في النماذج المثبتة والمصبوغة يمكن تمييز النواة بتركيبها المعقد الذي يختلف باختلاف الخلايا المدروسة وبنوع المثبت المستعمل وعلى العموم يمكن تمييز التراكيب التالية في نواة الطور البيني اباستعمال المجهر الضوئي:

1-الغلاف النووي Nuclear envelope: الذي يظهر كحد فاصل بين النواة والسايتوبلازم.

2- البلازما النووية Nucleoplasm)أو الخلط النووي Nuclear sap(: الذي يملأ معظم فراغ النواة وتوجد ضمن هذا الجزء مناطق غير كثيفة من الكروماتين chromatin التي تمثل الجزيئات الكبيرة المكونة للكروموسومات بحالتها المنتشرة)غير المكثفة(ان هذه المناطق تقابل ما يطلق عليه بالكروماتين الحقيقي Euchromatin .

3- المراكز الملونة chromocenters او النويات الكاذبة False Nucleoli الذي يمثل مع خيوط الكروماتين الملتوية اجزاء من الكروموسومات التي تبقى كثيفة في الطور البيني أي ان الجزيئات الكبيرة المكونة للكروموسومات في هذه المناطق تكون متجمعة بكثافة وان هذه المناطق الكثيفة من الكروماتين التي تسمى بالكروماتين المتباين Heterochromatin تلاحظ مراراً قرب الغلاف النووي وتكون ايضاً ملامسة للنوية Nucleolus .

4- النويات Nucleoli : التي تكون عموماً دائرية الشكل تلاحظ جيداً في الخلايا العصبية وخلايا البنكرياس وخلايا اخرى وتكون فعالة جداً في بناء البروتين وتكون مكونات النوية غير معزولة عن مكونات النواة بغشاء وتحتوي النواة على نوية مفردة او عدة نويات كما انها عادة حامضية التفاعل وتحتوي على البروتينات النووية الرايبوزية Ribonucleoproteins .

ان المعلومات التي يحصل عليها عن التراكيب الاربعة السابقة باستعمال المجهر الضوئي هي معلومات قليلة مقارنة بما يحصل عليه عند استخدام المجهر الالكتروني حيث تظهر هذه التراكيب بشكل واضح وهذا ما ساهم في الحصول على معلومات تفصيلية عن تركيب النواة.

الغلاف النووي The Nuclear Envelope

تمتاز خلايا حقيقية النواة بامتلاكها غلاف نووي يحيط بالمادة النووية مقارنة بخلايا بدائية النواة التي تفتقد لمثل هذا الغلاف ويعتبر العالم هرتوج Hertwig اول من لاحظ غشاء يحيط بالنواة عام 1893. ان الاهتمام بدراسة هذا الغشاء كان قليلاً حتى استخدام المجهر الالكتروني الذي اظهر بان هذا الغشاء الذي يحيط بالنواة ليس مجرد غشاء بسيط مفرد فحسب وانما هو غشاء مزدوج يمتلك الجزء الخارجي مظهراً يختلف بوضوح عن مظهر الجزء الداخلي. ان الغشائين

قريبان من بعضهما يحيط احدهما بالاخر ويتحد كلا الغشائين عند الثقوب النووية Nuclear pores بينما يكونان منفصلين عن بعضهما في المناطق الاخرى بالفراغ النووي المحيطي perinuclear space حيث تبلغ سعة هذا الفراغ) 150-100(انكستروم ويصل سمك كل غشاء من غشائي الغلاف النووي) 95-90(انكستروم أي بسمك اغشية الشبكة الاندوبلازمية ولم يظهر أي ختلاف رئيسي في تركيب الغشائيين الداخلي والخارجي ومع ذلك فان الغشاء الخارجي يمتلك صفتين متميزتين لايمتلكهما الغشاء الداخلي احدهما هي

1 . استمرارية اجزاء منه مع اغشية الشبكة الاندوبلازمية

2.واما الصفة الثنائية فهي حمله للرايبوسومات في الوجه المقابل للسايتوبلازم فضلاً عن كونه اسمك من الغشاء الداخلي.

