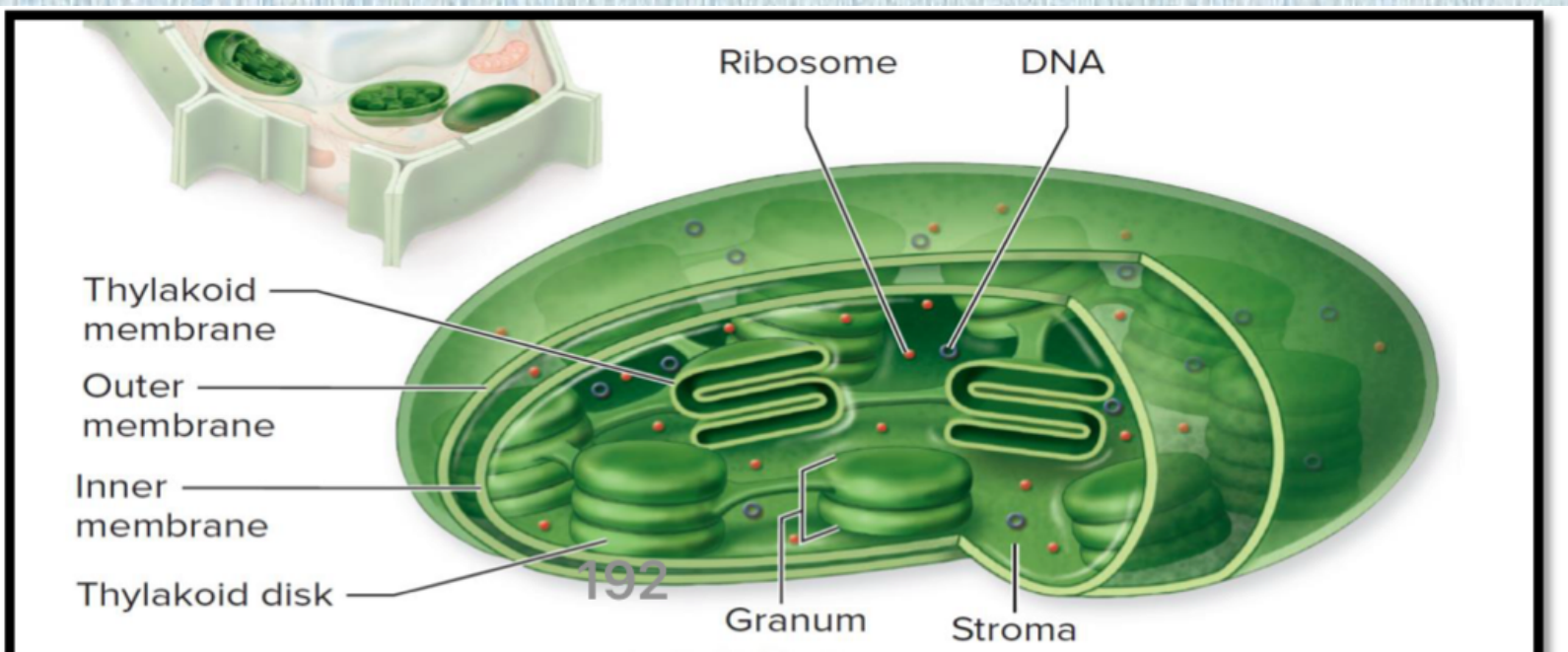
الكلوروفيل

- Surrounding the thylakoid is a **fluid matrix called the stroma** that includes the enzymes used to synthesize glucose during photosynthesis.

يحيط بالثايلاكويد مادة سائلة تسمى الستروما (السداة) التي تتضمن الإنزيمات المستخدمة لتصنيع الجلوكوز أثناء البناء الضوئي.

- All plastids are produced by the division of existing plastids.

يتم إنتاج جميع البلاستيدات عن طريق انقسام البلاستيدات الموجودة مسبقاً.



من المميزات في الخلايا حقيقية النواة وهو غير موجود في الخلايا البدائية أو البكتيريا

The Cytoskeleton

- The cytoplasm of all eukaryotic cells is **crisscrossed by a network** of protein fibers that **supports** the shape of the cell and **anchors** organelles to fixed locations. هناك وظائف أخرى لهذه الوظيفة العامة

وظيفته

- سيتوبلازم جميع الخلايا حقيقية النواة تتقاطعها شبكة من الألياف البروتينية التي تدعم شكل الخلية وتثبت العضيات في مواقع ثابتة.

اذه لماذا النواة تتواجد في هذا المكان لانها مثبتة بواسطة الهيكل الخلوي لماذا النواة في هذا المكان لنفس السبب وهكذا

- This network, called the cytoskeleton, **is almost dynamic system**, constantly assembling and disassembling.

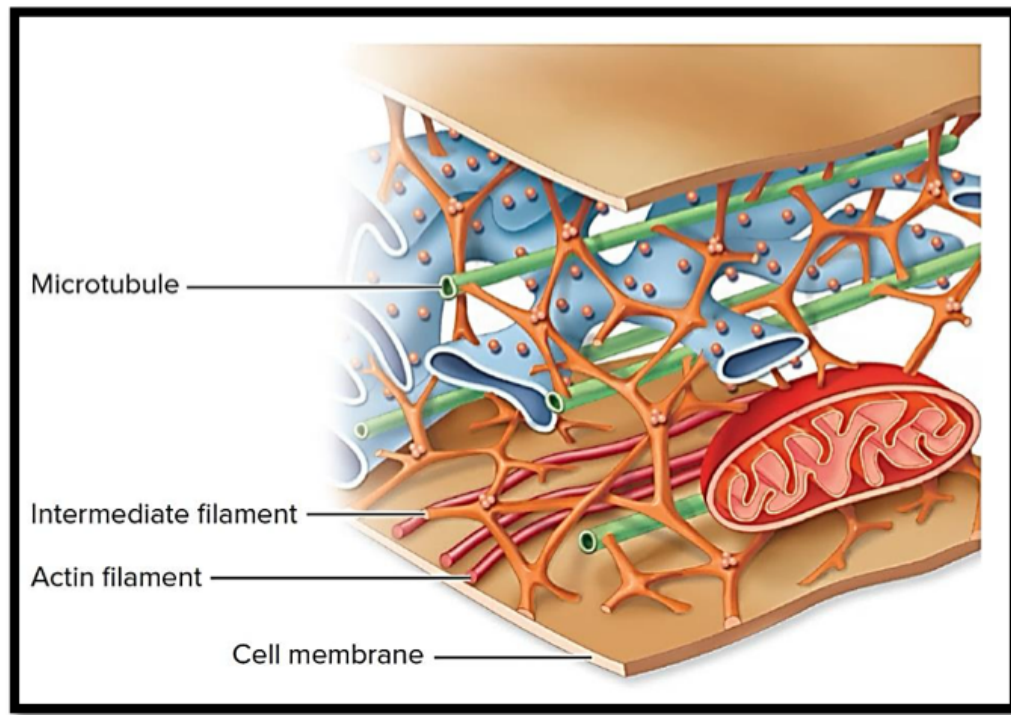
Build and breakdown

Synthesis and breakdown

- هذه الشبكة، المسماة الهيكل الخلوي، هي نظام ديناميكي تقريباً، يتجمع ويتفك باستمرار.

- Individual fibers consist of polymers of **identical protein subunits** that attract one another and spontaneously assemble into long chains. Fibers disassemble in the same way, as one subunit after another breaks away from one end of the chain.

- الألياف الفردية تتكون من بوليمرات لوحدات بروتينية فرعية متطابقة تجذب بعضها البعض وتتجمع تلقائياً في سلاسل طويلة. تتفك الألياف بنفس الطريقة، حيث تنفصل وحدة فرعية تلو الأخرى من أحد طرفي السلسلة.



Eukaryotic cells may contain the following three types of cytoskeletal

fibers, each formed from a different kind of subunit:

Microtubules (the thickest; about **25 nm** in diameter).

Microfilaments, sometimes called actin filaments (the thinnest: a about **7 nm** in diameter)

Intermediate filaments. (are fibers with diameters in a middle range : **8–12 nm**

Nuclear lamina **Nerve axon** محاور عصبية

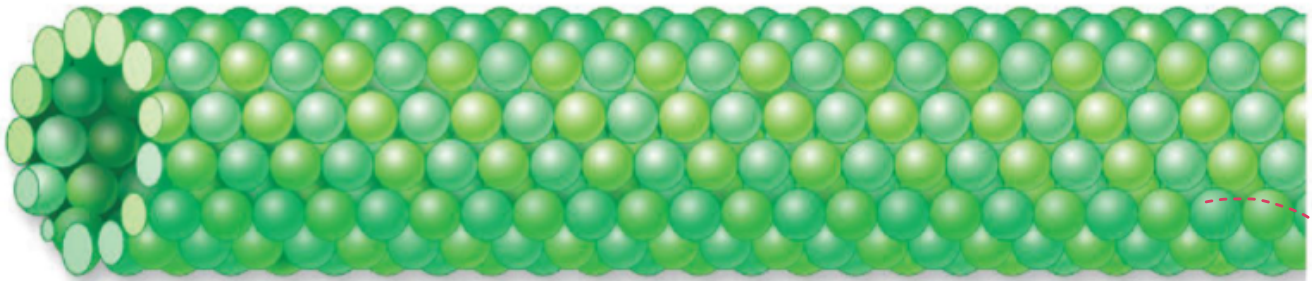
ديناميكية دائما
تتكون و تتكسر

تركيب ثابت fixed
structure اذا
تكونت ما بتكسر

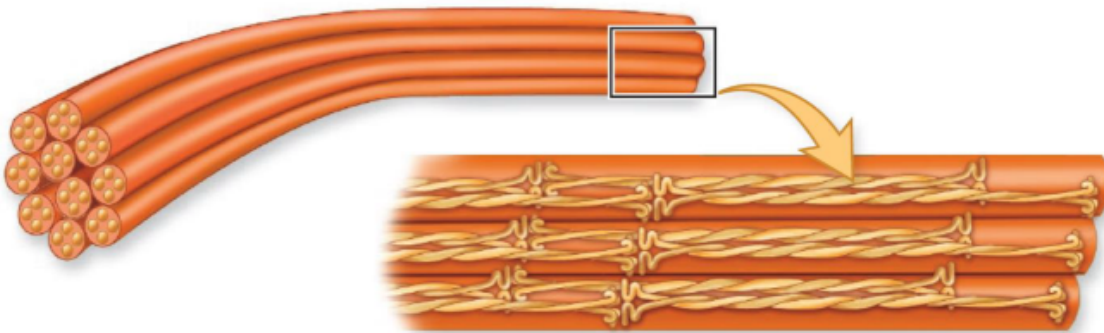
- الخلايا حقيقية النواة قد تحتوي على الأنواع الثلاثة التالية من ألياف الهيكل الخلوي، كل منها يتكون من نوع مختلف من الوحدات الفرعية: الأنايب الدقيقة (الأكثر سمكاً: قطرها حوالي 25 نانومتر). الخيوط الدقيقة، وتسمى أحياناً خيوط الأكتين (الأرق: قطرها حوالي 7 نانومتر) الخيوط المتوسطة (هي ألياف بأقطار في نطاق متوسط: 8-12 نانومتر).



a. Actin filaments **Microfilaments**



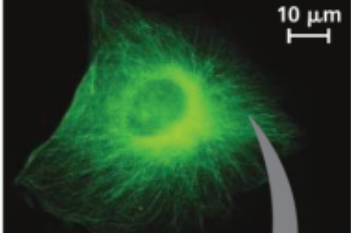
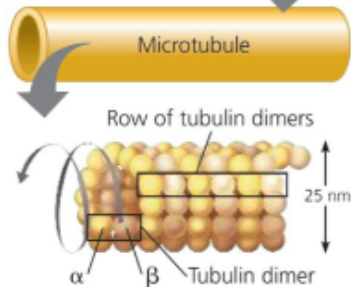
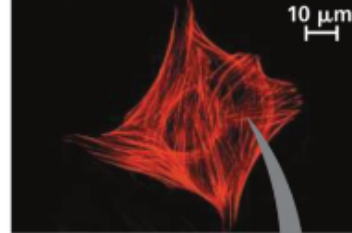
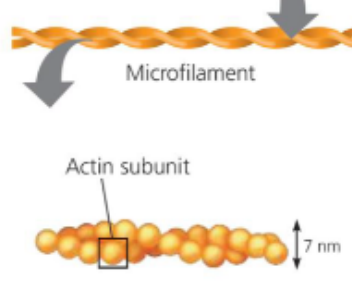
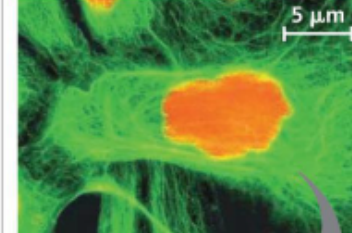
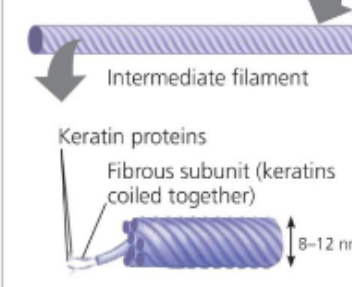
b. Microtubules



اسطوانه مفرغة

c. Intermediate filaments

The Structure and Function of the Cytoskeleton

Property	Microtubules (Tubulin Polymers)	Microfilaments (Actin Filaments)	Intermediate Filaments
Structure	Hollow tubes	Two intertwined strands of actin	Fibrous proteins coiled into cables
Diameter	25 nm with 15-nm lumen	7 nm	8–12 nm
Protein subunits	Tubulin, a dimer consisting of an α -tubulin and a β -tubulin	Actin	One of several different proteins (including keratins)
Main functions	Maintenance of cell shape; cell motility; chromosome movements in cell division; organelle movements	Maintenance of cell shape; changes in cell shape; muscle contraction; cytoplasmic streaming (plant cells); cell motility; cell division (animal cells)	Maintenance of cell shape; anchorage of nucleus and certain other organelles; formation of nuclear lamina
Fluorescence micrographs of fibroblasts. Connective tissue cells called fibroblasts are a favorite cell type for cell biology studies because they spread out flat and their internal structures are easy to see. In each fibroblast shown here, the structure of interest has been tagged with fluorescent molecules. In the third micrograph, the DNA in the nucleus has also been tagged (orange).	 	 	 

