6- المايتوكوندريا Mitochondria

المايتوكوندريا (المفرد: المايتوكوندريوم Mitochondrium) عبارة عن تراكيب خلوية بيضوية الشكل محاطة بغشاء خارجي أملس يحتوي على مسامات Pores يطلق عليها اسم بورن porin وهي قنوات (بروتينية) غير تخصصية تسمح بمرور المركبات ذات الأوزان الجزيئية التي تقل عن 10 كيلو دالتون بآلية الانتشار Diffusion، وإنزيم بالموتيل مرافق الإنزيم A (Palomityl CoA) وغشاء داخلي يبرز منه طيات (انثناءات) تدعى Cristae والتجويف الداخلي الذي يدعى بالحشوة Matrix.

تحتوي الحشوة على البروتينات والإنزيمات اللازمة لعملية أيض المواد الغذائية لإنتاج الطاقة ولذلك تعرّف المايتوكوندريا بمركز أنتاج الطاقة، وعليه فهي تكثر في الخلايا والأنسجة ذات النشاط الحيوي الكبير مثل الخلايا الداخلية وخلايا عضلة القلب. ويحتوي **الغلاف الداخلي للمايتوكوندريا على المكونات الآتية:**

أ- سلسلة نقل الالكترونات Electrons transport chain.

ب- الإنزيم المسؤول عن تكوين ATP والذي يسمى ATPase المعقد.

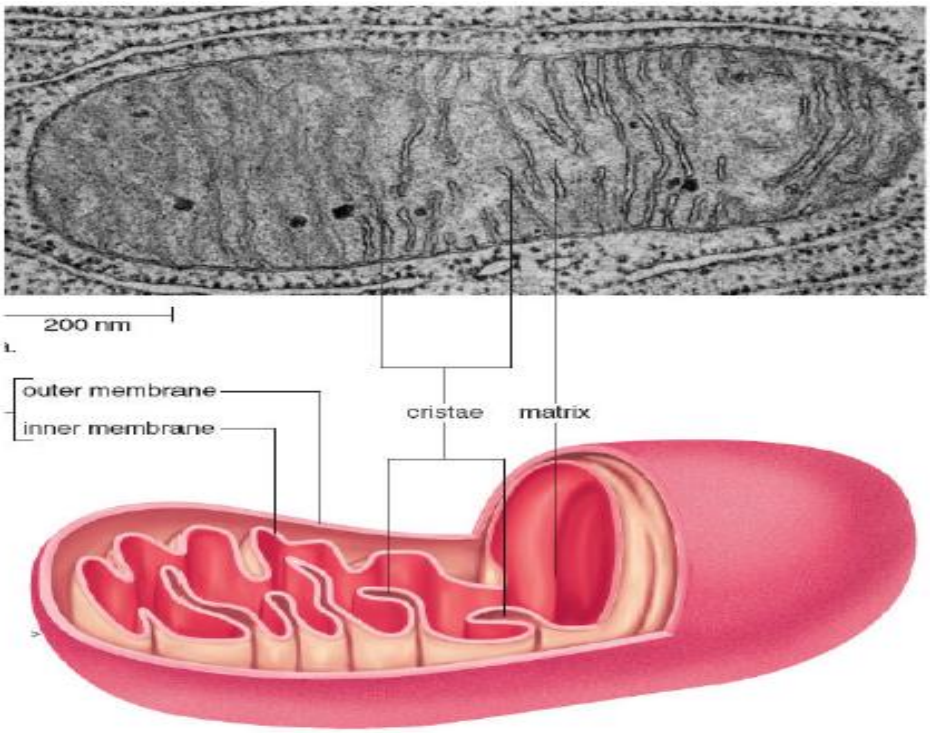
جـ- مجموعة من البروتينات الناقلة التي تقوم بنقل ATP/ADP، Pi، Ca، بعض المركبات الوسطية لدورة كربس.

أما حشوة المايتوكوندريا فتحتوي على المكونات الآتية:

أ- إنزيمات دورة الحامض الثلاثي الكاربوكسيل(دورة كربس).

ب- إنزيمات أكسدة الأحماض الدهنية.

جـ- الحامض النووي الديوكسي رايبوزي DNA، والحامض النووي الرايبوزيى RNA، ومكونات بناء البروتين.



المايتوكوندريوم Mitochondrium وتركيبه الداخلي(الجدار الخارجي Outer membrane والجدار الداخلي Inner membrane والطيات Cristae والحشوة الداخلية Matrix).