ان اوضح برهان لنشوء الغلاف النووي من الشبكة الاندوبلازمية لوحظ خلال الانقسام المايتوزي حيث خلال الطور النهائي تتجمع الاكياس المسطحة للشبكة الاندوبلازمية حول الكروموسومات لتعيد تكوين الغلاف النووي وان اغشية الشبكة الاندوبلازمية لاتحتوي على الثقوب النووية التي تلاحظ على الغلاف النووي وربما ايضاً ليس مدهشاً بان كلا نوعي الاغشية)أي اغشية الشبكة الاندوبلازمية وغشائي الغلاف النووي(يظهران نقاط تشابه ونقاط اختلاف في المحتويات الكيميائية الحياتية فانواع معظم المكونات السائلة يكون متشابه في كليهما بالاضافة الى انهما يشتركان بامتلاكهما عدد من البروتينات وبضمنها الانزيمات المتشابهة ومع ذلك يوجد ايضاً اختلافات في المحتوى البروتيني لهما فمثلاً لاحظ فرانك وجماعته عام 1970 في بحثهم ان من مجموع 32 بروتيناً عزلت من اغشية الشبكة الاندوبلازمية واغشية الغلاف النووي لخلايا الكبد)الفا(ثمانية منها موجودة فقط في الغلاف النووي واثنى عشر منها فقط في الشبكة الاندوبلازمية واثنى عشر منها كانت مشتركة لكلا الغشائين كما ان هنالك اختلافاً كمياً اضافة الى الاختلاف النوعي في المحتوى الانزيمي لكل من اغشية الشبكة الاندوبلازمية وغشائي الغلاف النووي حيث ان بعض الانزيمات الموجودة في اغشية الشبكة الاندوبلازمية

تلاحظ ايضاً في اغشية الغلاف النووي ولكن بكميات قليلة.

ان الطبيعة المزدوجة للغلاف النووي تسمح للغشاء الخارجي بالتفاعل مع السايتوبلازم وتسمح للغشاء الداخلي بالتفاعل مع محتويات النواة فكما ان الغشاء الخارجي يمتلك رايبوسومات متصلة به كذلك تتصل بالغشاء الداخلي اجزاء من الكروماتين تعبر من الغلاف في مواقع معينة من خلال تراكيب تسمى الثقوب النووية Nuclear pores يكون كلا الغشائين متحدين ببعضهما حول حواف هذه الثقوب بينما يكونان مفصولين عن بعضهما في المناطق الاخرى وقد تنعدم الثقوب

النووية في انواع من الخلايا كما تلاحظ ثقوب مماثلة لتلك الموجودة على غلاف النواة على بعض الاغشية السايتوبلازمية كالصفائح المثقبة Annulated lamellae .

5. نفاذية الغلاف النووي Permeability of nuclear envelope

لقد اظهرت النتائج التي حصلت عليها من التجارب العديدة الى ان معقدات الثقب قد تكون فتحات مؤقتة او دائمية في الغلاف النووي ويعتمد نفاذ المواد خلال الثقوب النووية على حجمها الجزيئي. ان حقن جسيمات ذهب شبه غروية تختلف في الحجم من 5.2-17 نانوميتر في سايتوبلازم الاميبا وجد ان تلك الجسيمات التي يصل قطرها الى حد 5.8 نانوميتر تدخل بسرعة الى النوى وتدخل الجسيمات التي قطرها 9.8-6.10 نانوميتر ببطيء اما بالنسبة الى الجسيمات الاكبر فلا تدخل على الاطلاق وتشير هذه النتائج الى ان الفتحات هي اصغر من حجم الثقب. وباستخدام هذه الطرق التقنية حصل على ادلة تشير الى ان هذه الثقوب ماهي الا ممرات لتبادل الجزيئات الكبيرة Macromolecules يمكن لحواف الثقب pore annuli ان تنظم التبادل على ضوء الحجم وربما على الطبيعة الكيمياوية للمادة الداخلة)او النافذة(من المهم اعتبار ان نفاذية الغلاف النووي ليست ثابتة بل تختلف في الانواع المختلفة في الخلايا او ضمن الخلايا المدروسة على الاقل خلال دورة الانقسام.