الخاصية (Property)	الأنابيب الدقيقة (Microtubules)	الخيوط الدقيقة (Microfilaments)	الخيوط المتوسطة (Intermediate Filaments)
التركيب (Structure)	أنابيب مجوفة (Hollow tubes)	خيوطان مفتولتان من الأكتين (Two intertwined strands of actin)	بروتينات ليفية ملتفة في شكل كابلات (Fibrous proteins coiled into cables)
القطر (Diameter)	25 نانومتر مع تجويف داخلي يبلغ 15 نانومتر	7 نانومتر	8–12 نانومتر
الوحدات البروتينية الفرعية (Protein subunits)	التوبيولين (Tubulin)؛ وهو دايمر (ثنائي) يتكون من ألفا-توبيولين وبيتا-توبيولين (α-tubulin و β-tubulin)	الأكتين (Actin)	واحد من عدة بروتينات مختلفة (بما في ذلك الكيراتينات (keratins))
الوظائف الرئيسية (Main functions)	الحفاظ على شكل الخلية. حركة الكروموسومات أثناء انقسام الخلية. حركات العضيات.	الحفاظ على شكل الخلية. التغيرات في شكل الخلية. انقباض العضلات. التدفق السيتوبلازمي (في الخلايا النباتية). حركة الخلية. انقسام الخلية (في الخلايا الحيوانية).	الحفاظ على شكل الخلية. تثبيت النواة وبعض العضيات الأخرى. الصفيفة النووية (Nuclear lamina).

معلومات إضافية واردة في توضيحات الجدول (الصور المجهرية):

- الخلايا الليفيّة (Fibroblasts): هي خلايا النسيج الضام، وتعتبر النوع المفضل للدراسة في بيولوجيا الخلية لأنها تنتشر بشكل مسطح مما يسهل رؤية هيكلها الداخلية.
- في الصور المجهرية، تم رسم التراكيب المستهدفة بـ جزيئات فلورية، وفي الصورة الثالثة تم رسم الحمض النووي (DNA) في النواة باللون البرتقالي.
- تتكون الأنابيب الدقيقة من صفوف من دايمرات التوبيولين.
- تتكون الخيوط المتوسطة من وحدات فرعية ليفية (كيراتينات) ملتفة معاً.

Function of the Cytoskeleton: Support and Motility

المركبات
البروتينية
المهمة

وظيفة الهيكل الخلوي: الدعم والحركة

- The most obvious **function of the cytoskeleton** is to give **mechanical support** to the cell and **maintain its shape** especially important for animal cells, which lack walls.

الوظيفة الأساسية له في الخلايا
الحيوانية لأنه لا يوجد عندها
جدار خلوي مثل النباتات

• الوظيفة الأكثر وضوحاً للهيكل الخلوي هي إعطاء دعم ميكانيكي للخلية والحفاظ على شكلها، وهو أمر مهم بشكل خاص للخلايا الحيوانية التي تفتقر إلى الجدران.

- The cytoskeleton provides **anchorage for many organelles and even cytosolic enzyme molecules**. The cytoskeleton is dynamic, it can be quickly dismantled in one part of the cell and reassembled in a new location, changing the shape of the cell.

• يوفر الهيكل الخلوي مرساة للعديد من العضيات وحتى جزيئات الإنزيمات السيتوبلازمية. الهيكل الخلوي ديناميكي، يمكن تفكيكه بسرعة في جزء واحد من الخلية وإعادة تجميعه في موقع جديد، مما يغير شكل الخلية.

تكوين الأقدام الكاذبة في الأميبا وخلايا الدم
البيضاء وانقباض وانسداد العضلات

- Some types of **cell motility (movement)** also involve the cytoskeleton.
- The term **cell motility** includes both **changes in cell location and movements** of cell parts. Cell motility generally requires interaction of the cytoskeleton with **motor proteins**.

• بعض أنواع حركة الخلية (الانتقال) تشمل أيضاً الهيكل الخلوي.

• مصطلح حركة الخلية يشمل كلاً من التغيرات في موقع الخلية وحركات أجزاء الخلية. حركة الخلية

تتطلب عموماً تفاعل الهيكل الخلوي مع البروتينات الحركية.
لما نتكلم عن انتقال عضوية مثل الليسوسوم أو الخويصلات الناقلة
من مكان لآخر داخل الخلية هو ينتقل وهو يتحرك على الهيكل الخلوي
اذن هذا الهيكل يحمل كمسار تسير عليه هذه العضيات

- There are many such examples: Cytoskeletal elements and motor proteins work together with plasma membrane molecules to allow whole cells to move along fibers outside the cell.

• هناك العديد من هذه الأمثلة: عناصر الهيكل الخلوي والبروتينات الحركية تعمل معاً مع جزيئات الغشاء البلازمي لتسمح للخلايا الكاملة بالتحرك على طول الألياف خارج الخلية.

- Inside the cell, **vesicles and other organelles often use motor protein** "feet" to "walk" to their destinations **along a track** provided by the cytoskeleton. For example, this is how vesicles containing **neurotransmitter** molecules migrate to the tips of axons, the long extensions of nerve cells that release these molecules as chemical signals to adjacent nerve cells .

• داخل الخلية، الحويصلات والعضيات الأخرى غالباً ما تستخدم "أقدام" البروتين الحركي لـ "المشي" إلى وجهاتها على طول مسار يوفره الهيكل الخلوي. على سبيل المثال، هكذا تهاجر الحويصلات التي تحتوي على جزيئات الناقل العصبي إلى أطراف المحاور العصبية، الامتدادات الطويلة للخلايا العصبية التي تطلق هذه الجزيئات كإشارات كيميائية إلى الخلايا العصبية المجاورة.

1. الاستيل كولين (Acetylcholine, ACh):

2. النورأدرينالين (Norepinephrine, NE) / النورإبينفرين (Noradrenaline):

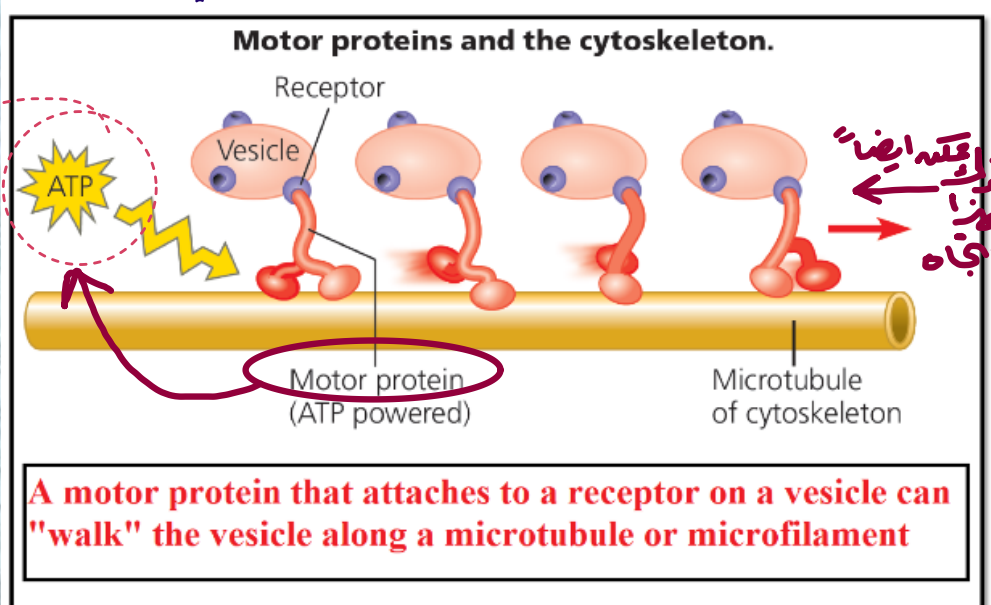
3. الأدرينالين (Epinephrine / Adrenaline):

كل هذه المواد الناقلة اعصبية عشان انقلها من مكان لآخر يجب ان اضعها داخل حويصلة ناقلة و من ثم تمشي على جزء من الهيكل الخلوي

- The cytoskeleton also **manipulates the plasma membrane**, bending it inward to form food vacuoles or other phagocytic vesicles.

• الهيكل الخلوي يعالج أيضاً الغشاء البلازمي، حيث يثنيه للداخل لتكوين فجوات غذائية أو حويصلات بلعمية أخرى.

تشكل الغشاء البلازمي مثلاً في خلية الدم الحمراء لماذا هي مقعرة الوجهية
لانه في اتصال بين الغشاء و الهيكل الخلوي
كيف تتكون الفجوة الغذائية هي ايضا function للهيكل الخلوي



اي شيء يتحرك داخل الخلية لازم يكون محذو استخدام للطاقة على شكل ATP او GTP

تتحرك ايضاً
تتجه

• البروتين الحركي الذي يرتبط بمستقبل على حويصلة يمكنه "مشية" الحويصلة على طول أنبوب دقيق أو خيط دقيق.

Microtubules الأنابيب الدقيقة

- **Microtubules**, the largest of the cytoskeletal elements, are **hollow tubes** about **25 nm** in diameter, each composed of a ring of 13 protein **protofilaments**.

• الأنابيب الدقيقة، وهي الأكبر من عناصر الهيكل الخلوي، هي أنابيب مجوفة بقطر حوالي 25 نانومتر، تتكون كل منها من حلقة من 13 خيطاً أولياً بروتينياً.

- Microtubules **vary greatly in length**. Some are less than 200 nm long (**cytosolic MTs**); others, such as **axonemal MTs** (cilia flagella) , can be many micrometers in length

• تتفاوت الأنابيب الدقيقة بشكل كبير في الطول. بعضها يقل طوله عن 200 نانومتر (الأنابيب الدقيقة السيتوسولية)؛ وأخرى، مثل الأنابيب الدقيقة المحورية (الأهداب والأسواط)، يمكن أن تكون بطول عدة ميكرومترات.

منه نانومتر الى ميكرومتر حسب الوظيفة يعتمد طولها على وظيفتها

- Globular proteins consisting of **noncovalently dimers** of **α - and β -tubulin** subunits (heterodimer) polymerize to form the 13 protofilaments.

لا يوجد اي رابطة تساهمية بينهم عبارة عن protein-protein interaction ممكن يكون بروتين الفاي بيتا

له بدي اعمل استطاله للأنابيب الدقيقة بضيف دايمر وله اعمل تقصير بحدف

- بروتينات كروية تتكون من دايمرات مرتبطة بغير تساهم من وحدات فرعية من ألفا - وبيتا - تيوبولين (دايمر متباين) تتبلر لتكون الـ 13 خيطاً أولياً.

- The protofilaments are arrayed side by side around a central core, giving the microtubule its characteristic tube shape.

• الألياف الأولية تترتب جنباً إلى جنب حول قلب مركزي، مما يعطي الأنبوب الدقيق شكل الأنبوب المميز له.

- In many cells, microtubules form from **nucleation centers (MTOC)** near the center of the cell and radiate toward the periphery.

• في العديد من الخلايا، تتكون الأنابيب الدقيقة من مراكز التنوي (MTOC) بالقرب من مركز الخلية وتنتشر نحو المحيط.

