المحاضرة السادسة

المرحلة الأولى

المايتوكوندريا Mitochondria

م.د.هبةالله عادل الحمداني

2020-2019

م.د.هبة الله عادل الحمداني

المايتوكوندريا Mitochondria

المايتوكوندريا هو مصطلح يطلق على مجموعة من المحتويات السايتوبلازمية المتميزة والتي تتخذ اشكالا متنوعة في الخلايا الحيوانية والنباتية ويتكون مصطلح المايتوكوندريا من جزئين هما ال (Mito تعني خيط) و (Chondrion تعني حبيبة) يمكن مشاهدة المايتوكوندريا في الخلايا الحية Living cells باستخدام بعض المجاهر ومنها

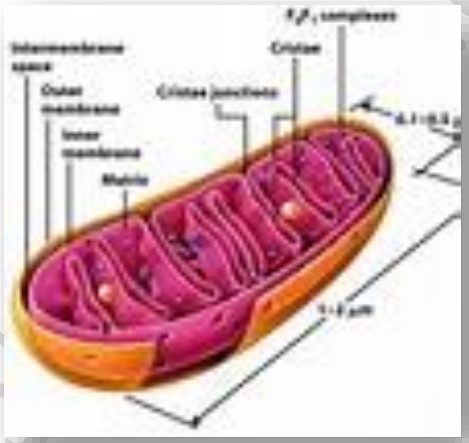
1 – المجهر المتباين الاطوار inter phases micro scop

2- مجهر المجال المظلم 0dark field micro scop

3- المجهر الضوئي الاعتيادي(باستخدام صبغة جانس الخضراء Janus green)0
Light microscop

حيث تظهر المايتوكوندريا على شل عصيات او تراكيب ليفية او حبيبات0

4- المجهر الالكتروني Electric micro scop



م.د. نزار الحمداني

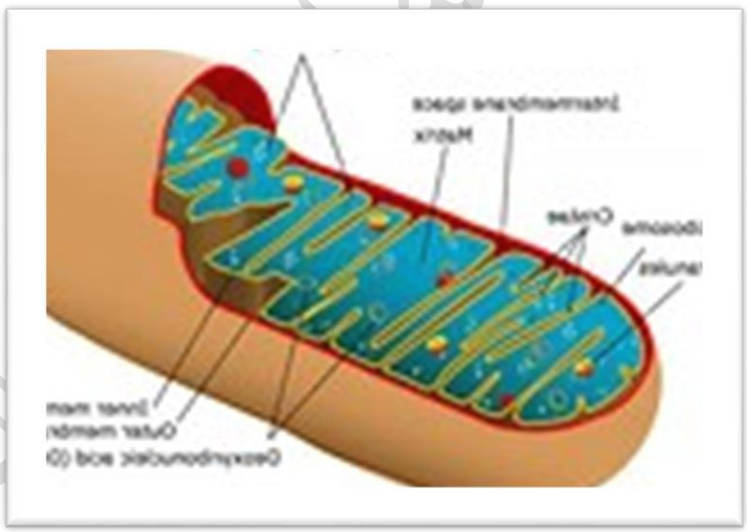
<u>الموقع Location</u>

تتواجد المايتوكوندريا موزعة بصورة متجانسة في السايتوبلازم اغلب الخلايا 0 الا انه في قسم من الخلايا تتوزع المايتوكوندريا بصورة موضوعية كما هو الحال في خلايا انابيب الكلية حيت توجد المايتوكوندريا في لفات المناطق القاعدية بالقرب من غشاء البلازما Plasma membrane في حين قد تتواجد المايتوكوندريا في قسم اخر من الخلايا متجمعة حول النواة 0

_ وقد يكون موقع ا لمايتوكوندريا له علاقة بالوظيفة التي تقوم بها كأن يكون نقل المواد من منطقة الى أخرى بواسطة توليد الطاقة لهذه العملية من المايتوكوندريا وفي بعض الخلايا فان المايتوكوندريا لها القابلية على التحرك بحرية ناقلة معها الفوسفات ثلاثي الادنين (ATP) عند الحاجة0

التركيب الدقيق للمايتوكوندرياUltrastructure of Mitochondria:

عند فحص المايتوكوندريا باستخدام المجهر الالكتروني لوحظ انها تتكون من غشاء خارجي أملس سمكه (60 انكستروم) وتأتي بعده منطقة اقل كثافة وهي تفصل بين الغشاء الخارجي والداخلي وهي ذات قطر متغاير وتسمى بالردهة الخارجية outer chamber ويتراوح عرض هذه الردهة بين (40 -70 انكستروم) بعدها يأتي الغشاء الداخلي الذي يحتوي على التفافات داخلية تسمى الاعراف (Cristae) وله سمك مقرب لسمك



الغشاء الخارجي ويسمى التجويف الواقع الى داخل الاعراف بالردهة الداخلية inner chamber حيث يكون مليئا بمادة كثيفة تتالف من حبيبات كثيفة تسمى الحشوة (matrix)0

