محاضرة 02:

فيزيولوجيا الخلية

يتكون جسم الانسان من حوالي 200 نوع من الخلايا تشكل فيما بينها عشرات المليارات من الخلايا التي تعتبر الوحدة الأساسية لبناء الكائن الحيمن حيث هي وحدة البناء والوظيفة والانقسام والوراثة، تحوي داخلها عدد من العضيات الصغيرة، يصنع كل عضي مركبات كيميائية محددة من الخامات التي تدخلها الخلية من الخارج؛ و تختلف الخلايا عن بعضها في الحجم و الشكل و الوظيفة .

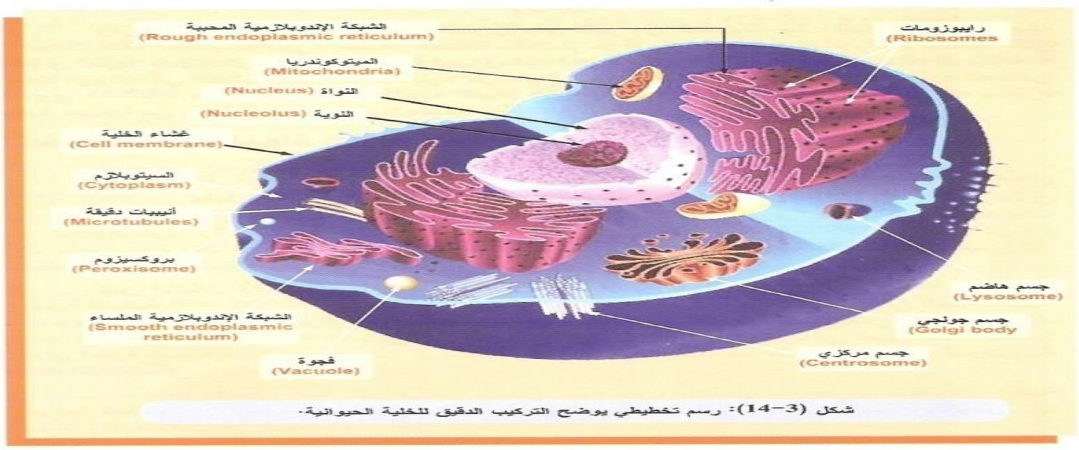
تقسم الكائنات الحية إلى نوعين :

*- بسيطة التركيب : خلايا بدائية الأنوية (Prokaryotes) : عبارة عن خلية واحدة تقوم بجميع الوظائف الحيوية مثل (البكتيريا – الفطريات – الفيروسات).

*- معقدة التركيب : خلايا حقيقية النواة (Eukaryotes) : عبارة عن مئات من الخلايا تجتمع لتكون نسيج ثم عضو (أعضاء) ثم جهاز (أجهزة) ثم الكائن الحي.

1.تركيب الخلية:

كتلة من مادة حية تسمى البروتوبلاست أو البروتوبلازم "Protoplasme"، الذي يتكون من السيتوبلازم (Cytoplasme) و النواة (noyau)، تكون هذه الكتلة محاطةً بغشاء .

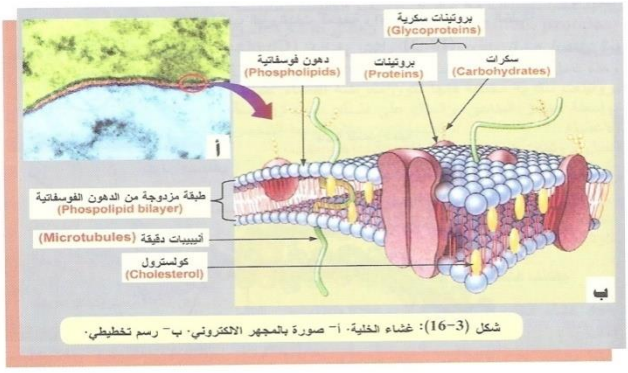


شكل (3–14): رسم تخطيطي يوضح التركيب الدقيق للخلية الحيوانية.