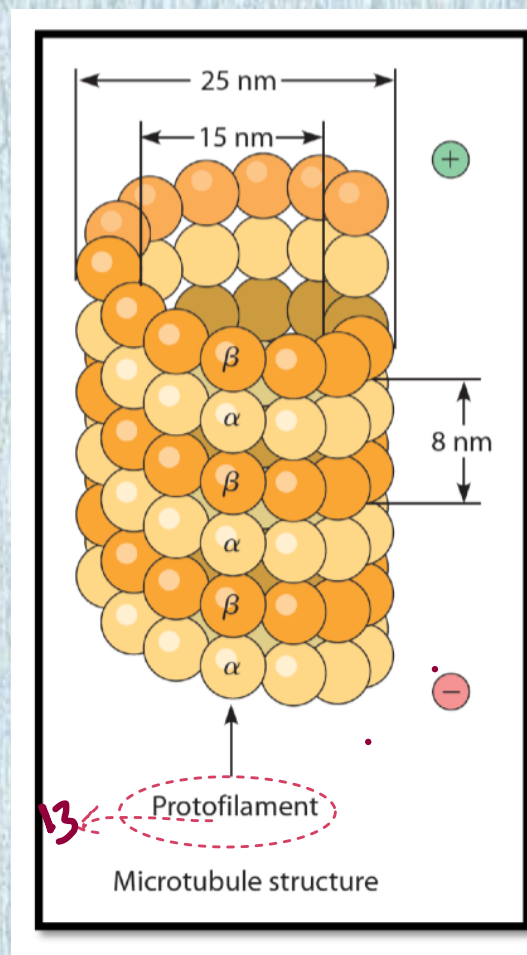
- The two most important types of **MTOCs** are the **basal bodies** associated with cilia, and the **centrosome** associated with spindle formation.

أهم نوعين من مراكز تنظيم الأنابيب الدقيقة (MTOCs) هما الأجسام القاعدية المرتبطة بالأهداب، والجسيم المركزي المرتبط بتكوين المغزل.

- The **average half-life** of a microtubule ranges from as long as 10 minutes in a nondividing animal cell to as short as 20 seconds in a dividing animal cell.

198

• متوسط عمر النصف للأنبوب الدقيق يتراوح من مدة تصل إلى 10 دقائق في خلية حيوانية غير منقسمة إلى مدة قصيرة تصل لـ 20.



Microtubules forms

في الأهداب والأسواط كاتو بيتكونو منه نظام

9+2

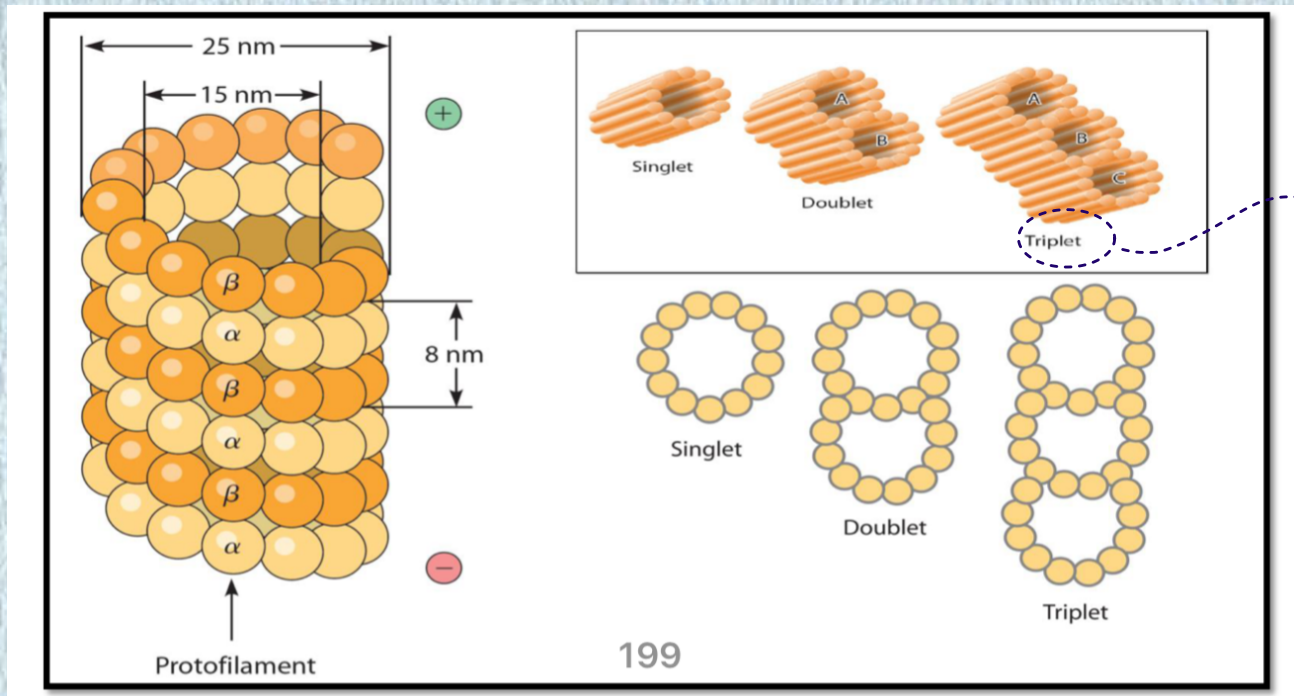
Microtubules can form as **singlets** (13 protofilaments around a hollow lumen), **doublets**, or **triplets**.

Doublets and triplets contain **one complete 13-protofilament** microtubule (the *A tubule*) and one or two additional **incomplete** (< 13 protofilaments) tubules (called *B* and *C tubules*) usually consisting of **10-11** protofilaments.

Doublets are found in cilia & flagella; while triplets are found in basal bodies & centrioles.

أشكال الأنابيب الدقيقة

- يمكن أن تتشكل الأنابيب الدقيقة كأنابيب فردية (13 خيطاً أولياً حول تجويف مجوف)، أو أنابيب ثنائية، أو ثلاثية. الأنابيب الثنائية والثلاثية تحتوي على أنبوب دقيق كامل مكون من 13 خيطاً أولياً (الأنبوب A) وأنبوب أو أنبوبين إضافيين غير كاملين (أقل من 13 خيطاً أولياً) (تسمى الأنابيب B و C) تتكون عادة من 10-11 خيطاً أولياً. توجد الأنابيب الثنائية في الأهداب والأسواط؛ بينما توجد الثلاثية في الأجسام القاعدية والمريكزات.

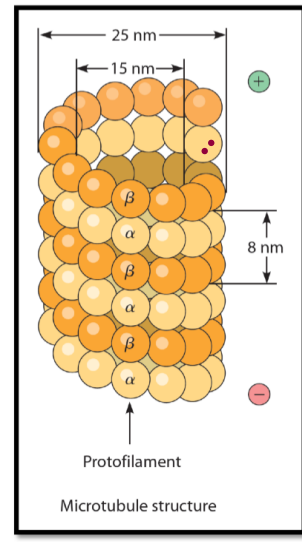


Microtubule Polarity

قطبية الأنابيب الدقيقة

الدكتور حكى ما بدو اياها المطلوب فقط
نعرف انه في نهايتيه للأنابيب الدقية

- The ends of the microtubule are designated as **plus (+)** (away from the nucleation center) or **minus (-)** (toward the nucleation center).



- يشار إلى نهايتي الأنبوب الدقيق باسم الموجب (+) (بعيداً عن مركز التنوي) أو السالب (-) (باتجاه مركز التنوي)

ما بنسمي positive , negative هذا لك نكلم عن شحنات كهربائية

الـ plus , minus بيبي اختلاف عمليات البناء و الهدم على الطرفين

ما بينفخ نكلى الموجب بحدن عليه بناء و السالب هدم كلا
الطرفيه بيتن عليه العمليتين البناء و الهدم لك معدل البناء و
الهدم على الطرف الموجب اعلى

- Microtubules **grow at each end** by the polymerization of **tubulin hetero dimers**, and shrink at each end by the release of tubulin hetero dimers (depolymerization).

- تنمو الأنابيب الدقيقة عند كل نهاية عن طريق بلمرة دايمرات التيوبولين المتباينة، وتنكمش عند كل نهاية عن طريق إطلاق دايمرات التيوبولين المتباينة (تفكك البلمرة).

- Both processes (polymerization and de polymerization) always occur more **rapidly at one end**, the **plus end**. The other, less active, end is the minus end.

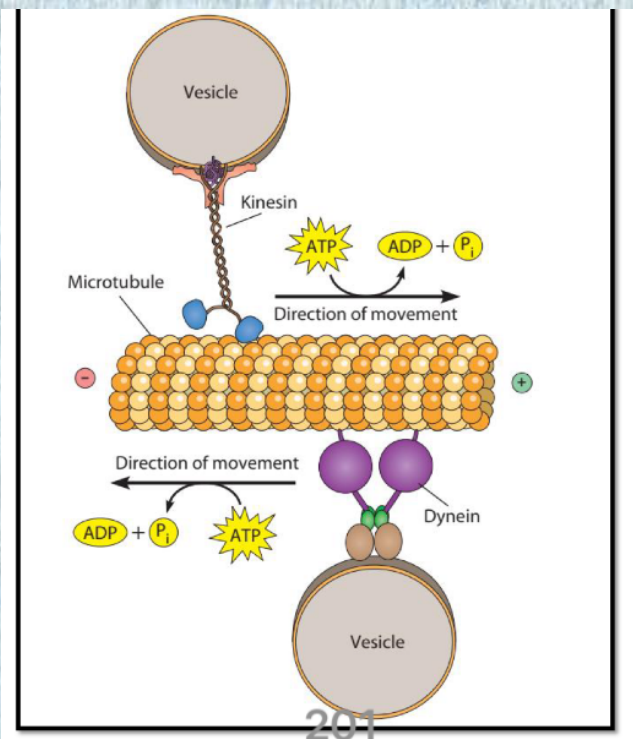
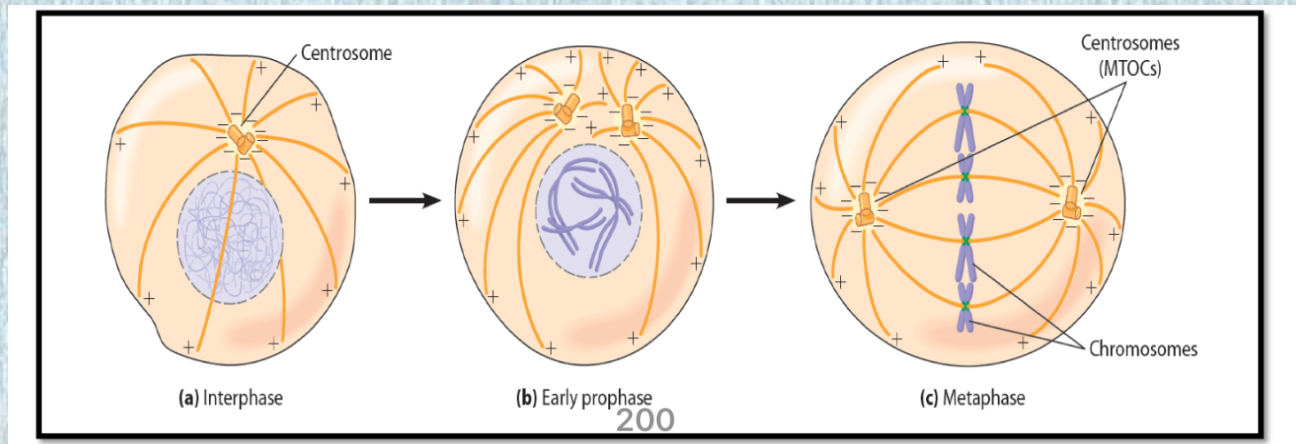
كلتا العمليتين (البلمرة وتفكك البلمرة) تحدثان دائماً بسرعة أكبر عند إحدى النهايتين، وهي النهاية الموجبة. النهاية الأخرى، الأقل نشاطاً، هي النهاية السالبة.

- Special motor proteins (**powered by ATP**), move cellular organelles around the cell on microtubular “tracks”.

- بروتينات حركية خاصة (مدعومة بالـ ATP)، تحرك العضيات الخلوية حول الخلية على "مسارات" أنبوبية دقيقة.

- Kinesin** proteins move organelles **toward the “+” end** (toward the cell periphery), and **dynein** proteins move them toward the **“-” end**.

- بروتينات الكينيسين تحرك العضيات باتجاه النهاية "+" (باتجاه محيط الخلية)، وبروتينات الداينين تحركها باتجاه النهاية "-".





Microtubules are build from Tubulin Heterodimers

الأنابيب الدقيقة تُبنى من دايمرات التيوبولين المتباينة

- The **basic building subunit** of a protofilament is a **tubulin heterodimer** (α -tubulin & β -tubulin). MTOCs organize and polarize the MT within cells.

• وحدة البناء الأساسية للخيوط الأولية هي دايمر تيوبولين متباين (α تيوبولين وبيتا تيوبولين). مراكز تنظيم الأنابيب الدقيقة (MTOCs) تنظم وتقطب الأنابيب الدقيقة داخل الخلايا.

- Individual α and β -tubulin molecules are 4–5 nm in diameter, and they have **nearly identical** 3D structures, and each has **a GTP-binding site** at the N-terminus.

• جزيئات ألفا وبيتا تيوبولين الفردية قطرها 4-5 نانومتر، ولديها تراكيب ثلاثية الأبعاد متطابقة تقريباً، ولكل منها موقع لارتباط GTP عند الطرف النيتروجيني (N-terminus).