7- البلاستيدات Plastids

البلاستيدات تراكيب خلوية أهمها البلاستيدات الخضراء (كلوروبلاست)Chloroplasts وهي مستقلة في مادتها الوراثية وإنزيماتها وبروتيناتها، كما هو الحال في المايتوكوندريا. وتمثل مركز البناء في الخلية وإنتاج المركبات الغذائية وبذلك تعمل عكس عمل المايتوكوندريا وظيفياً. ويقتصر وجود البلاستيدات على النباتات الراقية والبسيطة والطحالب الدقيقة وتتفاوت في أعدادها وأنواعها بين نوع وآخر، وتقسم البلاستيدات من حيث أنواعها الى بلاستيدات خضراء Chloroplasts تقوم بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis وبلاستيدات ملونة Chromoplasts تحتوي على أصباغ ملونة تعطي الألوان كما في

بعض الأزهار والثمار الناضجة بالإضافة للبلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts التي تعمل على تخـزين المواد الغذائية النشوية والدهنية والبروتين كما هو الحال في الجذور الخازنة (الجزر) والـسيقان (البطاطـا) والبذور (الباقلاء والفاصوليا).

8- الأجسام الدقيقة (المجهرية) Peroxisomes or Microbodies

الأجسام الدقيقة تراكيب صغيرة الحجم تنتشر على شكل حويصلات فـي الـسايتوبلازم وتحتـوي علـى إنزيمات أكسدة متخصصة تقوم بتحويل المواد الزائدة عن الحاجة او المواد السامة ومثال ذلـك الإنزيمـات المسؤولة عن تحويل الدهون المخزونة في بعض البذور الى سكريات أثناء عملية الإنبـات Germination، وكذلك إنزيم البيروكسيديز Peroxidase (ومن هنا جاءت التسمية) الذي يحلل مادة بيروكسيد الهيـدروجين H_2O_2 السامة الى الماء والأوكسجين.

9- الهيكل الدعامي للسايتوبلازم Cytoskeleton

أ- الخيوط والانابيبات الدقيقة Microfilaments and microtubules

الخيوط عبارة عن ألياف اسطوانية طويلة جوفاء تتركب من مادة بروتينية تدعى أكتين Actin tublin ولها القدرة على الانقباض والحركة وبالتالي تساعد في دعامة السايتوبلازم والحركة الـسايتوبلازمية، اذ تساعد في حركة الكروموسومات أثناء انقسام الخلية ونقل المواد داخلها وفي المحافظة على شكلها العـام وتوجد في الخلايا الحيوانية والنباتية.

ب- الشبكة الخلوية الداخلية Micro trabecular lattice

تتركب الشبكة من خيوط بروتينية رفيعة، تنتشر في أنحاء السايتوبلازم وتتصل بالغشاء البلازمي مـع بعض التراكيب الداخلية وبالإضافة لوظيفة الدعامة التي تقدمها هذه الشبكة فان الدراسات الحديثـة تـشير الى أن الشبكة تلعب دوراً في الاستجابات الحركية داخل الخلية مثل حركة الحبيبات الصبغية فـي جلـود بعض الحيوانات سريعة التغيير في اللون مثل حيوان الحرباء.