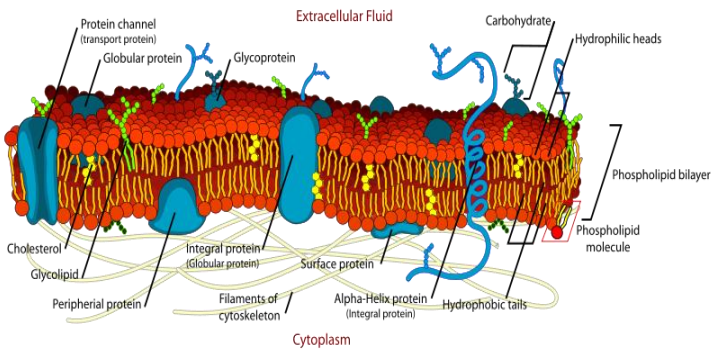
1.1. الغشاء الخلوي :

* يغلف محتويات الخلية (الحيوانية و النباتية) غشاء بلازمي يقوم بتحديد معالمها و يحميها ويفصلها عن الوسط الخارجي، و هو مكون من طبقتين من الدهون المفسفرة تتخللها بروتينات تكون حوالي نصف كتلة الغشاء، وله خاصية النفاذية الإختيارية*

البروتينات تعمل كقنوات لتمرير المواد المختلفة التي تحتاجها الخلية



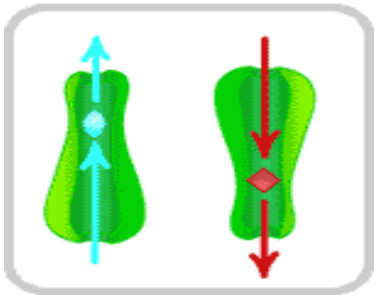
شكل (3–16): غشاء الخلية: أ– صورة بالمجهر الالكتروني. ب– رسم تخطيطي.



انتقال المواد عبر الغشاء يمكن أن يتم بشكل:

*** سلبي غير فعال *passive*** :حسب قواعد **الانتشار** وفق تدرج التركيز (من تركيز عالي إلى تركيز منخفض)

وهذا يتطلب أن تكون المادة محلولة في الماء لتؤمن عبورها مع الماء عبر القنوات الموجودة على الغشاء(انتشار بسيط) أو ضمن البروتينات الغشائية (انتشار مسهل)

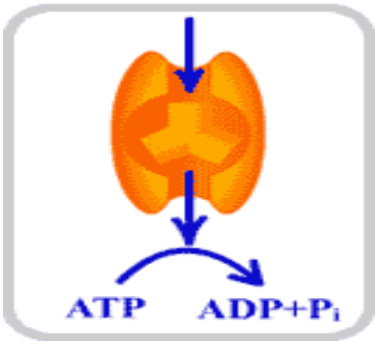


= **الاسموز Osmose:** انتشار بسيط للماء عبر غشاء ذو نفاذية اختيارية (حركة الماء عبر طبقتي الغشاء أو نواقل خاصة للدخول أو الخروج من الخلية)

طريقة ثانية للنقل تدعى :

* **النقل الفعال**: تقوم بها الجزيئات البروتينية الموجودة على الغشاء والتي تعمل كمضخات تتطلب صرف طاقة يتم الحصول عليها عن طريق جزيئات ATP التي تصنع في الميتوكندريا، يكون فيها الانتقال عكس تدرج التركيز.

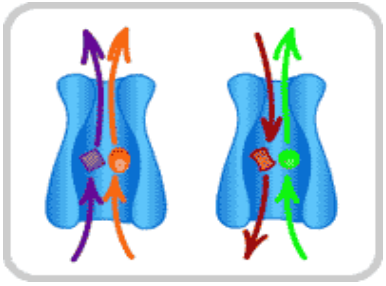
مثل نقل الايونات ذات الشحنة الموجبة الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم أو مثل الايونات ذات الشحنة السالبة الكلور من خلال الغشاء.