- As soon as individual α -tubulin and β -tubulin molecules are synthesized, they **bind noncovalently** to each other to produce an **α, β tubulin heterodimer**.

• بمجرد تصنيع جزيئات ألفا تيوبولين وبيتا تيوبولين الفردية، فإنها ترتبط ببعضها البعض بغير تساهم لتنتج دايمر تيوبولين متباين من ألفا وبيتا.

- GTP is required** for MT assembly. Each tubulin heterodimer binds two GTP molecules. The α -tubulin binds one GTP; the other GTP is bound by β -tubulin

• الـ GTP مطلوب لتجمع الأنابيب الدقيقة. كل دايمر تيوبولين متباين يربط جزيئين من GTP. يربط ألفا تيوبولين جزيء GTP واحداً؛ والـ GTP الآخر يرتبط بواسطة بيتا تيوبولين.

• Kinetics of Microtubule Assembly

حركية تجمع الأنابيب الدقيقة

- Microtubules form by the **reversible** polymerization of α,β tubulin heterodimer at their ends. A critical step in the formation of MTs is the **aggregation** of α,β tubulin heterodimer into clusters **called oligomers that** serve as “nuclei” from which new microtubules can grow, and this process is referred to as **nucleation or lag phase** which proceeds at **slow rate**.

• تتكون الأنابيب الدقيقة عن طريق البلمرة العكوسة لدايمرات التيوبولين المتباينة من ألفا وبيتا عند نهاياتها. خطوة حرجية في تكوين الأنابيب الدقيقة هي تجمع دايمرات التيوبولين المتباينة في عناقيد تسمى "أوليغومرات" (Oligomers) التي تعمل كـ "نوى" يمكن للأنابيب الدقيقة الجديدة أن تنمو منها، ويشار إلى هذه العملية باسم التنوي أو مرحلة التأخر (Nucleation or lag phase) والتي تسير بمعدل بطيء.

- Once an MT has been nucleated, it **grows by addition** of an α,β tubulin heterodimer subunits **at either end**, via a process called **elongation**, which is **faster** than lag phase.

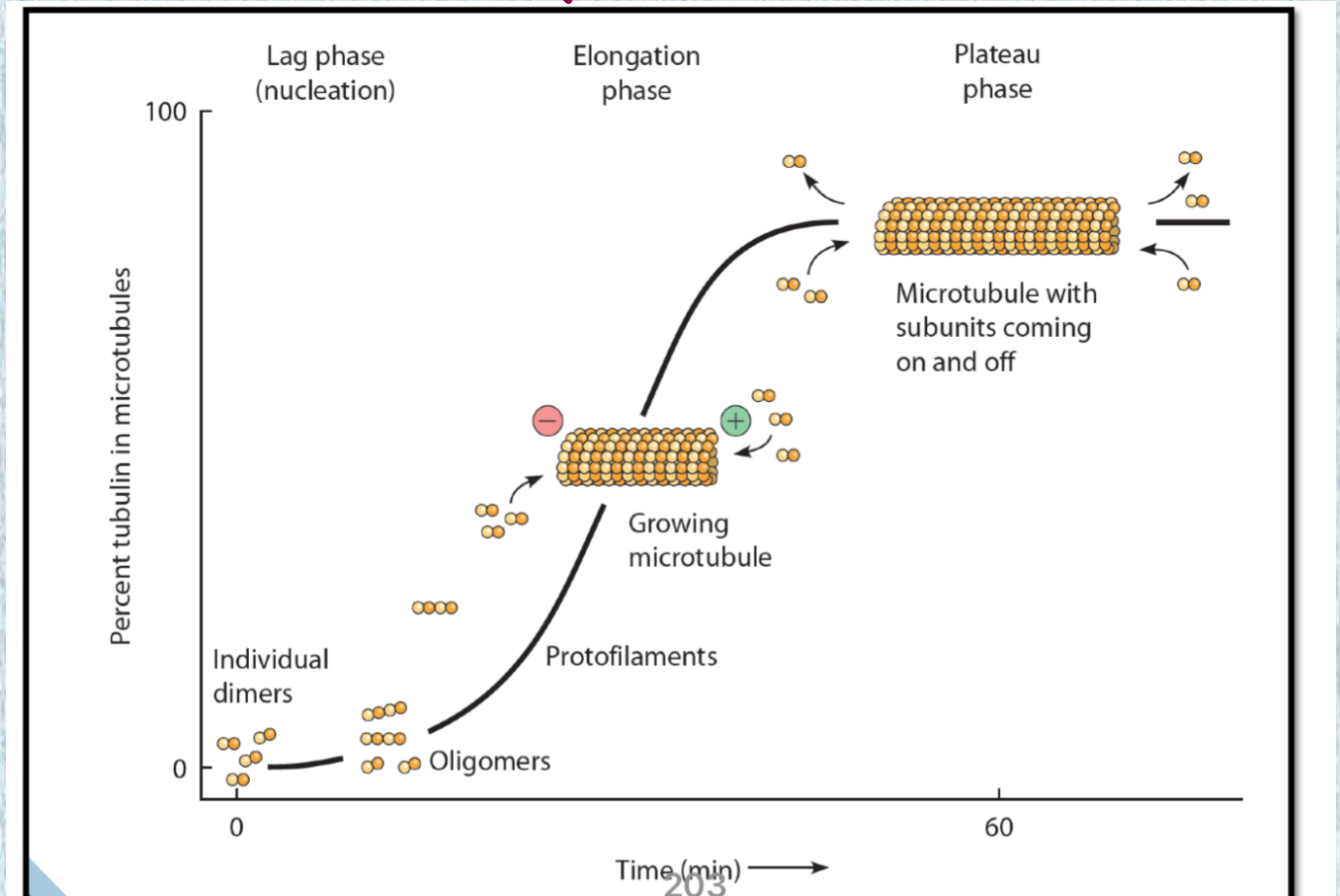
• بمجرد أن يتم تنوي الأنبوب الدقيق، فإنه ينمو عن طريق إضافة وحدات فرعية من دايمرات التيوبولين عند كلتا النهايتين، عبر عملية تسمى الاستطالة (Elongation)، وهي أسرع من مرحلة التأخر.

- Finally, MTs increase to a point where the **concentration of free tubulin** (individual or dimers) becomes **limiting (critical concentration)**. This leads to the **plateau phase**, where MT assembly is balanced by disassembly.

• أخيراً، تزداد الأنابيب الدقيقة إلى نقطة يصبح فيها تركيز التيوبولين الحر (أفراد أو دايمرات) محدوداً (التركيز الحرج). وهذا يؤدي إلى مرحلة الثبات (Plateau phase)، حيث يتوازن تجمع الأنابيب الدقيقة مع تفككها.

Kinetics of Microtubule Assembly

حیاتی عملوں



Centrioles and basal bodies are complex MT structures

المريكزات والأجسام القاعدية هي تراكيب معقدة من الأنابيب الدقيقة

هي الأجسام المغزلية توجد حول النواة و تكون جزء من عملية الانقسام الخلوي لانها الماكاه الذي يبدأ فيه تصنيع الخيوط المغزلية التي ستقوم بالانقسام الخلوي

- **Centrioles** are barrel-shaped structures found in the cells of animals and most protists. **Centrioles** occur in **pairs**, usually located at right angles (**perpendicular**) to each other near the nuclear membranes in a region referred as a **centrosome**.

- المريكزات هي تراكيب برميلية الشكل توجد في خلايا الحيوانات ومعظم الطلائعيات.
- توجد المريكزات في أزواج، تقع عادة في زوايا قائمة (متعامدة) على بعضها البعض بالقرب من الأغشية النووية في منطقة يشار إليها باسم الجسيم المركزي.

- **Centrioles** (each about 250 nm (0.25 μ m) in diameter are composed of **nine sets of triplet MTs** arranged in a ring in "**9+0**" pattern.

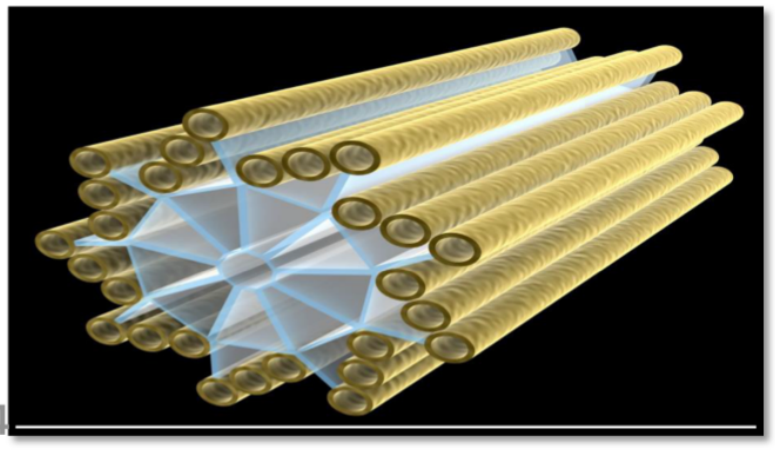
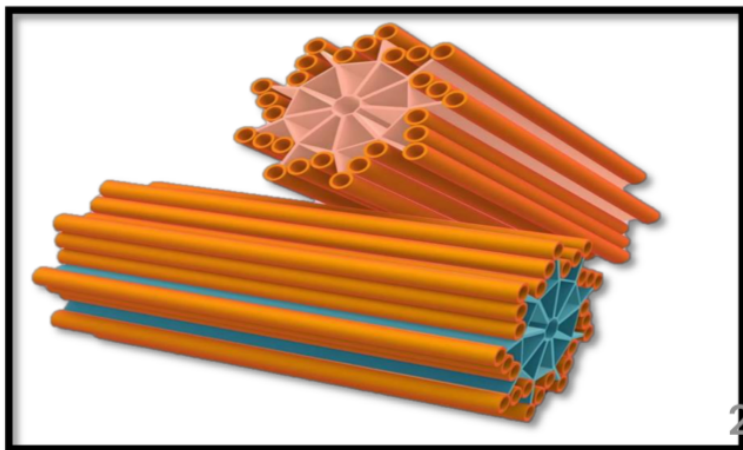
- المريكزات (قطر كل منها حوالي 250 نانومتر (0.25 ميكرومتر)) تتكون من تسع مجموعات من الأنابيب الدقيقة الثلاثية مرتبة في حلقة بنمط "0+9".

- **Nontubulin** proteins are present to connect the microtubule triplets to each others.
- The **basal body** is structurally very similar to a centriole, with **nine sets of triplets MT** in a "**9+0**" pattern. **Basal bodies** are the cellular structure responsible for **anchoring** cilium or flagellum. **both**

- توجد بروتينات غير تيوبولينية لربط ثلاثيات الأنابيب الدقيقة ببعضها البعض.
- الجسم القاعدي مشابه هيكلياً للمركز، مع تسع مجموعات من الأنابيب الدقيقة الثلاثية بنمط "0+9". الأجسام القاعدية هي التركيب الخلوي المسؤول عن تثبيت الهدب أو السوط.

- In humans and in many animal species the **basal body** of the fertilizing sperm's flagellum enters the egg and becomes a **centriole**.

- في البشر وفي العديد من الأنواع الحيوانية، يدخل الجسم القاعدي لسوط الحيوان المنوي المخصب إلى البويضة ويصبح مريكزاً.



الاختلاف بينهم في
عددهم وطولهم

Cilia and Flagella

الأهداب والأسواط

توجد بأعداد كبيرة
حول الخلية

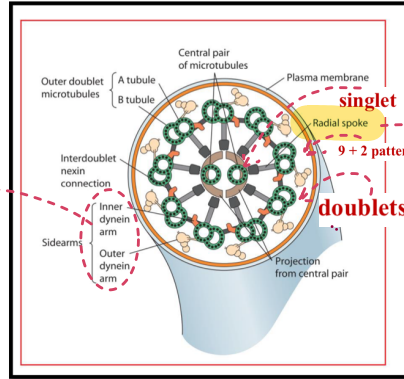
الطول
تتمتع بأصيرة أو
أكثر

- Some eukaryotic cells have **flagella** (singular, *flagellum*) and **cilia** (singular, *cilium*), both are cell extensions that contain microtubules.

• بعض الخلايا حقيقية النواة تمتلك أسواطاً وأهداباً، وكلاهما امتدادات خلوية تحتوي على أنابيب دقيقة.

- Eukaryotic** cells have a completely **different kind of flagellum** than prokaryotes, consisting of a circle of nine microtubule pairs (**doublers**) surrounding two central **singlet** microtubules (**9 + 2 pattern or structure**). Also eukaryotic flagella **undulates**, or waves up and down, rather than rotates.

- تمتلك الخلايا حقيقية النواة نوعاً مختلفاً تماماً من الأسواط عن بدائيات النوى، يتكون من دائرة من تسعة أزواج من الأنابيب الدقيقة (ثنائيات) تحيط بأنبوبين دقيقين فرديين مركزيين (نمط أو تركيب 9+2). أيضاً سوط حقيقيات النوى يتموج، أو يلوح صعوداً وهبوطاً، بدلاً من أن يدور.