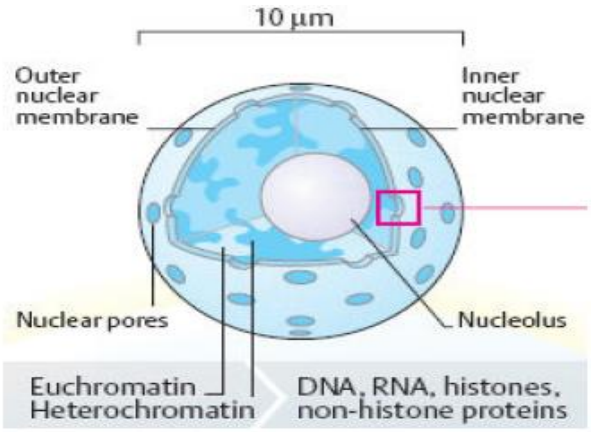
10- الفجوات العصارية Vacuoles

الفجوات العصارية تراكيب غشائية على شكل أكياس وحويصلات تحتوي على سائل او عصارة تتكون من مواد عضوية ولاعضوية، وأما أن تكون فجوة منقبضة Contractile vacuole تعمل على التخلص من الفضلات الزائدة او فجوة غذائية Food vacuole تعمل على تخزين الغذاء. وتحتوي الخلايا الحيوانية على عدد قليل جدا وصغير من هذه الفجوات او لا تحتويها إطلاقا في حين تحتوي الخلايا النباتية على فجوة كبيرة يزداد حجمها بازدياد نضوج الخلية، حيث تشكل بين 80- 90% من حجم الخلية النباتية المحاطة بقليل من السايتوبلازم وهي بذلك تساعد في تنظيم الضغط الأزموزي Osmatic pressure إذ تحتوي على مواد عضوية ولاعضوية تساعد في الاتزان الأزموزي للخلية.

11- النواة Nucleus

النواة تركيب خلوي دائري الشكل يتوسط الخلية ويبلغ قطرها تقريباً 5 مايكرون. وتقوم النواة بمجمل محتوياتها بالسيطرة على مختلف النشاطات الحيوية. ومن الناحية التركيبية تتكون من الغشاء النووي والسائل النووي والشبكة الكروماتينية. و**الغشاء النووي** يكون عادةً مزدوجاً ويعمل على حماية الأجزاء الداخلية وتتخلله عدة فتحات Pores تساعد على مرور المواد من والى النواة بالإضافة لقيامها بوظائف الشبكة الاندوبلازمية في حالة قلة أعداد الشبكة في بعض أنواع الفطريات. كما وتحتوي النواة على جسم النوية Nucleolus التي بدورها تتكون من بروتين وحامض نووي RNA وهي بذلك تتواجد حول منطقة من الجينات مسئولة عن صنع الحامض الرايبوسومي rRNA ولذلك تعرف هذه المنطقة بالمركز المنظم للنويّة وبالتالي لها علاقة في صنع rRNA.

أما **السائل النووي** Nuclear plasma فهو سائل شفاف وكثيف القوام يوفر الظروف الحيوية اللازمة (الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية) للتراكيب النووية ونشاطاتها. واما **الشبكة الكروماتينية** Chromatin net فهي شبكة من الخيوط الرفيعة في حالة عدم الانقسام والتي لا تلبث ان تتميز وتتضح الى كروموسومات Chromosomes حال بدء الانقسام.



النواة ومحتوياتها

12- السايتوسول Cytosol

السايتوسول عبارة عن جميع المواد الذائبة في السايتوبلازم، إذ أن السايتوبلازم عبارة عن جميع محتويات الخلية من المواد الذائبة وغير الذائبة، **ويجري في السايتوسول المسارات الرئيسية المهمة وهي:**

أ- تقويض الكلوكوز (مسار الكلايكولسيس) Glycolysis pathway .

ب- عدد كبير من تفاعلات بناء الكلوكوز (مسار كلوكونيوجنسيس) Gluconeogenesis pathway .

جـ- مسار الفوسفوكلوكونيت Phosphogluconate pathway

د- بناء الأحماض الدهنية Fatty acids synthesis.

Transport process عمليات النقل

أن الوظيفة الأساسية لغشاء الخلية هو السماح لحركة المركبات الضرورية التي تحتاجها الخلية وعبورها إلى داخل الخلية. **وهناك عدة طرائق لذلك:**

1- النفاذ البسيط أو الحر (Free or simple diffusion)

تتمكن المواد الغذائية ذات الوزن الجزيئي الواطئ من النفاذ الى داخل الخلية. وتعتمد هذه العملية على تركيز المادة على جانبي الغشاء. إذ تتجه المادة من المحيط الأعلى تركيزاً إلى الاوطأ دون تخصص في الاختيار

2- النفاذ المسهل (Facilitated diffusion)