طريقة ثالثة:

***الوسيط**: يساعد المواد على الدخول والخروج حيث أن لكل مادة وسيط يستطيع التعرف عليها وإدخالها للخلية

في بعض أنواع القنوات، يتم التحكم بمرور الأيونات عبر بوابات تفتح وتغلق بفعل تأثير مواد كيميائية (عصبي – عضلي) .



*** معظم السموم التي طورتها الكائنات المفترسة والضارية (مثل الأفاعي والعقارب والأسماك والنحل) تعمل على أساس سد هذه القنوات

2.السيتوبلازم:

مادة هلامية رائقة و متجانسة تسمى السيتوسول ، تتكون من مواد عضوية ذائبة في الماء الذي يشكل نسبة 80-90% + بعض الأيونات + مركبات أيضية (Metabolites) + أنزيمات + RNA + جسيمات معلقة غير ذائبة + أحماض أمينية + نيوكليوتيدات + الخمائر التي تساعد على عمليات الأيض أو التمثيل الغذائي

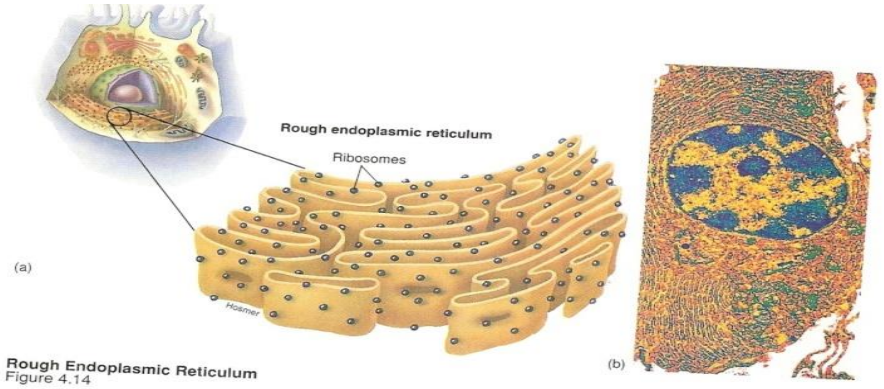
سيتوبلازم الخلية = السيتوسول + عضيات الخلية المنغمسة في السيتوسول .

3.الشبكة الإندوبلازمية المحببة "الخشنة RER":

* حويصلات ذات غلافين غشائيين مستعرضين، يلتصق عليها من الخارج عدد من عضيات "الريبوسوم".

* توجد حويصلات RER فرادى و في منطقة واحدة بين النواة و قاعدة الخلية كما في خلايا البنكرياس، أو في تجمعات في مناطق متعددة كما في خلايا الكبد و الخلايا العصبية.

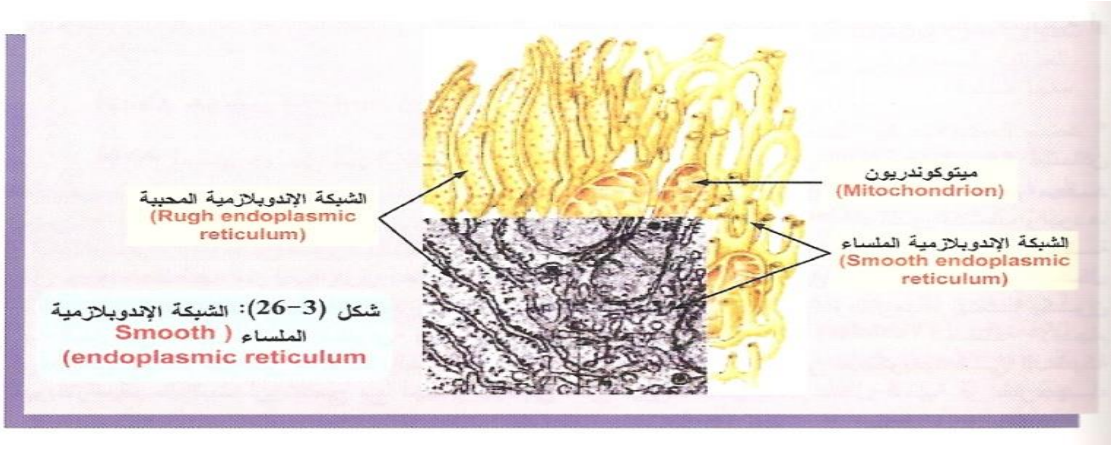
وظيفتها بناء: البروتينات (بواسطة الريبوسومات) وتعتبر مصنع الغشاء أين يتم إنتاج الفوسفوليبيدات والكولسترول التي تكون الأغشية الخلوية.