مسؤولية عنه! اسطوانة ليشكل
للأسواط

جانب حب
الغشاء
البلازمي
للأسواط

هذه الأسواط أو الأهداب بنية متكاملة مع بعضها البعض ومرتبطه مع خلال Radial spoke يجمعو كل مكونات الأهداب والأسواط كقطعه واحدة ثم تبدأ حركتها كقطعه واحدة

Motor proteins هما
المسؤولية عنه الحركة للأسواط

- The MTs of cilia and flagellum are **derived from a basal body (nine MT triplets)**, situated just below the point where the cilia or flagellum protrudes from the surface of the cell.

- الأنابيب الدقيقة للأهداب والأسواط مشتقة من جسم قاعدي (تسع ثلاثيات أنابيب دقيقة)، يقع مباشرة تحت النقطة التي يبرز منها الهدب أو السوط من سطح الخلية.

- Many unicellular protists are propelled through water by cilia or flagella that act as locomotor appendages.

- العديد من الطلائعيات أحادية الخلية تندفع عبر الماء بواسطة الأهداب أو الأسواط التي تعمل كأطراف حركية.

- The sperm of animals, algae, and some plants have flagella.
- When cilia or flagella extend from cells that are **attached** tightly together in a sheet that is part of a tissue layer, **they can move fluid over the surface of the tissue**, e.g. the ciliated lining of the trachea sweeps mucus containing trapped debris out of the lungs, and in a woman's reproductive tract, the cilia lining the oviducts help move an egg toward the uterus.

• الحيوانات المنوية للحيوانات، والطحالب، وبعض النباتات تمتلك أسواطاً.
 • عندما تمتد الأهداب أو الأسواط من خلايا مرتبطة ببعضها بإحكام في طبقة هي جزء من طبقة نسيجية، فإنها يمكنها تحريك السائل فوق سطح النسيج، على سبيل المثال: البطانة المهدبة للقصبة الهوائية تكتس المخاط المحتوي على الحطام العالق خارج الرئتين، وفي الجهاز التناسلي للمرأة، تساعد الأهداب التي تبطن قنوات البيض في تحريك البويضة نحو الرحم.

- The **sensory cells of the vertebrate ear** also contain **conventional cilia** surrounded by **complex cilia** (actin-based stereocilia); so sound waves bend these structures and provide the initial sensory input for hearing

• الخلايا الحسية في أذن الفقاريات تحتوي أيضاً على أهداب تقليدية محاطة بأهداب معقدة (أهداب ساكنة تعتمد على الأكتين)؛ لذا تقوم الموجات الصوتية بثني هذه التراكيب وتوفير المدخلات الحسية الأولية للسمع.

- **Cilia** usually occur in **large numbers** on the cell surface. **Flagella** are usually **limited** to just one or a few per cell, but longer than cilia.

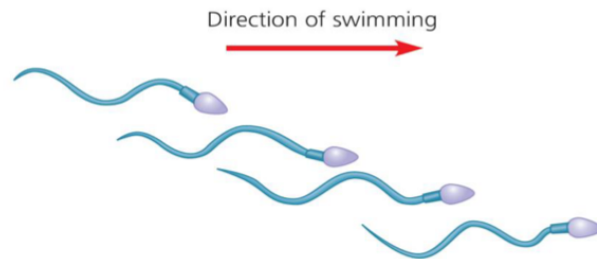
• تحدث الأهداب عادة بأعداد كبيرة على سطح الخلية. الأسواط عادة ما تكون محدودة بواحد فقط أو قليل لكل خلية، ولكنها أطول من الأهداب.

- Flagella and cilia differ in their beating patterns.
- A **flagellum** has an **undulating motion** like the tail of a fish.
- In contrast, **cilia** have **alternating power** and recovery strokes, much like the oars of a racing crew boat

• تختلف الأسواط والأهداب في أنماط ضرباتها.
 • السوط له حركة تموجية مثل ذيل السمكة.
 • على النقيض من ذلك، الأهداب لها ضربات قوة واستعادة متبادلة، تشبه إلى حد كبير مجاديف قارب طاقم سباق.

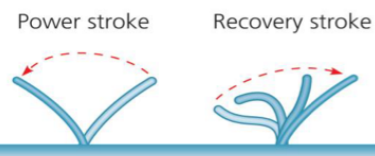
A comparison of the beating of flagella and motile cilia.

(a) Motion of flagella. A flagellum usually undulates, its snakelike motion driving a cell in the same direction as the axis of the flagellum. Propulsion of a human sperm cell is an example of flagellate locomotion (LM).



(b) Motion of cilia. Cilia have a back-and-forth motion. The rapid power stroke moves the cell in a direction perpendicular to the axis of the cilium. Then, during the slower recovery stroke, the cilium bends and sweeps sideways, closer to the cell surface. A dense nap of cilia, beating at a rate of about 40 to 60 strokes a second, covers this *Colpidium*, a freshwater protist (colorized SEM).

Direction of organism's movement



9+2 structure pattern bending movements of cilia & flagella

نمط تركيب 2+9 حركات انحناء الأهداب والأسواط

- Bending involves large motor proteins called **dyneins (axonemal dynein)** that are attached along each outer MT doublet.

• يشمل الانحناء بروتينات حركية كبيرة تسمى الداينينات (الداينين المحوري) المرتبطة على طول كل ثنائية أنابيب دقيقة خارجية.

- A typical dynein protein has **two “feet”** that “walk” along the microtubule of the adjacent doublet, **using ATP for energy**.

• بروتين الداينين النموذجي له "قدمان" "تمشيان" على طول الأنبوب الدقيق للثنائية المجاورة، باستخدام ATP للطاقة.

- One foot maintains contact, while the other releases and reattaches one step farther along the MT.

• إحدى القدمين تحافظ على الاتصال، بينما تتحرر الأخرى وتعيد الارتباط خطوة واحدة أبعد على طول الأنبوب الدقيق.

- The **outer doublets and two central singlet** MT are held together by flexible cross-linking proteins (**radial spokes**).

• الثنائيات الخارجية وأنبوبان فرديان مركزيان يتم الإمساك بهم معاً بواسطة بروتينات ربط عابرة مرنة (أشعة شعاعية).

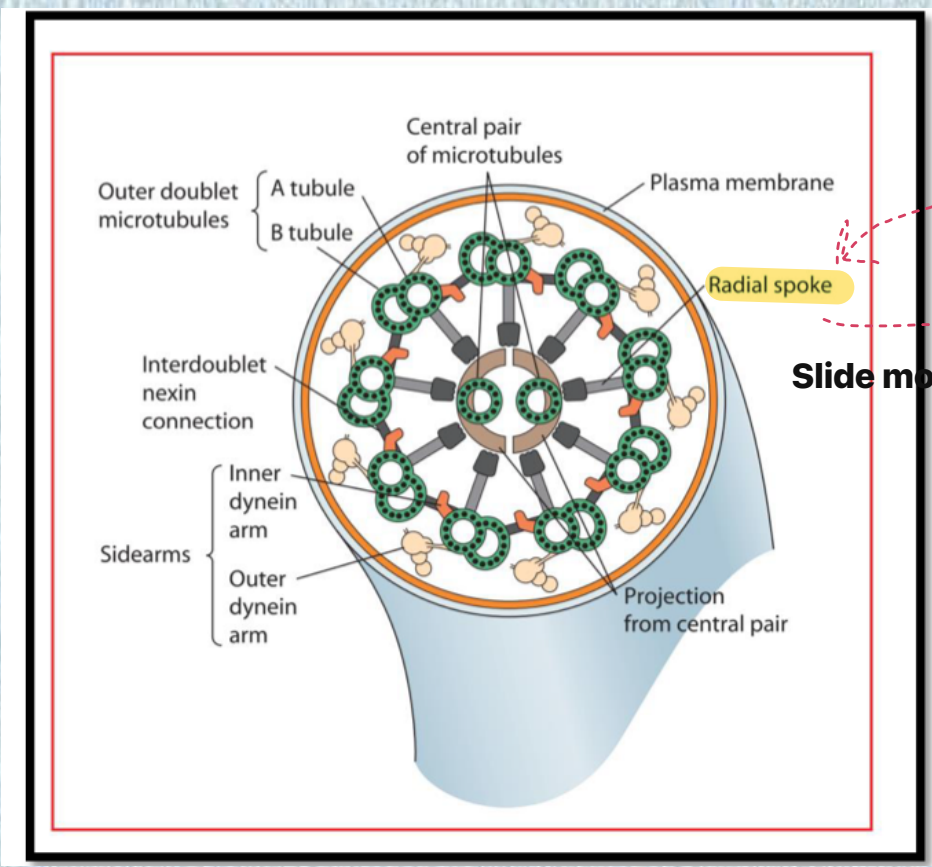
- If the **MT doublets were not held** in place by the radial spokes, the walking action would make them **slide past each other**.

• إذا لم تكن ثنائيات الأنابيب الدقيقة ممسكة في مكانها بواسطة الأشعة الشعاعية، فإن فعل المشي سيجعلها تنزلق فوق بعضها البعض.

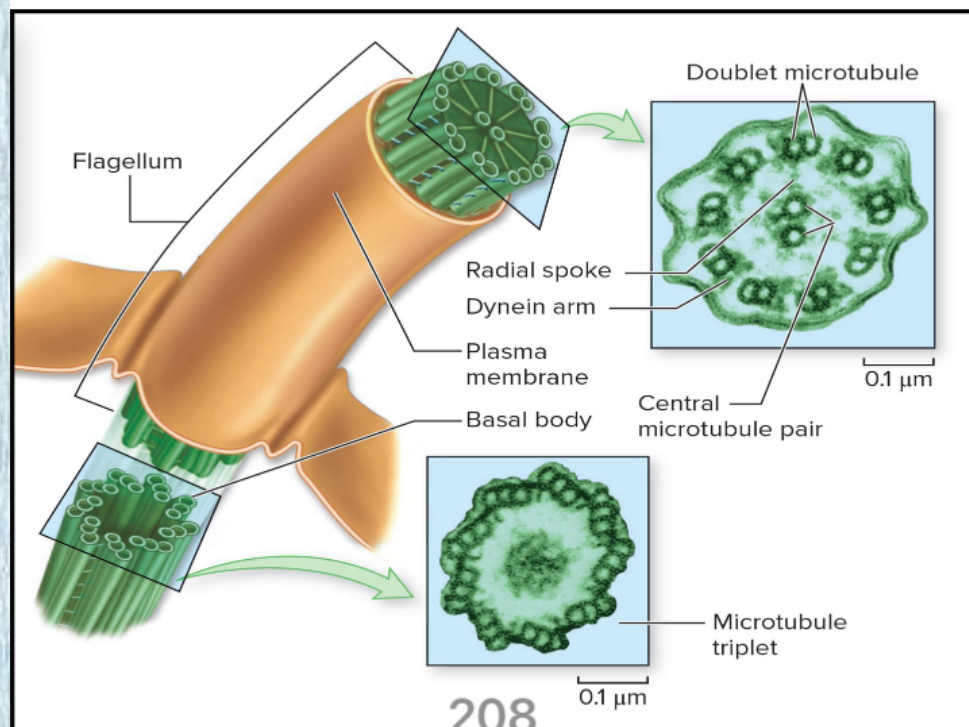
- Instead, with the holding function of radial spokes, the movements of the dynein feet cause the flagellum to **bend**.

• بدلاً من ذلك، ومع وظيفة الإمساك للأشعة الشعاعية، فإن حركات أقدام الداينين تسبب انحناء السوط.

