La Mitochondrie (بيوت الطاقة) **الميتوكوندريا**

تتولد الميتوكوندريا في الخلايا حقيقية النواة الهوائية (ما عدا بعض الطفيليات وحيدة الخلية Trichomonas) التي تستعمل الأكسجين في التنفس وتعتبر أهم العضيات الخلوية لارتباطها بإنتاج الطاقة الضرورية لأداء مختلف الوظائف الخلوية. أكتشفت من قبل العالم Altmann سنة 1894م، وهى ذات أبعاد صغيرة تتراوح ما بين 1-10 ميكرومتر، وعددها ما بين الواحد إلى أن يصل إلى الآلاف وهذا الاختلاف يكون وفقا لـ:

-الوظائف الفيزيولوجية للخلية، التأثيرات الداخلية كالهرمونات الحجم، التأثيرات الخارجية كالضوء، الحرارة، الأكسجين...، تعتبر الميتوكوندريا عضية متعددة الأشكال فمثلا عند إجراء مقاطع على مستوى الكبد وجد العديد من الميتوكوندريات الدائرية الصغيرة، أما بالقرب من الوريد المركزي في لب الكبد تأخذ هيئة خيطية غالبا، وبين هذين الموقعين يكون شكلها وسطي ويرجع تغير الشكل الميتوكوندريا إلى:

الحالة الوظيفية للخلية، درجة الأمن الهيدروجيني، الضغط الأسموزي وحركة سيتوبلازم الخلية.

يختلف توزع الميتوكوندريا حسب نوع الخلية فإما تتواجد بطريقة عشوائية كما في الخلايا الكبدية، متجمعة في القطب القمي كما في الخلايا المعوية، في القطب القاعدي ضمن الخلايا الكلوية أين يكثر عملية التبادل الخلوي أو تتنظم بشكل صفوف بين الليفات الدقيقة في الخلايا العضلية كعضلة القلب وبصفة عامة لا بد من معرفة أن الميتوكوندريا توجد بالقرب من مكونات الخلية التي تتطلب كمية ثابتة من الطاقة.

تستطيع مشاهدة الميتوكوندريا على مستوى خلايا حية أو تحضيرات نسيجية منجزة بمساعدة تقنيات خاصة حيث تظهر على شكل حبيبات صغيرة أو عضوية منتشرة في السيتوبلازم باستعمال ملونات حيوية اختيارية كأخضر الجانوس B الذي لا يأخذ أي لون وهو في حالته المرجعة وبالعكس حينما يتأكسد يتلون بالأزرق.

نسبة الميتوكوندريا:

يمكن دراسة البنية الدقيقة للميتوكندريا من خلال المجهر الالكتروني حيث تبدو محاطة بغشاءين (غلاف) يحجزان بينهما فراغا عرضه من 6- 10 نانومتر ويحيطان بمادة تعرف بالقالب.

-يتألف الغشاء الخارجي كيميائيا من 60 % بروتينات و40 % أو (50 %) ليبيدات ويفصل محتويات الميتوكندريا عن العصارة الخلوية Cytosol تشكل بعض البروتينات (التي ندعوها **بورينات Porinis**) قنوات مائية لا إصطفائية تخترق الطبقة الليبيدية المضاعفة للغشاء الخارجي وتجعله نفوذا لكل جزيء أصغر من 5000 دلتون، يتضمن الغشاء الخارجي مستقبلات وبروتينات خاصة تسمح بالتعرف وباستيراد البروتينات الميتوكوندريا التي يرمز لها الجينوم النووي ويتم تركيبها في السيتوبلازم، كما نجد في الغشاء الخارجي إنزيمات متنوعة.

-يختلف تركيب الغشاء الداخلي تماما عن الغشاء الخارجي، ويميز بشكل خاص الميتوكوندريا (80 % بروتينات و20% ليبيدات) وهو مركز نقل الالكترونات وضخ البروتونات والجهاز الضروري لتركيب الـATP.

الليبيدات المشاركة في تركيبه تشبه من حيث طبيعتها تلك المصادفة لدى البكتيريا أما البروتينات فهي متنوعة ويزيد عددها على 100 جزيء مختلف وهي في معظمها كارهة للماء أهم هذه البروتينات:

-البروتينات التي تسمح بدخول بروتينات أخرى مشفرة من قبل الجينوم النووي.

-إنزيمات البيرمباز التي تنقل الأيونات، وال ATP وجزيئات استقلابية أخرى ناتجة في العصارة الخلوية، هذه الأنزيمات ضرورية لنفوذ هذه المواد لأن العشاء الداخلي غير نفوذ للأيونات والجزيئات الأخرى.

-الأنزيم ATP synthetase (ATPase) المنغرس في الغشاء الداخلي عبر سويقة وهو معقد بروبيني شارك في تكوينية العديد من الجزيئات البروتينية وظيفته تركيب الـATP.

-السيتوكروم P 450 الذي يسهم في نقل الإلكترونات أثناء أكسدة المواد المغذية.

-من البروتينات المهمة في الغشاء الداخلي أنزيمات تسهم في تكديس وتحرير شوارد الكالسيوم التي تؤدي دورا مهما في إثارة النشاطات الخلوية، وقد أظهرت الدراسات الحديثة دورا مهما في تنظيم شوارد الكالسيوم في العصارة الخلوية.

-يحيط الغشاء الداخلي بقالب Matrix له قوام شبيه بالهلام ويعود ذلك لتضمه تراكيز غالية من البروتينات المنحلة في الماء يتضمن القالب:

-عددا كبيرا من الأنزيمات المسؤولة عن أكسدة الحموض الدسمة ونزع CO_2 من حمض البيروفيك وأنزيمات حلقة كريس.

-عددا كبيرا من جزيئات DNA الحلقية (mtDNA) التي لا يمكن إظهارها بالمجهر الالكتروني إلا باستعمال تقنيات تلوين خاصة.

-جزيئات من الرناARN (الناقل والرسول والريبوزومي).

-ريباسات خاصة أصغر حجما من تلك الموجودة في السيتوبلازم قريبة في بيتها من ريباسات بدائيات النوي.

وظيفة الميتوكوندري:

دورها الأساسي هو الاكسدة الخلوية (التنفس) وهي عملية حيوية تهدم خلالها الركيزة (مادة التفاعل) العضوية (سكريات خاصة أو أحماض دهنية) كليا في وجود الأكسجين من خلال مجموعة من التفاعلات على مراحل متواصلة والتي تؤدي إلى تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى ATP القابلة للاستعمال من طرف الخلية في مختلف نشاطاتها حسب المعادلة:

$$C_6H_{12}O_6 \text{ (غلوكوز)} + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + \text{طاقة}$$