4.الشبكة الإندوبلازمية الناعمة "SER":

تجاويف أنبوبية متعرجة تمتد عبر السيتوبلازم و لا تحمل على سطحها أي من عضيات الريبوسوم.

تعمل على إضافة المواد الدهنية (كولسترول و ستيرويدات) إلى البروتين الذي سبق صنعه في ريبوسومات الشبكة الخشنة، ثم تبعث به إلى جهاز جولجي وتحلل بعض السموم وتحولها إلى مواد غير سامة وتعمل كذلك على تخزين الكالسيوم و إفراز بعض الهرمونات.



6.عصيات التنفس أو بيوت الطاقة (الميتاكوندري) Mitochondria :

مركز إنتاج الطاقة اللازمة لقيام الخلية بوظائفها الحيوية، و تتكون من غلافين غشائيين:

غلاف داخلي : يمتد مكوناً طيات كثيرة على شكل صفائح متوازية تسمى الأعراف، و تمتلئ الفراغات بسائل حشوي.

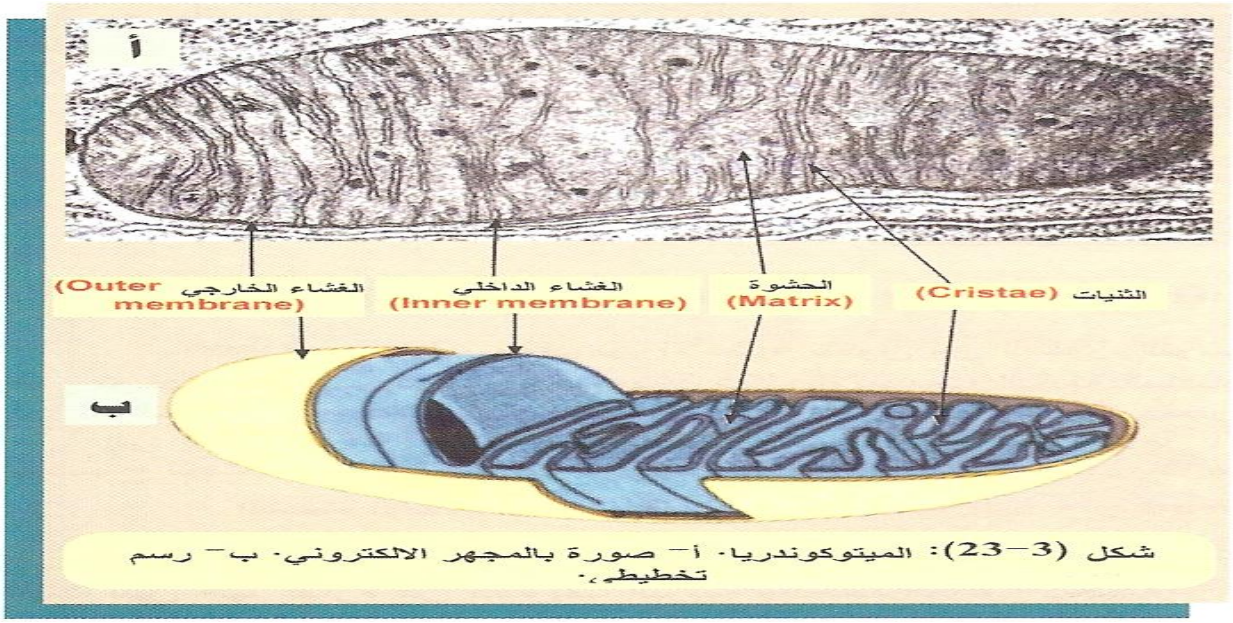
غلاف خارجي: يحيط بالعصية و يسمح بنفاذ معظم المواد الكيميائية.