6. التركيب الدقيق للنواة في الطور البيني Ultrstructure of the interphase nucleus

توجد البروتينات النووية اما في حالة مكثفة)كروماتين متباين Heterochromatin(او بصورة مشتتة)كروماتين حقيقي Euchromatin(يعطي كلا نوعي الكروماتين تفاعل موجب لصبغة فولكن Feulgen stain الخاصة بالـ DNA. يحتل الكروماتين الحقيقي عادة المساحات الفاتحة)المضيئة(من البلازما النووية ويشكل الكروماتين المتباين المراكز الملونة المصبوغة بشدة. تحتوي النواة على مكونات اخرى اضافة الى التراكيب الحاوية على DNA مؤلفة بصورة رئيسية من البروتينات الرايبوزية Ribonucleoproteins وان اكثر هذه المكونات وضوحاً هي النوية Nucleolus والتي سنتناولها لاحقاً.

النوية The Nucleolus

تعتبر النوية احدى مكونات النواة التي تظهر بصورة حبيبات كثيفة ضمن النواة وقد وصفت من قبل فونتانا Fontana في عام 1781 ومن الدراسات العديدة تم استنتاج ما يلي:

1- وجود النويات في جميع النوى تقريباً)ويعبر عن هذا الان بان جميع نوى خلايا حقيقية

2- يختلف عدد النويات من واحدة الى عدة مئات للنواة الواحدة غير ان العدد الناتج يكون اما واحدة، اثنتان، ثلاثة او اربعة نويات في النواة الواحدة.

3- يكون تركيب النوية ديناميكي يتغير اثناء عملية الانقسام وكذلك خلال الطور البيني.

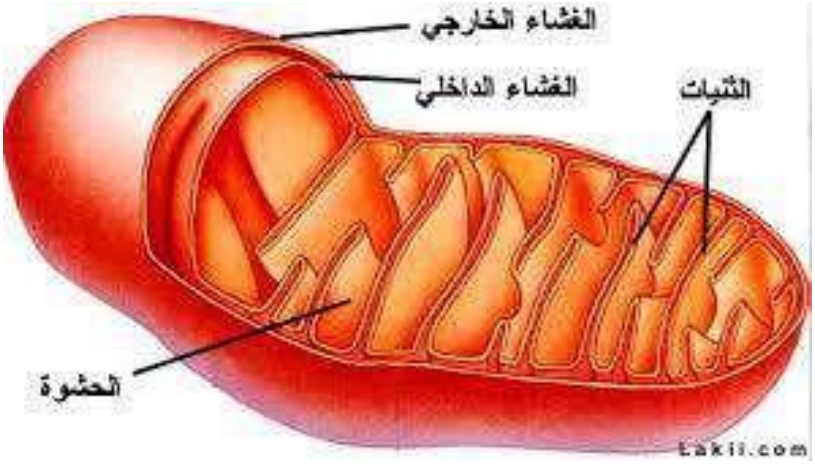
4- لا تصطبغ بنفس طريقة صبغ الكروموسومات.

5- تكون نامية بصورة جيدة في الخلايا النشطة جداً في النمو والبناء وتختلف النويات في شكلها وحجمها فهي غالباً دائرية الشكل يتراوح قطرها بين 2-4 مايكرومتر كما قد تكون بشكل مجسم ناقص يصل محوره الطولي تقريباً)6(مايكرومتر كما في خلية الفلق حيث يعتبر هذا النوع من الخلايا مثال جيد لخلايا تكون نواتها محتوية على نوية كبيرة الحجم وكذلك وفي الوقت نفسه تكون هذه الخلايا نشطة في البناء الكثيف للبروتين كما قد تكون النوية غير منتظمة الشكل ويلاحظ هذا الشكل غير المنتظم في انوية الخلايا التي تكون في الطور التمهيدي prophase من الانقسام. ان النوية تظهر عند فحصها بواسطة المجهر بانها غامقة اللون بالاضافة لكونها كثيفة وتحتوي على فجوات غير غشائية تسمى Nucleolar vacuoles وفي نهاية القرن التاسع عشر تم اثبات بأن هنالك علاقة مابين حجم النوية والفعالية البنائية للخلية وقد لوحظ بأن النويات كانت صغيرة او مفقودة في الخلايا ذات الفعالية القليلة في بناء البروتين مثل خلايا النطف وغيرها بينما كانت كبيرة في الخلايا المولدة للبيوض والخلايا العصبية وخلايا الافراز حيث يعتبر بناء البروتين في هذه الخلايا الصفة المميزة والدائمة فيها. تظهر النوية في الخلية الحية بصورة اجسام عالية الانكسار وسبب ذلك هو نتيجة التركيز العالي للمادة الصلبة التي يمكن قياسها بالمجهر متداخل الاطوار Interferance microscopy والتي تشكل حوالي 80% من الكتلة الجافة. وخلال المجهر الضوئي تظهر النوية عموماً متجانسة من حيث التركيب ولو ان قطيرات وفجوات صغيرة يمكن ملاحظتها وتتصل عادة بغشاء النواة الداخلي وبعض هذه الفجوات تبدو وكأنها تعبر في السايتوبلازم.