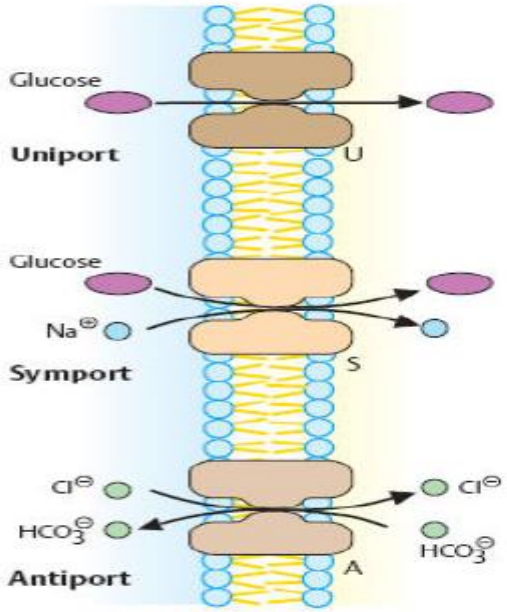
أن هذا النفاذ يشابه نوعاً ما النفاذ البسيط او الحر في وجوب اختلاف تراكيز المواد التي تعبر الغشاء على جانبيه ولا تحتاج عملية النفاذ هذه لصرف أي طاقة. **أما نقاط اختلاف النفاذ المسهل عن النفاذ الحر او البسيط فهي:**

I- وجود بروتين خاص يسمى الحامل Carrier الذي يساعد ويسرع في العملية.

II- وجود تخصص مجسمي في هذا النوع من النفاذ، أي يفرق بين الأحماض الأمينية من نوع D و L .

وقد تم فصل الكثير من البروتينات (Carrier) المتخصصة لنقل مواد خاصة كالكلوكوز والكالاكتوز والليوسين والفنيل الانين والارجنين والهستدين والفوسفات والكالسيوم والصوديوم وغيرها.

وهناك عدة طرائق في عملية نفاذ المواد بهذه الطريقة متبعةً أما أسلوب الإدخال المباشر (الأحادي) Uniport او الأسلوب التناظري Symport بارتباطه مع مواد أخرى او متبعةً أسلوب المضاد Antiport بإدخال مادة وطرح مادة أخرى وكما في أدناه.



طرائق إدخال المواد بالنفاذ المسهل (الأحادي Uniport والتناظري Symport والمضاد Antiport).

3- النقل الفعال (Active transport)

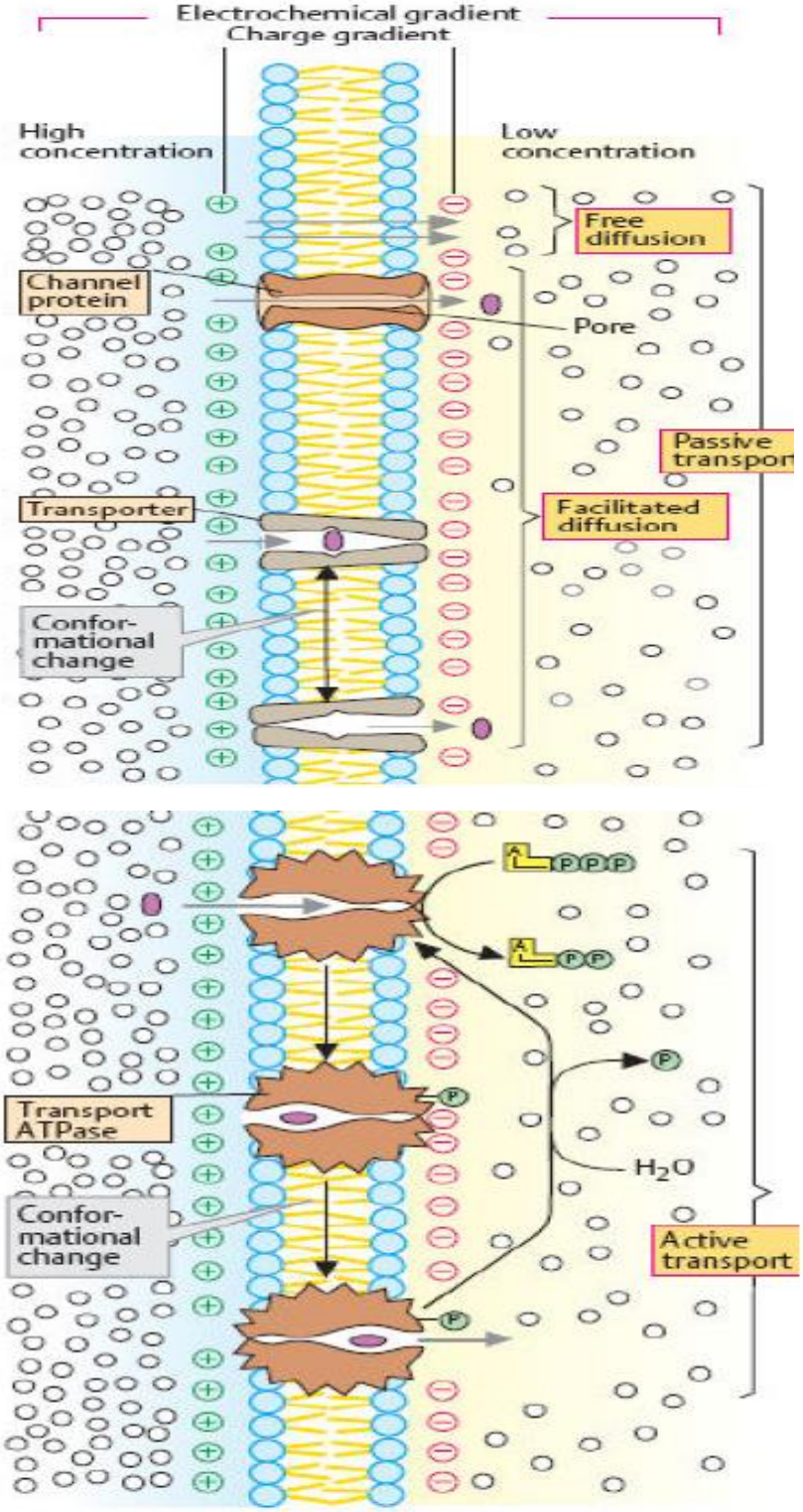
إن النقل بهذه الطريقة يشابه النفاذ المسهل عدا أن المادة التي تعبر خلال غشاء الخلية تمر من محـيط ذي تركيز واطئ إلى محيط ذي تركيز عالٍ. واستناداً على ذلك فان العملية تحتاج لصرف طاقة. ولقد وجـد أن بعض الخلايا تصرف أكثر من 50% من جزيئة الـ ATP الموجودة فيها للقيام بعمليـة تـراكم الحـامض الأميني الكلايسين داخلها.