الاعراف Cristae

لوحظ حدوث العديد من التحورات في تراكيب المايتوكوندريا وتحديدا في منطقة الاعراف cristae يعتمد عدد الاعراف لكل مايتوكوندريون على نوع النسيج الذي توجد فيه؛ فعلى سبيل المثال يكون لمايتوكوندريا خلايا عضلات الطيران للحشرة وللعضلة القلبية لحيوان لبون عدد عال جدا من الاعراف لان الايض التأكسدي عال في هذه العضلات في حين يكون عددها قليل في المايتوكوندريا لخلايا اخرى كا لخلايا الهدبية ciliary cells وخلايا الرئتين Lung cellوخلايا كبد Liver cellsالجرذ0

ترتيب الاعراف

تترتب الاعراف ترتيبا متباينا وهي كما يلي :

1- اعراف موازية للمحور الطولي للمايتوكوندريا كما في الخلايا العصبية والعضلات والخلايا المولدة للحيامن في الانسان 0
2- اعراف عمودية على المحور الطولي وهي اكثر الانواع انتشارا ووجودا0
3- اعراف انبوبية الترتيب كما هي في خلايا الغدة الادرينالية Adrenal glandوانابيب مالبيجي Malbighin tube في الحشرات insecta 0
4- اعراف تترتب على شكل اقراص متحدة المركز داخل حشوة Matrix كما في السبرماتيدات 0

_ مهما اختلف ترتيب الاعراف فانها تؤدي الى زيادة المساحة السطحية للغشاء الداخلي

انواع الاعراف Types of cristae

يوجد نوعان رئيسيان من الاعراف وهما :

1- الاعراف الحاجزية Septata Cristae

يكون هذه النوع من الاعراف على شكل تقسيمات جانبية متواز تبدو ثلاثية الطبقة كما تكون الاعراف الحاجزية مفردة ومستقيمة ويوجد هذا النوع في الخلايا المولد للحيامن في الانسان0

2- الاعراف النبيبيةTubular Cristae

يكون هذه النوع من الاعراف على شكل تقسيمات زغبية او خمليةvilli-like للغشاء الداخلي ويوجد هذا النوع في مايتوكوندريا الابتدائيات وخلايا الكبد 0

المحتوى الكيميائي Chemical composition :

عند تحليل محتوى الوزن الجاف للمايتوكوندريا تبين انها تتألف من المواد التالية :

- 6552-70% بروتينات
- 30% - ليبيدات
- 90% من الليبيدات تكون على شكل ليبيدات فسفورية phosph lipid
- 10% كوليسترول وبعض العناصر غير العضوية كالحديد والكبريت والنحاس
- انزيمات التنفس ومنها (cyto chrome oxidase, reductase, coenzyme 1)0

وظيفة المايتوكوندريا Mitochondrial Function:

من اهم الوظائف الايضية التي تقوم بها المايتوكوندريا هي :

1- الاكسدة oxidation
2- ازاحة الهيدروجين dehydrogenation
3- الفسفرة التأكسديةoxidative phosphorylation
4- الفعالية التنفسية Respiratory activity

_ تعد المايتوكوندريا العضو التنفسي للخلية التي تتأكسد فيها كليا المواد الغذائية

كالكاربوهيدرات والدهون الى ثاني اوكسيد الكاربون والماء لتحرر كمية كبيرة من الطاقة الحرة free energy لبناء مركب غني بالطاقة يدعى بالادينوسين ثلاثي الفوسفات adenosine triphosphate(ATP) في مناطق معينة في جدار المايتوكوندريا

_المايتوكوندريا تبني مركب ال ATP لذلك تسمى بيوت الطاقة للخلية Power houses of the cell

_ ATP هو عبارة عن قاعدة بيورين purin(أدنين) +سكر رايبوز+ثلاث جزيئات من حامض الفسفوريك0

_أدنين+سكر = (الادينوسين)نيوكليوسيدnucleoside

_ قد يحوي الادينوسين على مجاميع الفوسفات بصورة مفردة او مزدوجة او ثلاثية مكونا على التوالي

_ adenosine monophosphate(AMP)الادينوسن أحادي الفوسفات

_ adenosine di phosphate (ADP)الادينوسين ثنائي الفوسفات

_ adenosine tri phosphate (ATP)الادينوسين ثلاثي الفوسفات

_ ترتبط المجموعة الفوسفاتية الاخيرة في ال ATP مع ال ADP بواسطة آصرة خاصة تسمى بالاصرة الغنية بالطاقة Energy rich bond ممكن كسر وتحلل هذه الاصرة بواسطة الانزيمات او المعاملة بالحامض او القاعدة لتحرر كمية من الطاقة

ATP----------ADP+Pi + energy

_يمكن ان نلخص عملية أكسدة الكلوكوز الى ثنائي اوكسيد الكاربون والماء بالخطوات التالية:

1- عملية التحلل السكري الكلايكولسسGlycolysis
2- نزع مجموعة الكاربوكسيل التأكسدية Oxidative decarboxylation
3- دورة كربس Krebs cycle
4- سلسلة التنفس والفسفرة التأكسدية Respiratory chain and oxidative phosphorylation