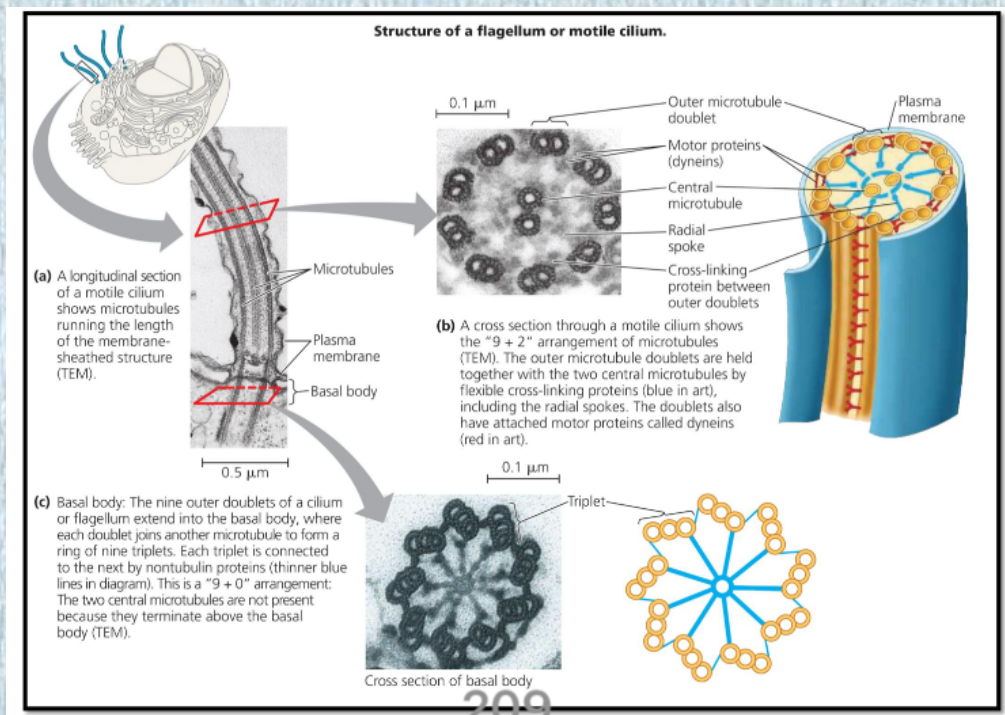
تتحرك الأهداب و الأسواط حركة موجية و ليس حركة استطاله و تقصير للأنابيب الدقيقة و حركتهم بناء على وجود الداينين هذه الحركة تتحول الى حركة موجية بسبب وجود



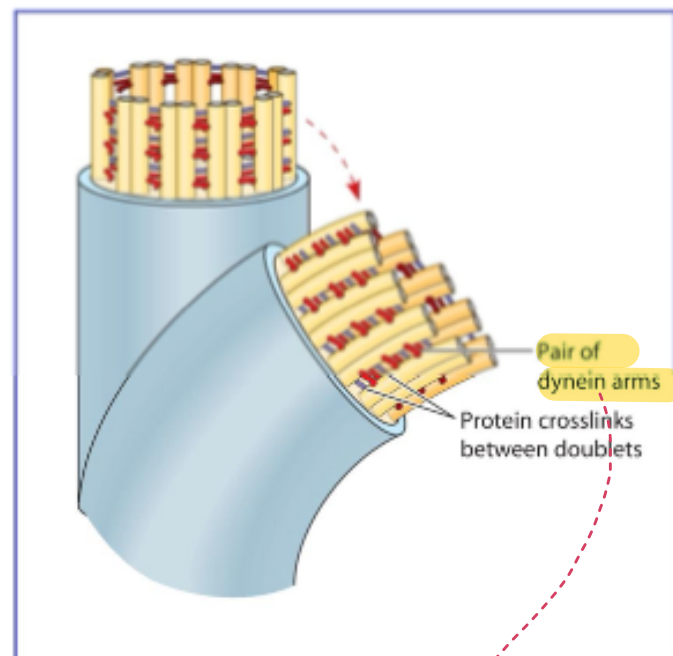
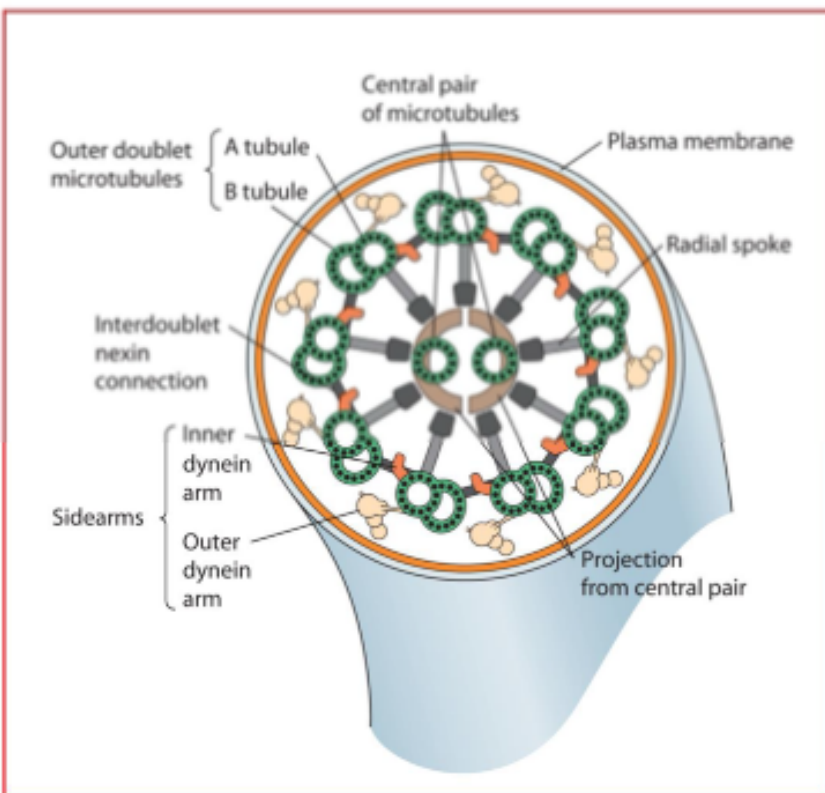
Slide movement بيحولها من wave movement الى



208



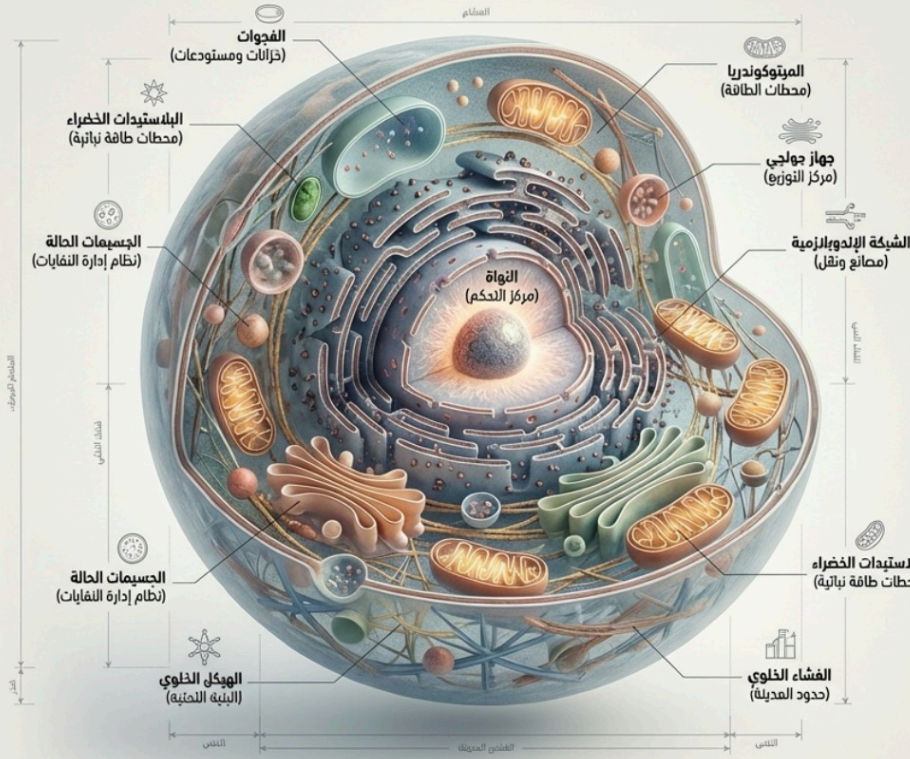
209



يبتدركو بيك ثنائيات الانابيب الدقيقة في حاله عدم وجود Radial
 spokes سنكون حركتهم ازاحية اي لاعلى و اسفل و لكه و جود
 ال Radial spokes يجعل الحركة wave اي لوليه

هندسة الخلية: نظرة على الأنظمة الأنظمة الوظيفية

من إدارة النفايات إلى
الطرق السريعة للجزيئات



نستكشف الخلية باعتبارها مدينة مجهرية متكاملة تعتمد على ثلاث بني تحتية تشغيلية:

- إعادة التدوير والدفاع (الجسيمات الحالة والفجوات)
- توليد الطاقة (الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء)
- البنية التحتية واللوجستيات (الهيكل الخلوي)

الجسيمات الحالة: معدة الخلية

التعريف:

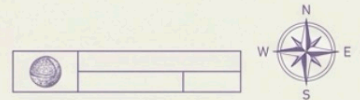
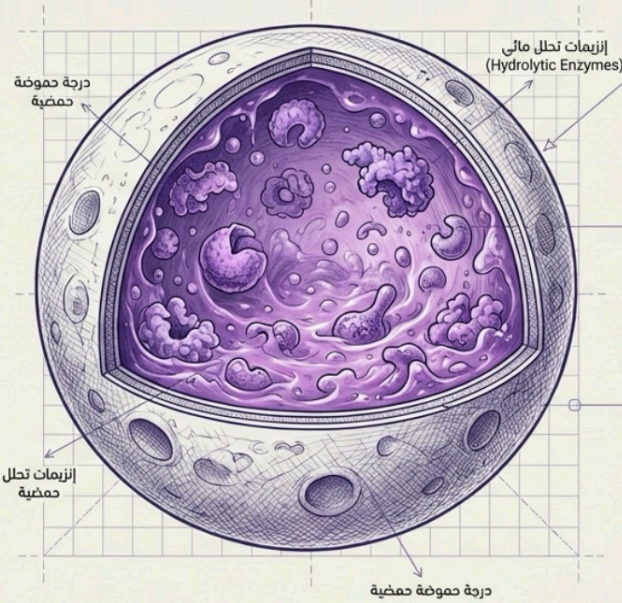
حوصلات هضمية تنشأ من جهاز جولجي وتعمل كمركز لإعادة التدوير داخل الخلية.

آلية العمل:

تحتوي على إنزيمات تحلل مائي (Hydrolytic Enzymes) قادرة على تفكيك البروتينات، والأحماض النووية، والدهون، والدهون، والكربوهيدرات.

صمام الأمان:

تعمل هذه الإنزيمات بكفاءة فقط في البيئة الحمضية داخل الجسيم الحال. إذا تسربت الإنزيمات إلى السيتوسول (الذي يتمتع بدرجة حموضة محايدة)، فإنها تتوقف عن العمل، مما يحمي الخلية من الهضم الذاتي.

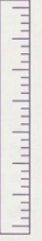
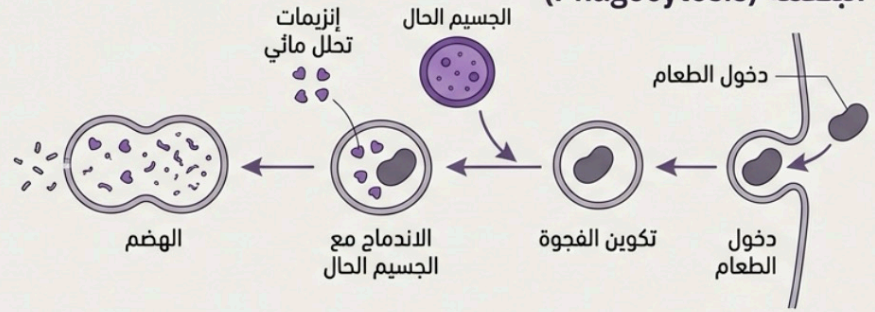


عمليات الهضم وإعادة التدوير

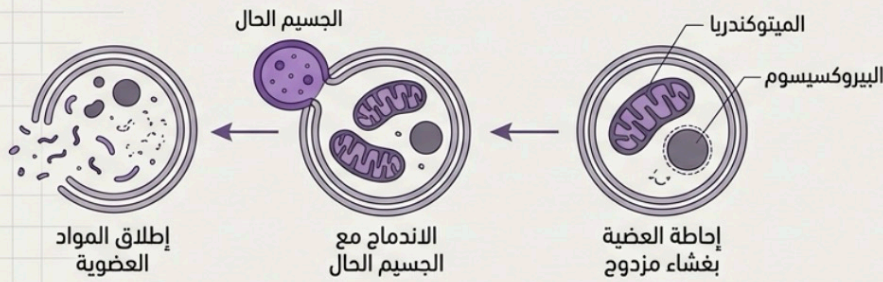
(Dubai)



البلعمة (Phagocytosis)



الالتهم الذاتي (Autophagy)



تستخدم خلايا الدم البيضاء (Macrophages) هذه الآلية لتدمير البكتيريا.

حقيقة رقمية: تقوم خلايا الكبد بإعادة تدوير نصف مكوناتها الجزيئية كل أسبوع.

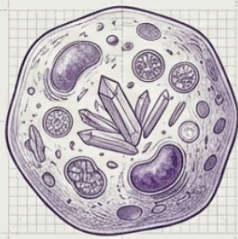
عندما يفشل النظام: أمراض التخزين الليسوسومية

(Dubai)

أمراض وراثية استقلابية ناتجة عن نقص الإنزيمات، مما يؤدي إلى تراكم غير طبيعي للمواد.

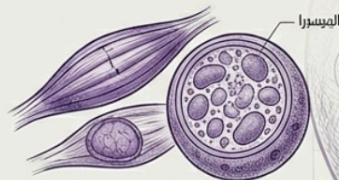
داء السيستين (Cystinosis)

- السبب: تراكم الحمض الأميني السيستين.
- التأثير: ضعف وظائف الكلى وتأخر النمو.



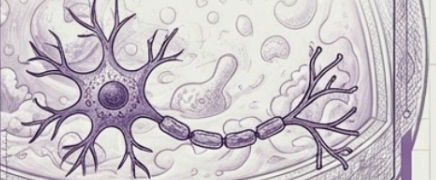
مرض بومبي (Pompe)

- السبب: نقص إنزيم ألفا-جلوكوسيداز.
- النتيجة: تراكم الجليكوجين وتضخم وتضخم الجسيمات الحالة.
- التأثير: ضعف شديد في عضلات القلب والهيكل العظمي.



