

الشبكة الإندوبلازمية والريبوسومات - جولجي - الميتوكوندريا

اعداد: الاستاذ رامي النواب
شبكة العلوم العربية olom.info

الشبكة الإندوبلازمية و الريبوسومات

-: The Endoplasmic Reticulum and The Ribosomes

أ. كيفية اكتشافها :-

أثناء قيام العالم بورتر عام 1945 م بفحص بعض الخلايا بواسطة ميكروسكوب التباين ، و جد أن أرضية الخلية أو ما يسمى بالهياوبلازما Hyaloplasm أنها تحتوي على جهاز من التجاويف المتفرعة الدقيقة المحاطة بأغشيرة رقيقة أطلق عليها اسم الشبكة الإندوبلازمية

. Endoplasmic Reticulum

و قد تأكد من وجود هذه الشبكة فيما بعد بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني ، كما تأكد أنها موجودة في جميع أنواع الخلايا ذات الأنوية تقريبا .

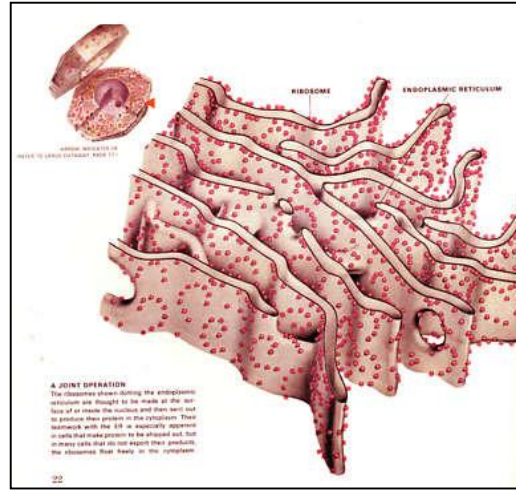
ب. تركيب الشبكة الإندوبلازمية و مظهرها :-

1. على الرغم من أن الشبكة الإندوبلازمية تختلف بعض الشيء من خلية إلى أخرى في مظهرها و تركيبها ، إلا أنها تتكون دائما من مجموعة من التجاويف المحاطة بأغشيرة رقيقة و التي يتصل بعضها ببعض لتكون شبكة متصلة داخل الخلية .

2. تسمى هذه التجاويف بالصهاريج Cisternae ، و هي أنبوبية الشكل أو غير منتظمة ، إلا أنها عادة ما تظهر كمجموعة تجاويف منفصلة مستديرة الشكل أو بيضاوية أو ممدودة في تحضير المجهر الإلكتروني .

3. و يفترض أن أغشيرة هذه الشبكة الإندوبلازمية تقسم سيتوبلازم الخلية إلى قسمين ، أحدهما هو الجزء الذي تحيط به هذه الأغشيرة . و الآخر هو الموجود خارج هذه الأغشيرة و الذي يطلق عليه اسم السيتوبلازما الخلالية Cytoplasmic Matrix . و يوضح الشكل رقم (24)

الشبكة الإندوبلازمية و الريبوسومات .



شكل رقم (24)

4. هناك نوعان من الشبكة الإندوبلازمية :-

أ. الشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو المحببة .

ب. الشبكة الإندوبلازمية الملساء أو غير المحببة .

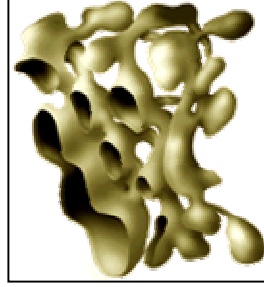
الشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو المحببة Granular or Rough Endoplasmic Reticulum

1. يتميز هذا النوع بوجود عدد كبير من الحبيبات الدقيقة على السطح الخارجي للشبكة .
2. هذه الحبيبات تكون غنية بحامض الريبونيوكلريك و البروتينات ، لذا تسمى الريبونيوكليوبروتين (ح ر ب) (R N P) Ribonucleoprotein Particles أو الرايبوسومات Ribosomes . كما في الشكل رقم (22) السابق .
3. لا يقتصر وجود هذه الحبيبات على أسطح الأغشية الإندوبلازمية فقط ، و إنما توجد أيضا على شكل تجمعات أو كتل موزعة بين أجزاء الشبكة الإندوبلازمية .
4. تمثل الرايبوسومات مواقع تصنيع البروتين في الخلية .لذا فهي تتوافر بكثرة في الخلايا ذات الأنشطة مثل الكبد و البنكرياس .
5. في الخلايا الإفرازية يلاحظ الشبكة الإندوبلازمية تتركز في قواعد هذه الخلايا ، و تتجمع داخل تجايفها مواد خاصة تعرف بالمحتويات داخل الصهاريج Intracisternal Inclusions.