التركيب الكيمياوي للنوية Chemical structure of nucleolus

لقد عزلت النويات من خلايا البيوض غير الناضجة Oocyets للحيوانات المائية ومن خلايا الكبد وتحتوي في الغالب على الحامض النووي RNA بنسبة 3%-5% ان هذه الكمية اقل من الكمية المشار اليها في الدراسات الكيميائية الخلوية حيث يحصل بعض الفقدان خلال الاستخلاص. وتشير بعض الدراسات الى ان المكونات البروتينية الرئيسية في النوية هي البروتينات المفسفرة phosphoproteins ولم يلاحظ وجود بروتينات من نوع الهستونات Histones في النويات المعزولة حيث يكون اختبار صبغة الاخضر السريع fast green سالباً توجد ادلة على مستوى الكيمياء الخلوية حول وجود تركيز عالي من Orthophosphate الذي يعمل كمادة مكونة لفسفور الحامض النووي RNA.

المايتوكوندريا Mitochondria



لمايتوكوندريا عبارة عن عضيات حبيبية او خيطية موجودة بصورة عامة في الخلايا حقيقية النواة فهي موجودة في السايتوبلازم في الخلايا في الحيوانات الابتدائية والراقية والنباتات ويمكن الاستدلال على وجودها ورؤيتها في الخلية الحية باستعمال الاصباغ الحيوية كصبغة جانس الاخضر Janus Green والتي تصبغ المايتوكوندريا باللون الاخضر المزرق قليلاً وذلك بسبب وجود انزيم Cytochrome-Oxidase والذي يجعل الصبغة بحالتها المؤكسدة)الملونة.((

تعد المايتوكوندريا ثاني اكبر جزء في الخلية بعد النواة حيث يتراوح قطرها بين)1-5.0(مايكرومتر وطولها بين) 3-2(مايكرومتر . وان حجمها وشكلها يختلف من خلية الى اخرى حيث يعتمد على الحالة الايضية للخلية ويمكن ان تندمج نهاية كل واحدة مع الاخرى مكونة بذلك تراكيب اشبه ما تكون بحبة الشعير وان مصطلح المايتوكوندريا) Mito=thread ومعناها خيط(

و)Chondrion=Granule ومعناها حبيبة. وقد استخدم مصطلح المايتوكوندريا لاول مرة من قبل العالم بيندا Benda عام 1898 تتوزع المايتوكوندريا في اغلب الخلايا بصورة متجانسة في السايتوبلازم وفي قسم من الخلايا تتخذ المايتوكوندريا موقعاً خاصاً مثلاً في خلايا انابيب الكلية توجد المايتوكوندريا في لفات المناطق القاعدية بالقرب من غشاء البلازما بينما توجد المايتوكوندريا في قسم اخر متجمعة حول النواة اما خلال الانقسام الخيطي الاعتيادي Mitosis فانها متساوية العدد تقريباً في كلا الخليتين الشقيقتين ويجب الاخذ بنظر الاعتبار موقعها من ناحية الوظيفة وقد وجدت علاقة بين الموقع والوظيفة كأن يكون نقل المواد من منطقة الى اخرى بواسطة توليد الطاقة لهذه العملية من قبل الميتوكوندريا. وقد لوحظ في بعض الخلايا أن للمايتوكوندريا القابلية على التحرك بحرية ناقلة معها الادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP عند الحاجة.