مرض تاي-ساكس (Tay-Sachs)

- السبب: نقص إنزيم هضم الدهون (hexosaminidase).
- النتيجة: تراكم الدهون في الخلايا العصبية.
- الأعراض: تدهور القدرات العقلية والجسدية.



الفجوات: التخزين والصيانة

(Dubai)

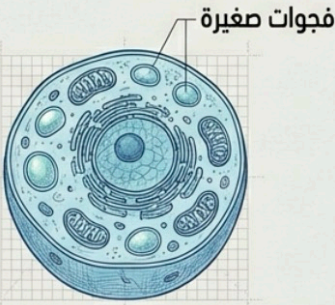
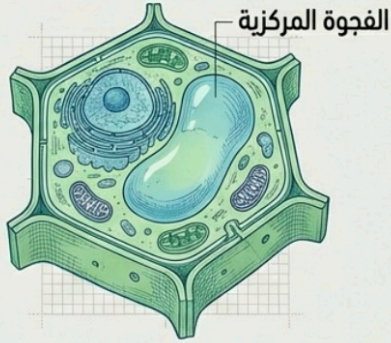


الأصل والتركيب:

تنشأ من الشبكة الإندوبلازمية وجهاز جولجي. غشاؤها ذو نفاذية اختيارية، مما يجعل تركيبها الداخلي مختلفاً عن السيتوسول.

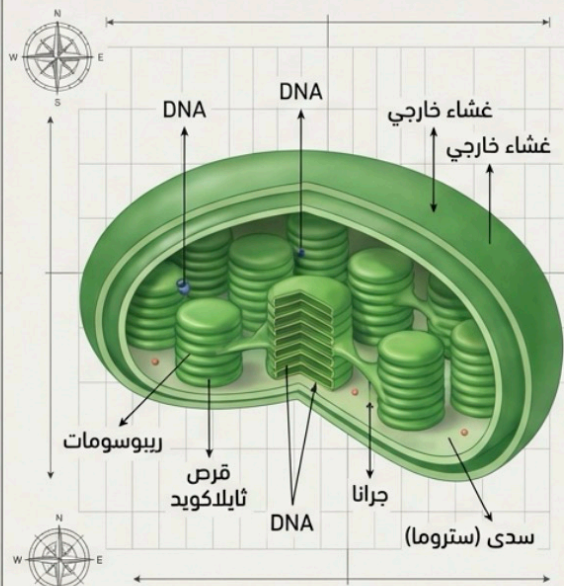
الوظائف المتعددة:

- الفجوات الغذائية: تتكون عبر عملية البلعمة.
- الفجوات المنقبضة: تعمل كمضخات لطرد الماء الزائد في الطلائعيات (للحفاظ على توازن الأيونات).
- الفجوة المركزية (في النبات): مخزن رئيسي لـ "عصارة الخلية" التي تحتوي على الأيونات غير العضوية والماء، وتساهم في نمو الخلية.
- الدفاع والجذب: تخزين السموم لردع آكلات الأعشاب، أو الأصباغ لجذب الملقحات.



مولدات الطاقة الخلوية

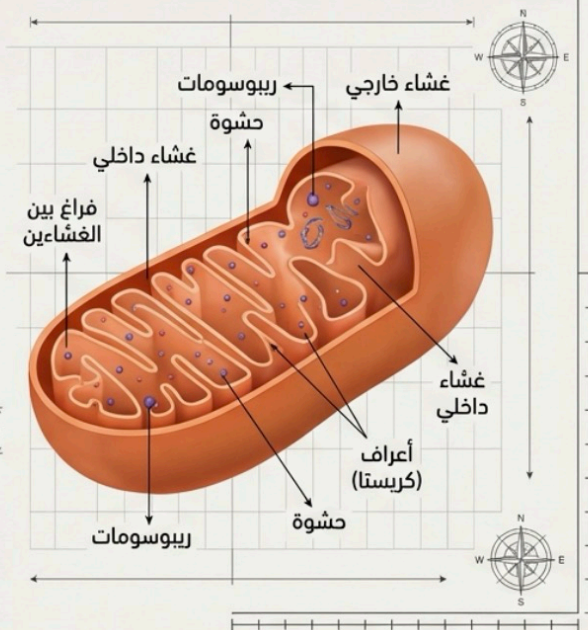
البلاستيدات الخضراء (البناء الضوئي)



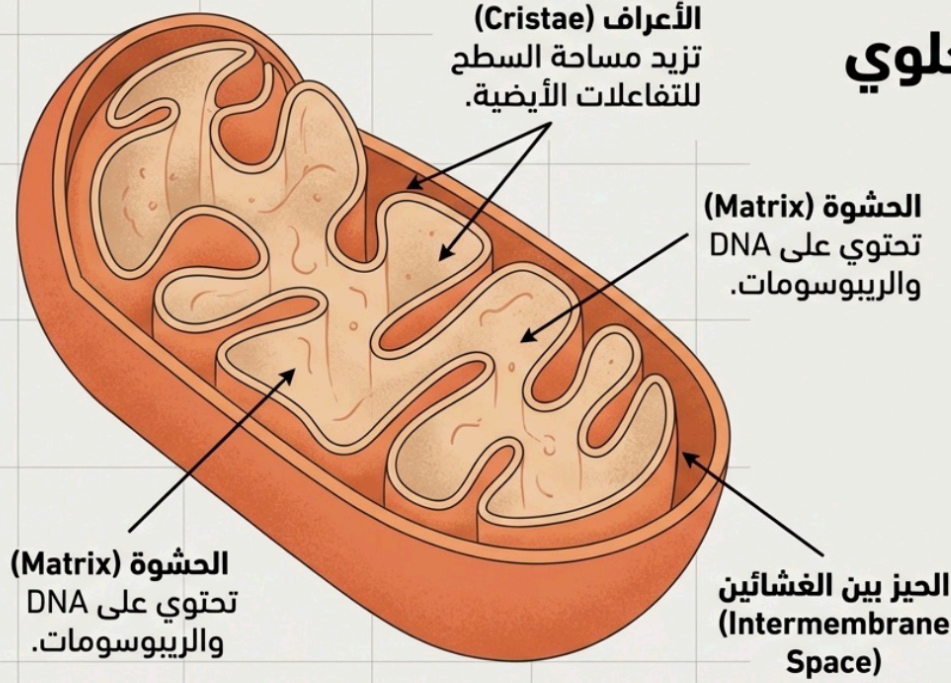
أوجه التشابه

١. غشاء مزدوج يحيط بالعضية.
٢. استقلالية جزئية: تحتوي على DNA خاص بها وآليات صنع البروتين.
٣. التكاثر: تنقسم ذاتياً (الانشطار الثنائي) ولكن تعتمد على اللواة في تشفير معظم الإنزيمات.

الميتوكوندريا (التنفس الخلوي)



الميتوكوندريا: موقع التنفس الخلوي

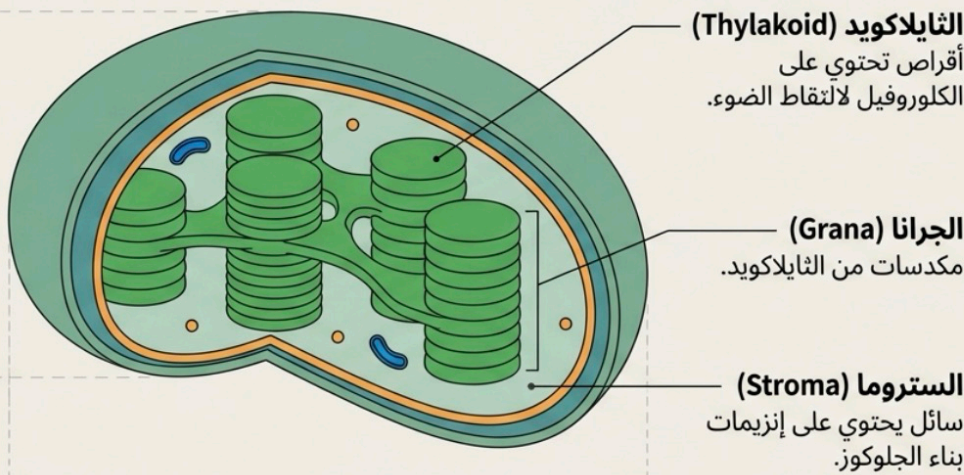


الوظيفة: تحويل الطاقة
الكيميائية من الغذاء
من الغذاء إلى عملة طاقة
قابلة للاستخدام (ATP).

العدد: يتناسب عدد
الميتوكوندريا مع نشاط
الخلية (مثال: خلايا العضلات
تحتوي على الآلاف).

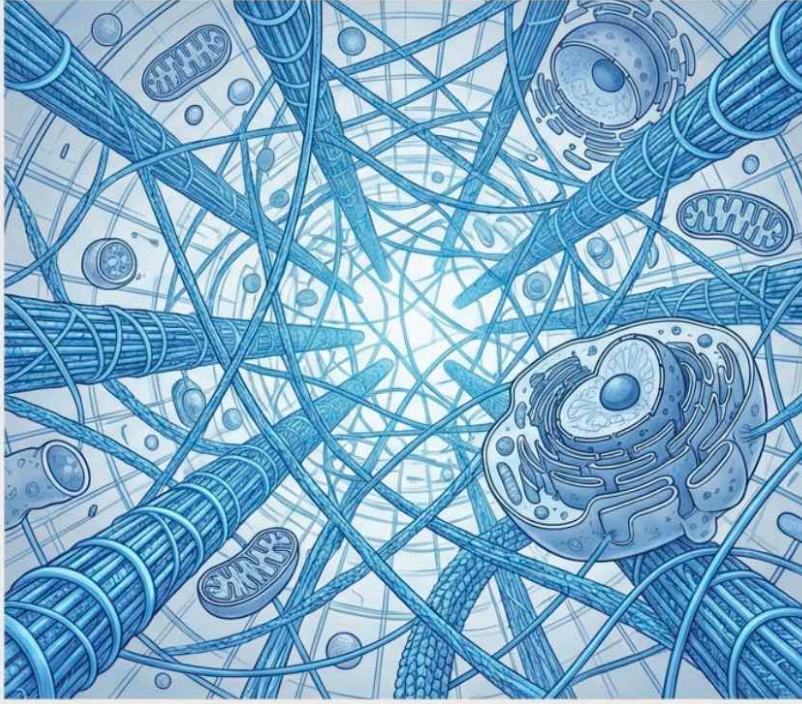
البلاستيدات الخضراء: تحويل الضوء إلى كيمياء

'Dubai



الوظيفة: البناء الضوئي
(تحويل الطاقة الشمسية إلى
سكريات).

التواجد: في النباتات
والطحالب (كائنات حقيقية
النواة ذاتية التغذية).



مفهوم الهيكل الخلوي:
شبكة ديناميكية من الألياف البروتينية تمتد عبر السيتوبلازم.

الوظائف:

- الحفاظ على شكل الخلية ودعمه ميكانيكياً.
- تثبيت العضيات في مواقعها.
- تمكين الحركة الداخلية والخارجية.

الميزة الأساسية: التجميع والتفكك المستمر (نظام حيوي غير ثابت).

أنواع الألياف الهيكلية

الخيوط الدقيقة (Microfilaments)	الخيوط المتوسطة (Intermediate Filaments)	الأنابيب الدقيقة (Microtubules)
- السمك: 7 نانومتر (الأرق) - التركيب: خيوط الأكتين - الوظيفة: انقباض العضلات والحركة السيتوبلازمية	- السمك: 8-12 نانومتر - التركيب: بروتينات ليفية (مثل الكيراتين) - الوظيفة: تثبيت النواة وتكوين الصفيحة النووية	- السمك: 25 نانومتر (الأكثر سمكاً) - التركيب: أنابيب مجوفة من بروتين التوبولين - الوظيفة: شكل الخلية، مسارات الحركة، وحركة الكروموسومات

بنية الأنابيب الدقيقة

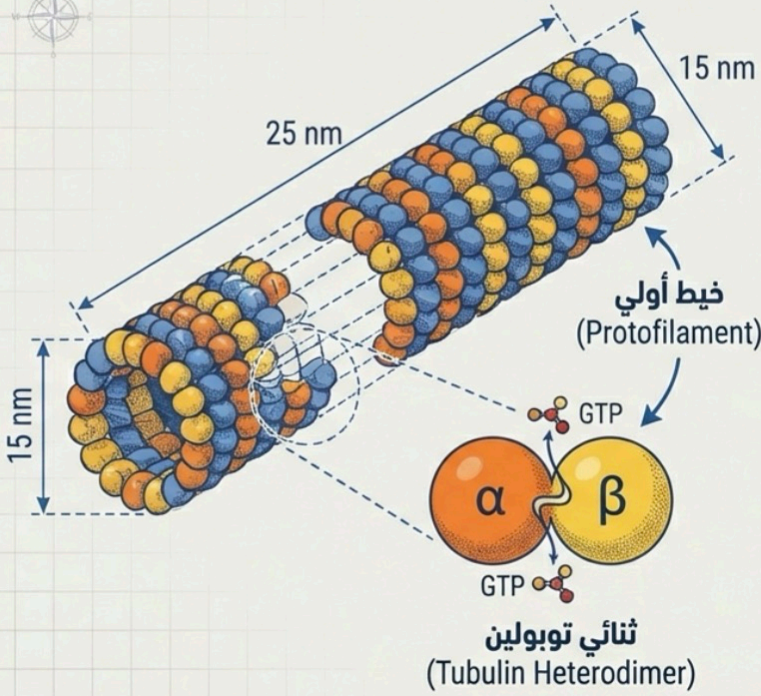
المواصفات الفنية:

- أنبوب مجوف بقطر 25 نانومتر وتجويف 15 نانومتر.