في وجود الأكسجين، تتم أكسدة المواد الغذائية على سطوح أغشية الصفائح الداخلية حيث توجد إنزيمات تدخل في تفاعلات تسمى السلسلة التنفسية أو "دورة كربس Cycle de Krebs " حيث تتحرر الطاقة لكي تستخدم في مختلف نشاطات الخلية.

تحتوي العصيات التنفسية على جزيئات حلقية خاصة من ADN و إنزيمات لتكوين جزيئات ARN.

تتكاثر العصيات التنفسية بالإنقسام، و ذلك أثناء عملية إنقسام الخلية.

- هناك خلايا لا تحتوي على نواة أو ميتوكندريا هي خلايا الدم الحمراء (RBC).



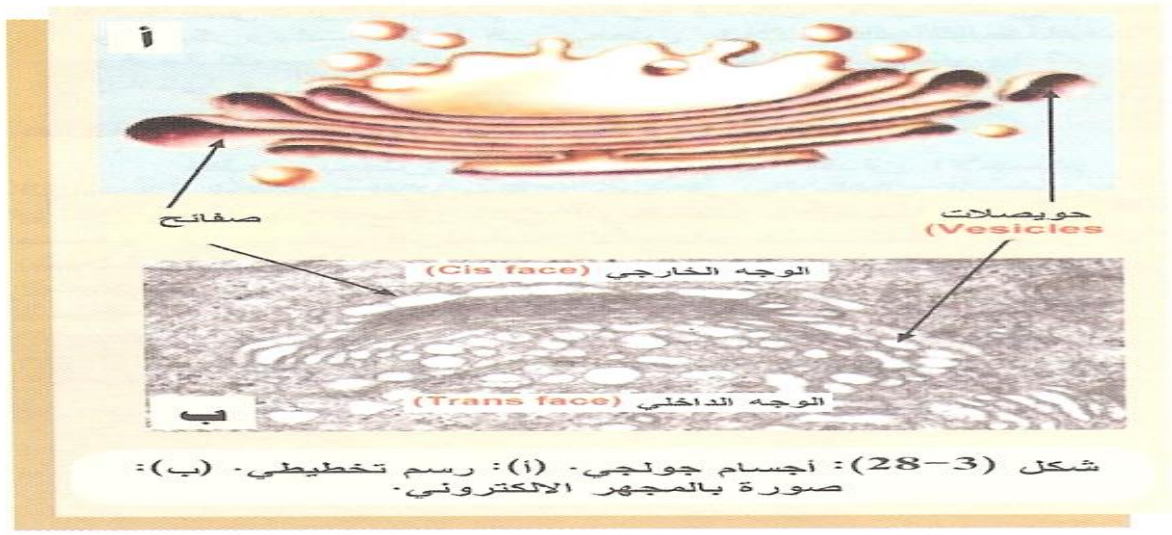
شكل (3-23): الميتوكوندريا- أ- صورة بالمجهر الالكتروني- ب- رسم تخطيطي.

6. جهاز جولجي :

تكوين شبكي معقد من أغشية مرتبة على هيئة صفوف قرصية مقوسة، بحيث تكون الجهة المقعرة منها مواجهة للنواة.

يستقبل الوجه المقابل للنواة الإفرازات القادمة من الشبكة الخشنة أو الناعمة (على شكل حبيبات بروتين أو دهون أو كربوهيدرات) ثم ينقلها للوجه البعيد لتغليفها مباشرة أو بعد تجميع حبيبات البروتين و إضافة مواد كربوهيدراتية مكوناً "جليكوبروتين" ، تمهيداً لإفرازها للخارج.

كما ينتج جهاز جولجي بعض الإنزيمات المهمة للاجسام الحالة .



شكل (3-28): أجسام جولجي- (أ): رسم تخطيطي- (ب): صورة بالمجهر الالكتروني.

8. أجسام هاضمة (ليزوزومات) Lysosomes :

توجد فقط في الخلايا الحيوانية (عدا خلايا الدم الحمراء)، وهي عبارة عن إنزيمات محاطة بغشاء ذو طبقة واحدة تشكل جسيم الليزوزوم، التي تتكون في جهاز جولجي.