الشبكة الإندوبلازمية الملساء أو غير المحببة Agranular or Smooth Endoplasmic Reticulum

1. يتميز هذا النوع بخلوه من الرايبوسومات .

2. يقتصر وجوده على أنواع قليلة من الخلايا ، مثل الخلايا الصبغية الطلانية لشبكة العين ، و الخلايا العضلية الإرادية . و يبدو أن الشبكة هنا تقوم بدور حسي في مثل هذه الخلايا . و يوضح الشكل رقم (25) هذا النوع من الشبكة الإندوبلازمية



شكل رقم (25)

ج. العلاقة بين الشبكة الإندوبلازمية و غشاء النواة و غشاء الخلية :-

1. الشبكة الإندوبلازمية وثيقة العلاقة بغشاء النواة ، الذي يتكون من غشائين ، يتصل الخارجي منهما بأغشية الشبكة الإندوبلازمية .
2. اعتبر العالم بورتر في عام 1960 م أن غلاف النواة يمثل الجزء الأساسي من الشبكة الإندوبلازمية ، و أن الأجزاء الأخرى من هذه الشبكة ما هي إلا امتدادات للغشاء النووي .
3. الدليل أو التفسير على هذا الرأي هو وجود الشبكة الإندوبلازمية في خلايا الدم الحمراء الصغيرة المتكونة حين يوجد بها أنوية ، و اختفائها عندما يكتمل نموها ، و ذلك عند فقد الأنوية .
4. تتصل الشبكة الإندوبلازمية في معظم الخلايا بغشاء الخلية ، و هذا يعني أنها تمتد من غشاء النواة إلى غشاء الخلية .
5. تجاوبف الشبكة الإندوبلازمية تفتح إلى الخارج في الفسحات بين الخلية .
6. في الخلايا النباتية بالذات ، تبدو الشبكة الإندوبلازمية في أي خلية ترتبط بنظيرتها في الخلايا ، مما يكون الوصلات بين الخلية Plasmodesmata

د. التركيب الكيميائي :-

تتكون أغشية الشبكة الإندوبلازمية من مواد دهنية و بروتينية متحدة مع بعضها البعض فيما يسمى بالمركبات الليبوبروتينية

هـ. النشاط الحيوي :

1. تلعب الشبكة الإندوبلازمية ، و بخاصة النوع المحبب فيها دورا هاما في عملية تصنيع البروتينات ، و تكوين الإفرازات في الخلية .
2. يتم ذلك باستخدام الأحماض الأمينية المختلفة الموجودة في الخلية .
3. و يتضح هذا من خلال وجود حبيبات الزيموجين (المادة الخام لتصنيع الإنزيمات) داخل تجاويف الشبكة الإندوبلازمية .
4. يلاحظ أيضا وجود مادة زلالية داخل تجاويف الشبكة الإندوبلازمية لخلايا قناة بيض الدجاجة .
5. بالإضافة إلى ما لاحظته العالم ويسيج عام 1960 م أن تجاويف الشبكة الإندوبلازمية في خلايا الغدة الدرقية مليئة بالإفرازات الغروية لتلك الخلايا
6. كما توجد وظيفة محتملة للشبكة الإندوبلازمية و هي أن تجاويفها تعمل كممرات يتم من خلالها نقل المواد المختلفة بين الأجزاء السيتوبلازمية المختلفة .

جهاز جولجي The Golgi Apparatus :-

اكتشف هذا التركيب الخلوي العالم كاميللو جولجي عام 1898 م في الخلايا العصبية للقط و بعض الطيور ، و قد وصف جولجي هذا التركيب بأنه جسم شبكي له قابلية شديدة لترسيب نترات الفضة و رابع أكسيد الأزميوم .

و قد أمكن التحقق فيما بعد من وجود هذه التراكيب في أنواع عديدة من الخلايا الحيوانية و أطلق عليه اسم شبكة جولجي Golgi Network أو جهاز جولجي Golgi Apparatus .