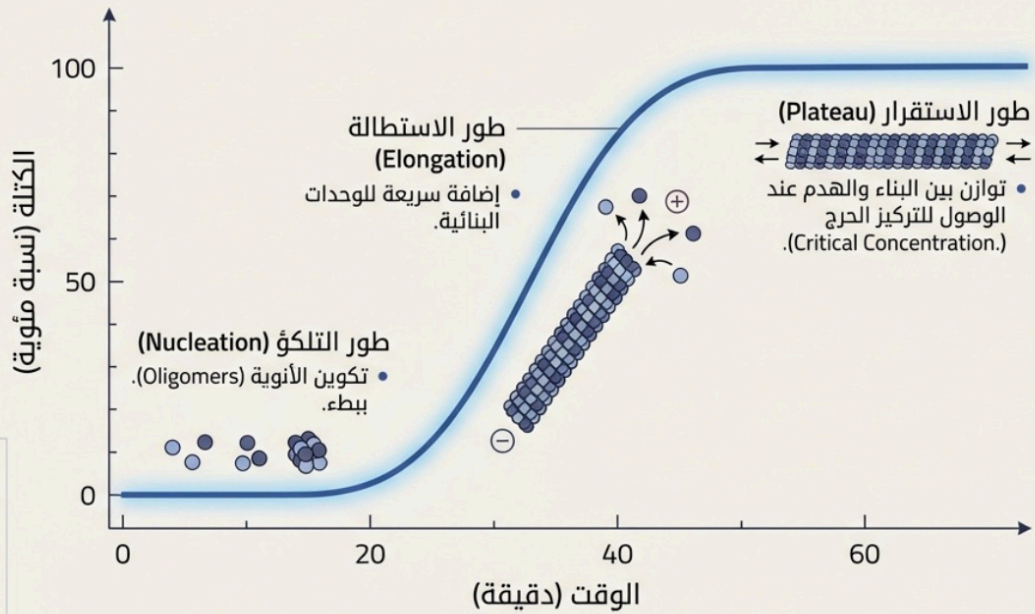
- يتكون الجدار من 13 خيطاً أولياً (Protofilaments) مرتبة في حلقة.

- **الوحدة البنائية:** ثنائي توبولين (Tubulin Heterodimer) يتكون من وحدتي ألفا (α) وبيتا (β) مرتبطتين غير تساهمي.

- **متطلب الطاقة:** ترتبط كلتا الوحدتين بجزيء GTP الضروري لعملية التجميع.

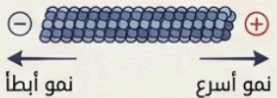


حركية التجميع: كيف تنمو الأنابيب الدقيقة؟



القطبية

يحدث النمو بشكل أسرع في الطرف الموجب (+) وأبطأ في الطرف السالب (-)



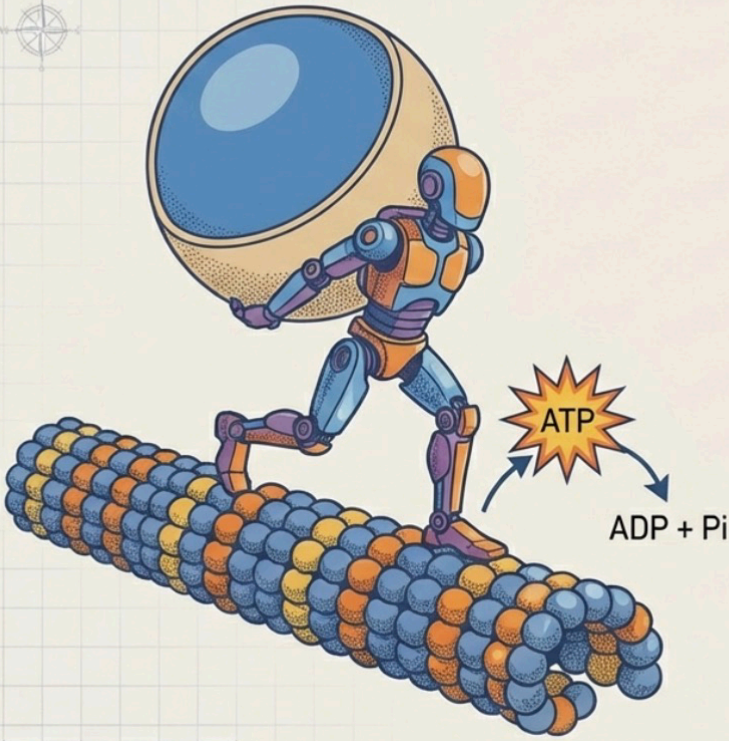
اللوجستيات: بروتينات المحرك

آلية النقل:

تستخدم بروتينات المحرك 'أقداماً' كيميائية للمشي على مسارات الأنابيبات، مستهلكة طاقة ATP.

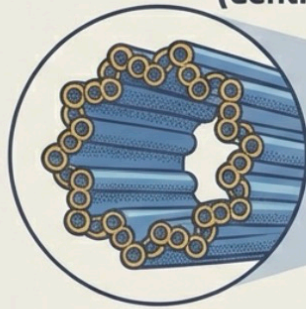
الاتجاهية (قواعد الطريق):

- بروتين كينيسين (Kinesin):
يمشي باتجاه الطرف الموجب (+) (نحو محيط الخلية).
- بروتين داينين (Dynein):
يمشي باتجاه الطرف السالب (-) (نحو مركز الخلية).

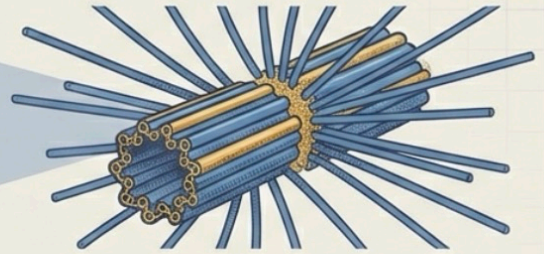


مراكز تنظيم الأنابيبات (MTOCs)

الجسيم المركزي (Centrosome) والمريكزات (Centrioles)



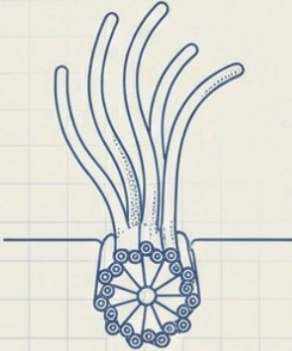
نمط 0+9



يقع قرب النواة وينظم انقسام الخلية.

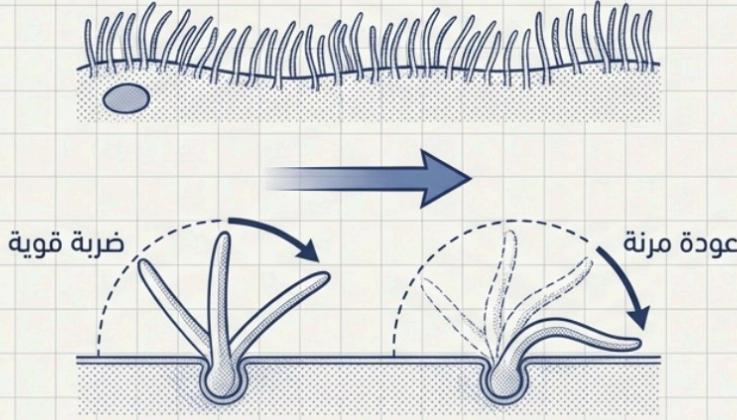
الأجسام القاعدية (Basal Bodies)

نقاط ارتكاز للأهداب والأسواط.
تمتلك نفس تركيب المريكزات (0+9).



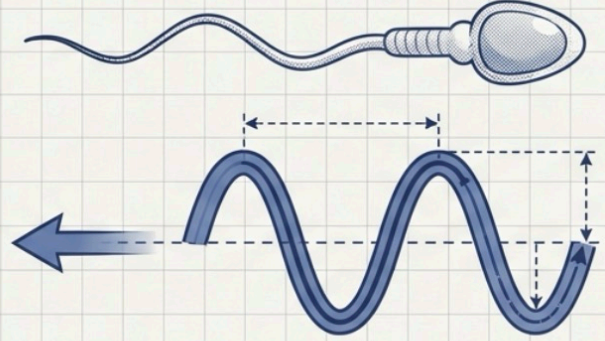
سوط الخلية والأهداب

الأهداب (Cilia)



قصيرة، كثيرة العدد.
حركة تشبه المجاديف (ضربة قوية ثم عودة مرنة).

الأسواط (Flagella)

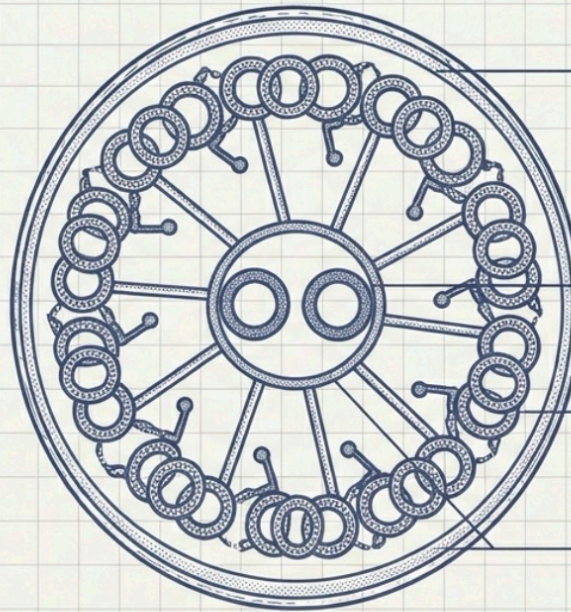


طويلة، قليلة العدد (1-2).
حركة تموجية تشبه حركة الثعبان.

ميكانيكا الانحناء: بنية 2+9

كيف يحدث الانحناء؟

1. تحاول أذرع الداينين "المشي" على الأنابيب المجاورة.
2. لأن الشناتيات مثبتة ببعضها بواسطة الروابط الشعاعية، لا يمكنها الانزلاق.
3. يتم تحويل قوة الانزلاق قسراً إلى قوة انحناء.



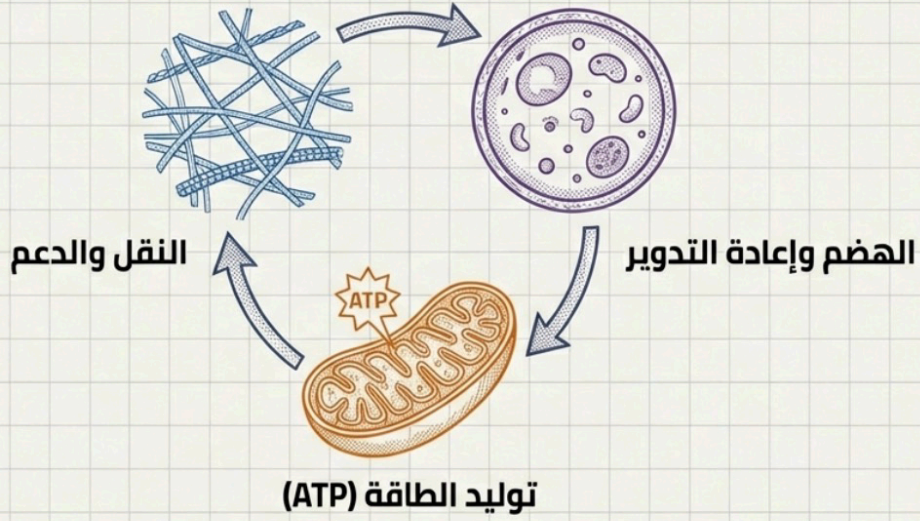
9 شناتيات خارجية
(Outer Doublets)

2 أنيبات مركزية
(Central Singlets)

أذرع الداينين
(Dynein Arms)

البروتينات الرابطة
(Radial Spokes)

الخلاصة: المدينة المجهرية المتكاملة



الحياة على المستوى الخلوي هي تحفة من الهندسة الدقيقة واللوجستيات، حيث تتكامل أنظمة الهضم، والطاقة، والبنية لضمان استمرار العمليات الحيوية.