كل جسم ليزوزوم يحتوي على نوع واحد من الإنزيمات يختص :

- بهضم و تحليل نوع واحد من المركبات العضوية التي تلتهمها الخلية بعمليتي الأكل "Phagocytose" و الشرب "Pinocytose".

- إذا لم تتمكن الخلية من هضم ما التهمته، تتراكم المواد مما ينتج عنه امراض تسمى " امراض التخزين maladies de stockage".

- تراكم الفضلات الناتجة عن الهضم داخل الخلية يكون مؤشرا على كهولتها.

- قد تهضم الخلية بعض من عضياتها أثنا عملية الانقسام لكي تتيح مجال لتكوين خيوط المغزل.

- غشاء جسيم الليزوزوم مقاوم لأثر الإنزيم الذي بداخله، و لكن تضعف هذه المقاومة عندما يصاب الكائن ببعض الأمراض (الالتهابات- الطفيليات – الروماتيزم) فمثلاً تتسبب سموم الطفيليات في تدمير الخلية فيتسرب الإنزيم داخل الخلية مما قد يحلل بعض عضياتها (عملية هدم من الداخل). في حالة مرض الروماتيزم تصب إنزيمات على الغضاريف التي تغطي رؤوس العظام فتذيبها.

- في المرأة، الدورة الشهرية ما هي إلا عملية تحلل للطبقة المبطنة للرحم (بسبب عدم حدوث إخصاب) بفعل إنزيمات الليزوزوم.

شكل (3-29): الأجسام الهاضمة (Lysosomes).

8. النواة :

عضي رئيسي يحتوى على المادة الوراثية المهمة في " انقسام الخلية " يتكون من:

(أ) - غشاء نووي:

يوجد في الكائنات حقيقية النواة (Eukaryotes)، و يحيط بالنواة من الخارج، و له طبقة داخلية و طبقة خارجية تتصل ببعض العضيات مثل "الشبكة الإندوبلازمية الخشنة" ، تقترب الطبقتان من بعضهما على مسافات منتظمة مكونة فتحات "ثقوب" تصل داخل النواة بالسيتوبلازم .

- يلاحظ أن الكائنات بدائية النواة (Prokaryotes) ليس بها غشاء نووي (حيث تختلط المادة الوراثية بالسيتوبلازم مكونة " منطقة نووية"

- للثقوب خاصية النفاذية الاختيارية (Permeabilité Selective)، حيث تسمح بدخول بعض الأيونات (Na+ , K+, Ca+) و البروتينات التي تدخل في تركيب الكروموزومات؛ و يزيد عدد الثغور في الخلايا النشطة (لتسهيل خروج mRNA).

- خلال عملية انقسام الخلية، يتمزق الغشاء النووي في الطور الاستوائي المبكر"مبتعداً عن مكونات الخلية"، و يعود في الطور النهائي حيث تحيط طبقة من الشبكة الإندوبلازمية المحببة بالمحتويات مرة أخرى.

(ب)- مادة كروماتينية :

هي حمض DNA ، التي تقبل الصبغ (الهيماتوكسيلين) بشراهة.

(ج) – نوية :

جسم كروي صغير يوجد حول مركز النواة، و تتكون من تجمعات تشبه الريبوسوم، و بها حمض rRNA.

تختفي النوية و تظهر خلال أطوار الانقسام الخلوي.

قد يوجد في النواة أكثر من نوية كما في الخلايا النشطة " العصبية ، الجنينية ، السرطانية" و ذلك لتكوين البروتينات.