د. هيثم الله عادل الحمداني

الكلايكولسس Glycolysis

التحلل السكري او مايعرف بمسار امبدينومايرهوفEmbden-Meyerhof pathways وهي المسارات الرئيسية لتحلل الكاربوهيدرات في معظم الخلايا 0 تحدث عملية التحلل السكري في السايتو بلازم وهي لاتحتاج الى الاوكسجين ؛ تحلل جزيئة الكلوكوز لتعطي حامض البيروفيك (مركب ثلاثي الكاربون) ثم تحرر الطاقة الت تكون كافية لبناء جزيئتين من ال ATP ؛ وفي

مايلي عملية تحول حامض البيروفيك في خلايا الخميرة والخلايا العضلية تحت الظروف غير الهوائية :

co

في خلايا الخميرة = حامض البيروفيك ---------- ----أسيتيلديهيدAcetaldehyde -----

---- كحول اثيلي + طاقة

ديهيروجينيز اللاكتك

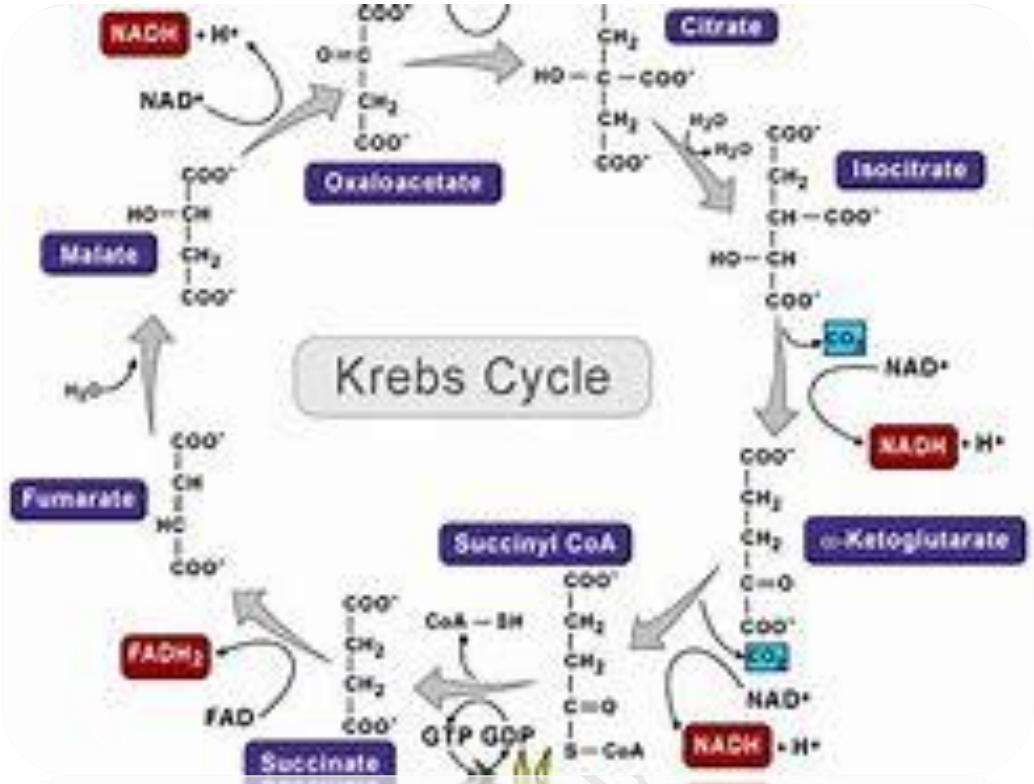
في الخلايا العضلية = حامض البيروفيك ---------- حامض اللاكتكLactic dehydrogenase +NAD+ طاقة

وعند دخول حامض البيروفيكالمايتوكوندريا بوجود الاوكسجين في الخلايا فانه يتأكسد الى 0co2 ,H20

نزع مجموعة الكربوكسيل التأكسدية:

وهي العملية التي فيها تتحول جزيئتين من حامض البيروفيك في المايتوكندريا الى جزيئتين من أستيل 0 COA

<u>دورة كربس</u>



السلسة التنفسية والفسفرةالأكسدية:

يطلق على عملية تكوين جزيئات ATP خلال عملية الاكسدة بالفسفرة التأكسدية

_ في مايلي معادلة كيميائية توضح عملية اكسدة الكلوكوز وبناء ال ATP

انزيمات التنفس

C6H12O6+ 6O2+6H2O+38ADP+38P----------6CO2+12H2O+38ATP

وبذلك فمن مجموع 38 جزيئة ATP ثمانية تنتج من عملية التحلل السكري لجزيئة واحدة من الكلوكوز و30 من جزيئتين من حامض البيروفيك0

المصادر :

1- Dakram dia shkara و مكرم ضياء شكارة / علم الخلية / 2000

2- د.علي محمد عبدالله / الخلية والانسان / 2013

3- عباس حسين مغير / علم حياة الخلية /2012

م.د.هبة الله عادل الحمداني