التركيب الدقيق للمايتوكوندريا Ultrastructure of Mitochondria

تظهر المايتوكوندريا تحت المجهر الالكتروني تتكون من غشاء خارجي املس سمكه 60 انكستروم وتأتي بعده منطقة اقل كثافة وهي تفصل ما بين الغشاء الداخلي والخارجي وهي ذات قطر متغاير وتسمى هذه المنطقة بالردهة الخارجية Outer Chamber ويتراوح عرض هذه الردهة بين 40-70 انكستروم بعدها يأتي الغشاء الداخلي الذي يحتوي على التفافات داخلية تسمى الاعراف Cristae)مفرد عرف Crista(وله سمك مقارب في ذلك سمك الغشاء الخارجي. ويسمى التجويف الواقع الى داخل الاعراف بالردهة الداخلية inner Chamber يكون مليئاً بمادة كثيفة تتألف من حبيبات كثيفة وتسمى الحشوة Matrix ان اغشية المايتوكوندريا هي من نوع المتناظر وتمتلك طبقة دهنية ذات نمط كروي شأنها في ذلك شأن اغشية كولجي واغشية الشبكة الاندوبلازمية يتميز الغشاء الداخلي للمايتوكوندريا بوجود حبيبات صغيرة ذات رأس يتراوح قطره بين 80-100 انكستروم محمولاً على سويق طوله 50 انكستروم اما القاعدة فهي مكعبة ويعتقد ان غشاء هذه الحبيبات هو موقع حدوث الفسفرة التأكسدية Oxidative Phosphorylation وكذلك نظام نقل الالكترونات

.Electron transport system

الاعراف Cristae

ان غشاء المايتوكوندريا الخارجي تركيب اكثر ثباتاً من الاغشية الداخلية والعرضية ولقد لوحظت التحورات في تراكيب المايتوكوندريا وبصورة رئيسية في الاعراف وعلى الرغم من وجود بعض التغيرات في المادة البينية والحبيبات داخل المايتوكوندريا والغشاء الخارجي

ويختلف عدد الاعراف لكل مايتوكوندريا اختلافاً كبيراً ويعتمد ذلك على نوع النسيج التي توجد فيه فمثلاً تكون المايتوكوندريا لخلايا عضلات الطيران للحشرة وللعضلة القلبية لحيوان لبون ذات عدد عال جداً من الاعراف لان الايض التأكسدي يكون عالي في هذه العضلات بينما يكون عددها قليلاً في المايتوكوندريا لخلايا اخرى كالخلايا الهدبية وخلايا الرئتين وخلايا كبد الجرذ.

ويتباين ترتيب الاعراف داخل المايتوكوندريا وهي كما يلي:

1- اعراف موازية للمحور الطولي للمايتوكوندريا كما في الخلايا العصبية والعضلات و الخلايا المولدة للحيامن في الانسان.

2- اعراف عمودية على المحور الطولي وهو اكثر الانواع وجوداً.

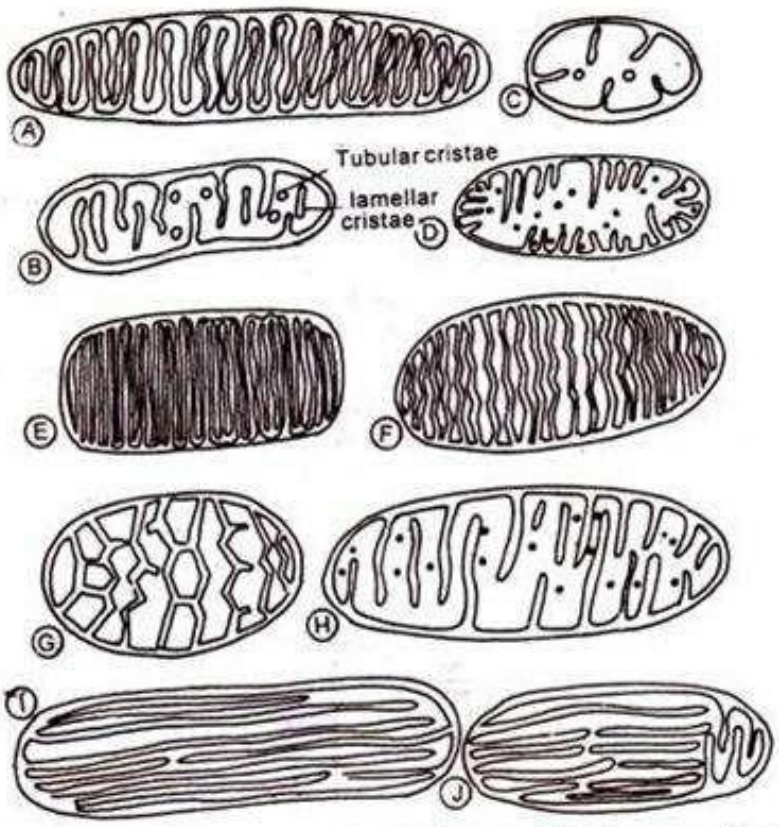
3- اعراف انبوبية الترتيب كما هو في خلايا الغدة الادرينالية وانابيب مالبيجي في الحشرات.