(د) – عصارة نووية :

محلول غروي، تمر عبره مواد التفاعلات الحيوية (خامات تصنيع المركبات المختلفة) و جزيئات حمض **RNA (mRNA , tRNA , rRNA).**

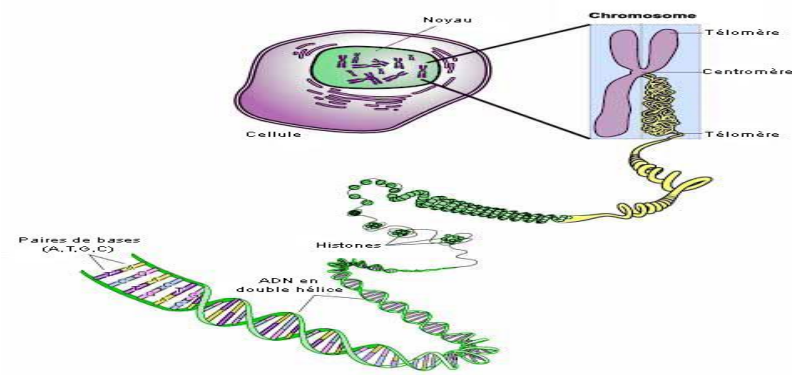
(هـ) – إنزيمات "Enzymes":

- إنزيم DNA Polymerase" الذي يعمل على إصلاح العطب الذي قد يصيب سلسلة مادة DNA المشكلة للكروموسوم.

- إنزيم RNA Polymerase" الذي يساعد في تركيب جزيئات RNA.

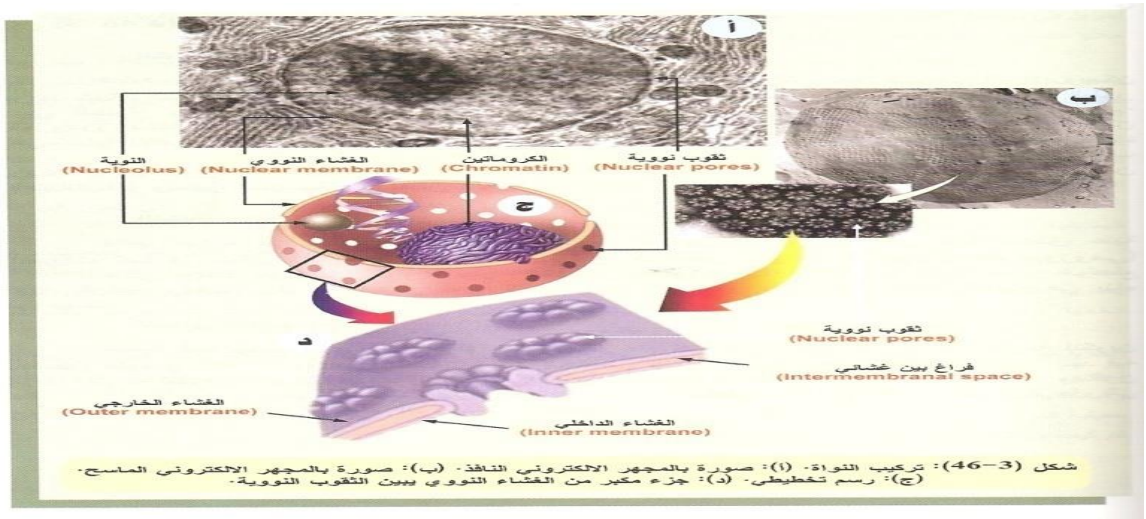
- إنزيمات لحم النيوكليوتيدات "Poly Nucleotides Ligases".

تحتوي النواة على المادة الوراثية (46) من الأجسام الصبغية (الكروموزومات) الحاملة للعوامل الوراثية (الجينات).



* في الثدييات، لا توجد نواة في خلايا كرات الدم الحمراء لأن بها كمية كافية من بروتين "جلوبين" و بالتالي لا داعي لـ DNA ، و يوجد بدلاً منه RNA به شفرة لصنع مزيد من بروتين " جلوبين" عند الحاجة.

* يوجد في النواة RNA خام يعرف بـ "hnRNA" لا يغادر النواة، و يصنع منه كل من mRNA , tRNA , rRNA التي تخرج إلى السيتوبلازم.