4- الشرب الخلوي أو الرشف (Pinocytosis)

في هذه الطريقة يتم انتقال الجزيئات الكبيرة مثل البروتين او الدهن عندما تكون سائلة من خلال جـدار الخلية عن طريق احتضان هذه المكونات بالغشاء الخلوي وإحاطتها وإدخالها الى داخل الخلية ويطلق علـى هذه العملية اسم عملية شرب الخلية Cell drinking وعادة تمتص بعض البروتينات مـن خـلال الخلايـا المبطنة للأمعاء بهذه الطريقة.

5- الالتهام الخلوي أو البلع (Phagocytosis)

يتم انتقال الجزئيات الكبيرة من البروتينات او الدهون أو غيرها من المواد بهـذه الطريقـة مـن خـلال أحاطتها واحتضانها بوساطة الغشاء الخلوي ثم إدخالها الى داخل الخلية.



عمليات النقل من خلال غشاء الخلية

الفروقات بين الخلايا حقيقية النواة والخلايا بدائية النواة

يوضح الجدول التالي المقارنة التركيبية بين الخلايا بدائية النواة (Prokaryotic) من جهة والخلايا النباتية والحيوانية حقيقية النواة (Eukaryotic) من جهة أخرى.

المقارنة التركيبية بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة

التركيب	الخلية بدائية النواة	الخلايا حقيقية النواة	
		الخلية الحيوانية	الخلية النباتية
1- الغشاء الخلوي	موجود	موجود	موجود
2- الجدار الخلوي	موجود يحتوي على ببتيدوكلايكان*	غير موجود	موجود ويحتوي على السليلوز
3- الغشاء النووي	غير موجود	موجود	موجود
4-الكروموسومات	تتكون من DNA وتكون حلقية الشكل	تتكون من DNA وبروتين وتكون خيطية الشكل	تتكون من DNA وبروتين وتكون خيطية الشكل
5- المايتوكوندريا	غير موجودة	موجودة	موجودة
6-الشبكة الاندوبلازمية	غير موجودة	موجودة	موجودة
7- أجسام كولجي	غير موجودة	موجودة	موجودة
8- البلاستيدات	غير موجودة	غير موجودة	موجودة
9- الرايبوسومات	موجودة	موجودة	موجودة
10-الفجوات العصارية	غير موجودة	صغيرة الحجم او غير موجودة	توجد عادة وتكون كبيرة الحجم
11-اللايسوزومات	غير موجودة	غالباً موجودة	غالبا غير موجودة