-
4

وفي

قسم

من



Structural variations in mitochondrial cristae. A Tubular cristae, *B* lamellar cristae, C. Cristae in salamander D. Plate like cristae, E. parallel cristae, F. cristae with sharp annulation, G. honey combs cristae, H. Usual cristae, I. Longitudinal cristae, J. Transverse and longitudinal cristae.

السبيرماتيدات فان الاعراف تترتب على شكل اقراص متحدة المراكز داخل الحشوة Matrix ومهما اختلفت الاعراف في ترتيبها فانها تؤدي الى زيادة المساحة السطحية للغشاء الداخلي وهناك نوعان رئيسيان من الاعراف وهما.

1- الاعراف الحاجزية (Septate Cristae Complete or in Complete)

ويكون هذا النوع على شكل تقسيمات جانبية متوازية تبدو ثلاثية الطبقة وهذه التقسيمات Partition تتكون من وحدتي غشاء منفصلة بواسطة استمرارية الردهة الخارجية كما تكون الاعراف الحاجزية مفردة ومستقيمة.

2- الاعراف النبيبية Tubular Cristae

حيث تظهر على شكل تقسيمات زغبية او خملية Villi–Like للغشاء الداخلي وقد وجدت في مايتوكوندريا الابتدائيات وخلايا الكبد والعصب.

المحتوى الكيميائي Chemical Composition

ان مكونات غشاء المايتوكوندريا مماثل لمكونات غشاء البلازما أي لبيدات مفسفرة وبروتينات وتوجد البروتينات على السطحين الخارجي والداخلي للمايتوكوندريا وهناك طبقة ثنائية الجزيئة من اللبيد بينها وعند تحليل محتوى الوزن الجاف للمايتوكوندريا تبين انها تحتوي على المواد التالية 25-70% بروتينات و 52-30% لبيدات ومن اللبيدات هنالك 90% على شكل لبيدات مفسفرة و 10% كولسترول وكاروتينويد وفيتامين E وبعض العناصر غير العضوية كالحديد والكبريت والنحاس توجد هناك انزيمات التنفس التي تساعد في عملية التنفس .

الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين المايتوكوندري Mitochondrial DNA (mtDNA)

تحتوي المايتوكوندريا على جزيئة DNA واحدة او اكثر وتكون دائرية الشكل ملتفة بصورة شديدة ويصل طولها ما يقارب 5 مايكروميتر وهي تماثل الـ DNA البكتيري الذي يظهر الشكل الدائري ايضاً يتصرف الـ mt DNA كالكروموسوم حيث يتضاعف بالطريقة الاعتيادية أي طريقة شبه محافظ Semi-Conservative مكوناً دوائر متعددة ونتيجة وجود الـ DNA فان المايتوكوندريا لها القابلية على التكاثر الذاتي وهناك اوجه عدة يختلف فيها mt DNA عن DNA النووي وهي:

1- ان mt DNA يحوي على G-C كوانين سايتوسين بكمية كبيرة مقارنة بـ DNA النووي ويكون ذا كثافة اعلى.