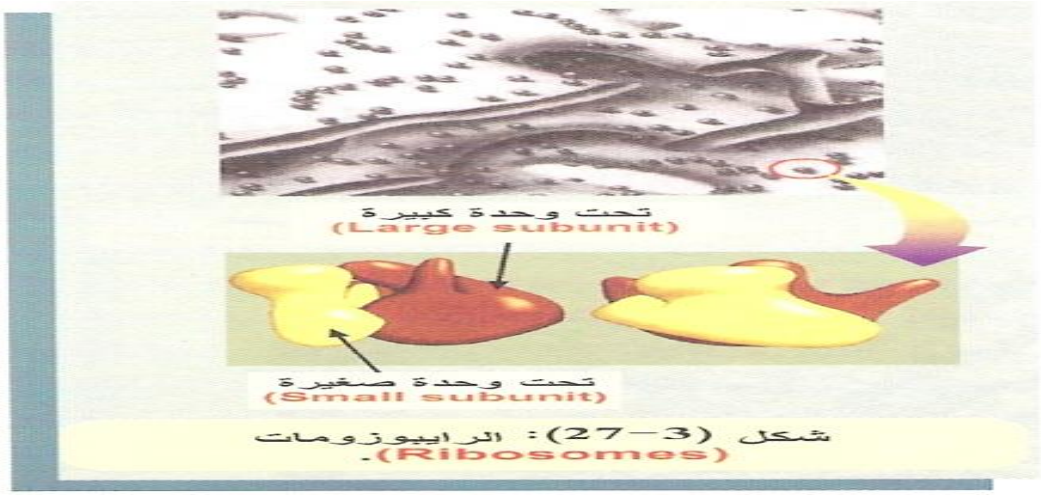
شكل (3–46): تركيب النواة. (أ): صورة بالمجهر الالكتروني النافذ. (ب): صورة بالمجهر الالكتروني الماسح. (ج): رسم تخطيطي. (د): جزء مكبر من الغشاء النووي يبين الثقوب النووية.

9. عضيات غير غشائية:

(أ) - الأجسام الريبوزومية "Ribosomes":

أجسام صغيرة كروية أو مضلعة تصنع داخل النوية من وحدات من rRNA المتحدة مع البروتين على شكل جسيمات، ثم تخرج لتنتشر في السيتوبلازم أو تلتصق على سطوح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة.

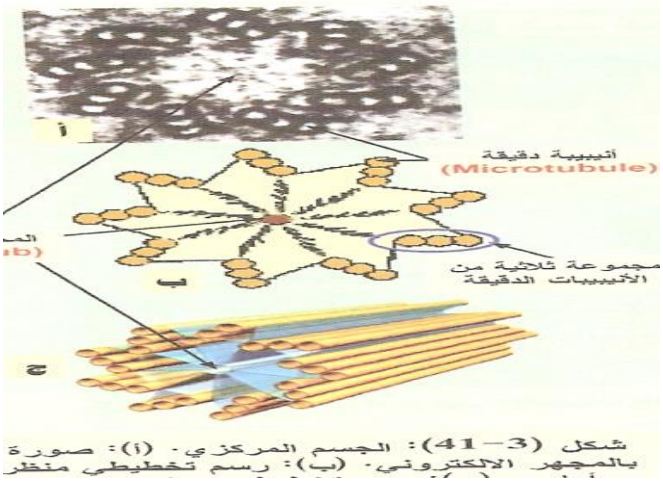
هي مركز تكوين البروتينات تربط الأحماض الأمينية مع بعضها لتكوين سلسلة "جزيء بروتين".



(ب)- الأجسام المركزية "Centrioles":

جسمين أسطوانيين صغيرين، يقع كل منهما قرب النواة.

عند تكاثر الخلية، تتكون أجسام مركزية جديدة بـ "تكون حلقة ليفية حبيبية تستطيل تدريجياً ثم تنفصل و تذهب إلى الجهة المقابلة من النواة"



(ج)- مشتملات سيتوبلازمية :

- مواد غذائية مخزنة مثل " الجيكوجين في خلايا الكبد ، الدهون كما في خلايا القلب"

- صبغات مثل : الكاروتين في النبات ، و في الحيوان الميلانين الذي يوجد في الجلد و قزحية العين و خلايا الدماغ.