2- تكون درجة حرارة تغير الصفات Denaturation للـ DNA_{mt} اعلى من تلك لـ DNA النووي.

3- يكون شكل mt DNA دائرياً مثل DNA البكتريا بينما يكون DNA النواة ممتداً. 4- معدل استعادة الطبيعة Renaturation لـ mt DNA تكون بسرعة اكبر من DNA النووي.

5- يستنتخ mt DNA في فترة بعد البناء G2 لدورة الخلية وليس في فترة البناء S كما في DNA النووي وقد وجد ان الوزن الجزيئي للحامض الرايبوزي منقوص الاوكسجين للمايتوكوندريا DNA mt يساوي تقريباً 15000 وهي تعادل ما يقارب من 1×10 من ازواج القواعد التي تكون كافية لبناء البروتين الذي يحوي على ما يقرب من 5000 حامض اميني Amino Acid او 30 متعدد الببتيد وبمعدل وزن جزيئي قدره 000,20.

الحامض النووي الرايبوزي المايتوكوندري mt RNA(Mitochondrial RNA(يعمل الـ DNA mt على التشفير لانواع من الـ RNA المايتوكوندري منها الحامض النووي الرايبوسومي)rRNA, S16،S21(ولحوالي 19 من الناقل)tRNA(وللرسول RNA mRNA)(لصنع حوالي 20 بروتيناً تكون رايبوسومات المايتوكندريا على الاغلب اصغر من الرايبوسومات السايتوبلازمية) S55 ضد S80(اما البروتينات لهذه الرايبوسومات فأنها تأتي من تجويف المايتوكوندريا. تتمكن المايتوكوندريا من بناء حوالي 10 انواع من البروتينات ذات صفة كارهة للماء Hydrophobic بمعنى اخر تكون لبيدات بروتينية Proteolipids

ويمكن ايقاف بناء البروتين بواسطة مثبط بناء البروتين الكلورامفينيكول Chloramphenicol البكتريا في كما.

المنشأ Origin

لقد افترضت عدة مناشئ للمايتوكوندريا وفيما يلي بعض من تلك المناشئ:

1- على الرغم من التشابه الذي تظهره المايتوكوندريا للبلاستيدات الا انه لا يوجد أي دليل على ان المايتوكوندريا ناتجة من البلاستيدات او انها تولد البلاستيدات وقد دعم هذا القول من خلال دراسة الرايبوسومات في العضيات الخلوية حيث تبين من خلال ذلك ان معامل ترسيب رايبوسومات البلاستيدة الخضراء 70S في حين ان معامل ترسيب رايبوسومات المايتوكوندريا تختلف باختلاف الكائنات الحية حيث يتراوح بين 50-60S

2- اقترح Robertson مخططه الذي يمكن ان تنشأ منه المايتوكوندريا وقد وضع ثلاثة احتمالات لنشوء المايتوكوندريا فهي تنشأ من:

أ- غشاء البلازما. ب- الشبكة الاندوبلازمية. ج- الغلاف النووي.

المنشأ التطوري Evolutionary origin

ان المنشأ التطوري للمايتوكوندريا كان ذو اهمية متزايدة في الفترات الاخيرة وذلك بسبب حقيقة اشتراك المايتوكوندريا في كثير من خصاصها الشكلية وكيميائيتها الحياتية مع البكتريا والبلاستيدات النباتية في حين ان الخصائص المشتركة مع الخلايا حقيقية النواة قليلة وعلى اساس هذه الاختلافات فقد قدر ان اسلاف الكائنات الحرة المعيشة الشبيهة بالبكتريا كونت علاقة تعايشية مع خلية سلفية لاهوائية ذات نواة حقيقية التي كانت منذ ذلك الحين تكشف طريقها من تحلل السكر من المادة البينية لسايتوبلازمها واخيراً قد اعطت الكائنات البدائية النواة الهوائية المستقلة من الخلية مايتوكوندريتها عن طريق فقدان بعض خصائصها وقد احتفظت بغشائها الذي اصبح الغشاء الداخلي للمايتوكوندريا اما الغشاء الخارجي فقد اشتق من خلية ذات نوى حقيقية خلال عملية الالتهام الخلوي والشرب الخلوي وهذا يفسر الفروق الواضحة بين غشائي المايتوكوندريا الداخلي والخارجي.

ظائف المايتوكوندريا Function of mitochondria

تؤدي المايتوكوندريا جملة من الوظائف الرئيسية الآتية:

1- تمثل المايتوكوندريا المركز التنفسي في الخلية كونها غنية بالانزيمات الضرورية لعملية التنفس الخلوي Cell respiration.

2- يتم فيها ايض الدهون من خلال الاكسدة بيتا للاحماض الدهنية وفي الانسجة الحيوانية فقط.

3- بناء جزيئات الادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP حيث تقوم المايتوكوندريا بتجهيز الخلية بالطاقة الضرورية وتتحرر هذه الطاقة من خلال اكسدة المواد العضوية)الكلوكوز.(

4- بناء اجسام كيتون واستخداماتها.

5- بناء عدد محدد من البروتينات.

6- تجري فيها بعض تفاعلات دورة اليوريا.

ولغرض تحلل المواد العضوية)الكلوكوز(وتحرر الطاقة هنالك سلسلة من التفاعلات هي:

اولاً: الانشطار السكري Glycolysis.

ثانياً: دورة كريبس)دورة حامض الستريك(Kerbs cycle.

ثالثاً: انتقال الالكترونات والفسفرة التأكسدية Electron transport and oxidative phosphorylation

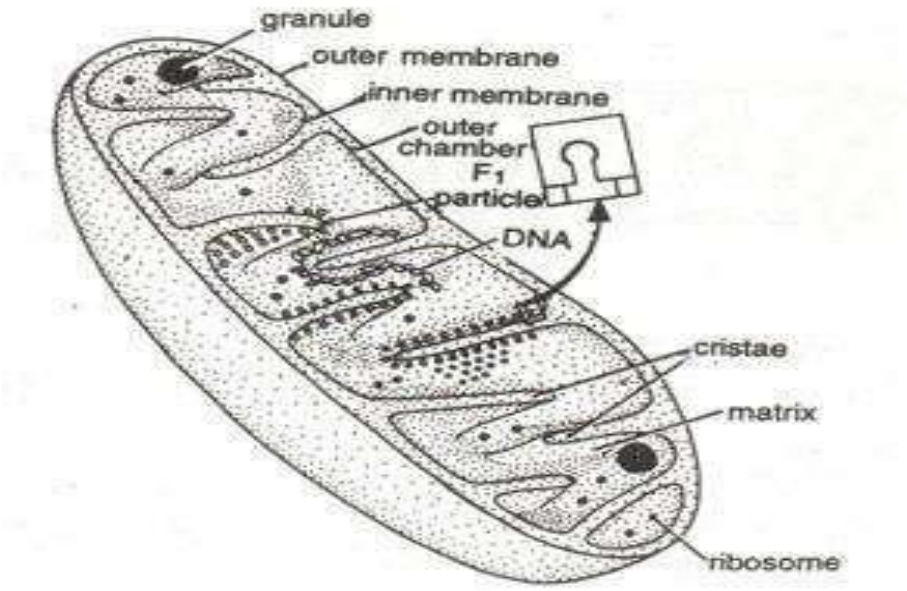


Fig. 2 Structure of mitochondrion cut longitudinally.

الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum

تعرف الشبكة الاندوبلازمية بانها عبارة عن شبكة ثنائية الجدار موجودة في السايتوبلازم ومنتشرة بصورة كبيرة وتعد الشبكة الاندروبلازمية جهازاً معقداً بحد ذاته حيث يتكون من فجوات منقسمة بدقة وهذه الشبكة ممتدة من الغلاف النووي الى الغشاء البلازمي. تعد الشبكة الاندوبلازمية المكون الاساسي)الرئيسي(للنظام الغشائي الداخلي Endomembrane system والذي يعرف كذلك بالنظام الفجوي السايتوبلازمي cytoplasmic vacules

system او الشبكة الفجوية السايتوبلازمية cytoplasmic vacules net حيث يتألف هذا النظام من المكونات التالية-:

1. **الغلاف النووي Nuclear envelope.**
2. **معقد كولجي Golgi complex.**
3. **الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum.**