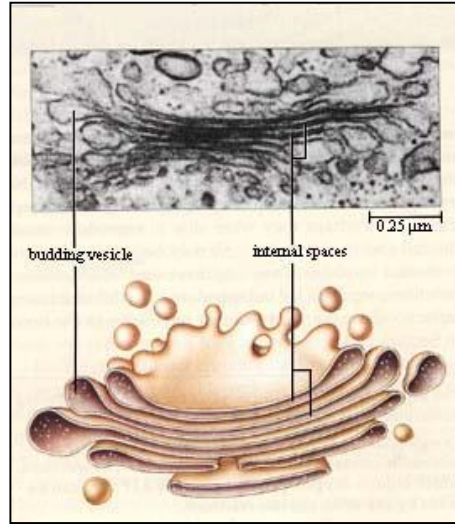
و توجد في الوقت الحالي عدة دلالات علة وجود هذا الجهاز في الخلايا النباتية .

أ. مظهر الجهاز و أماكن تواجده :-

1. يوجد جهاز جولجي في الأنواع المختلفة من خلايا الفقاريات - باستثناء الخلايا التناسلية - على هيئة تركيب شبكي .
2. أما الخلايا التناسلية و جميع خلايا اللافقاريات ، و كذلك الخلايا النباتية ، فإن جهاز جولجي يوجد فيها على هيئة أجسام مقوسة يطلق عليها الدكتيوسومات Dictyosomes .
3. لجهاز جولجي موقع خاص مميز في الأنواع المختلفة من الخلايا ، مثال ذلك أنه في بعض أنواع الخلايا الإفرازية ، مثل خلايا الأجزاء القنوية من البنكرياس ، يوجد جهاز جولجي في القطب الإفرازي للخلية ، أي بين النواة و الحافة الحرة للخلية ، بينما يحيط بالنواة في الخلايا العصبية .
4. يختلف مظهر جهاز جولجي اختلافا بينيا تبعا للحالة الفسيولوجية للحيوان ، فيبدو مثلا في الخلايا الطلانية لأمعاء الحيوان الجائع على هيئة جسم صغير كثيف يحتل منطقة صغيرة من السيتوبلازم ، إلا أنه بعد التغذية ، يزداد حجمه تدريجيا ليحتل حيز أكبر من السيتوبلازم ، هذا بالإضافة إلى ظهور كثيرة من إنتاج جهاز جولجي في المنطقة المحيطة به .
5. كذلك يظهر جهاز جولجي تغيرات واضحة في الشكل أثناء تكوين و نمو الحيوان خاصة في الخلايا العصبية ، ففي خلايا الحيوانات الصغيرة يكون جهاز جولجي على هيئة تركيب شبكي صغير يقع عند القطب المحوري للخلية ، و يزداد حجم هذا التركيب تدريجيا مع نمو الحيوان ، حتى يحيط بالنواة إحاطة تامة ، و مع تقدم الحيوان في العمر ، تتهدم هذه الشبكة و تنفتت إلى حبيبات صغيرة تظهر متناثرة في أنحاء الخلية .

ب. البنيان الدقيق :-

1. يبدو جهاز جولجي في صورة الميكروسكوب الإلكتروني مكونا من ثلاثة أجزاء رئيسية هي :-
 - I عدد من الحويصلات المحدودة رقيقة الجدران تجري موازية لبعضها البعض .
 - II عدد من التجاويف الكبيرة المستديرة المغلفة بأغشية رقيقة تقع عند نهاية الحويصلات .
 - III مجموعة صغيرة من التجاويف الدقيقة .
- و يبين الشكل رقم (26) جهاز جولجي



شكل رقم (26)

ج. التركيب الكيميائي :-

1. يتركب جهاز جولجي من مواد دهنية و بروتينية متحدة مع بعضها البعض في مادة ليوبروتينية معقدة التركيب .
2. يوجد الجزء الدهني في حالة مقنعة غير ظاهرة تحيط به طبقة رقيقة من البروتين ، إلا أنه يمكن تعرية الجزء الدهني و إظهاره عن طريق معاملة الخلايا بإنزيمات خاصة تهضم البروتينات الخارجية و تذيبها .
3. و يحدث هذا بصورة طبيعية عادة في بعض خلايا الحيوانات المسنة و في بعض الحالات المرضية .

د. الوظائف :-

1. يقوم جهاز جولجي بدور هام في تكوين المواد الإفرازية ، مثل المواد الخام التي تتكون منها الإنزيمات و تعرف بالزيموجين . و إفراز الصفراء و المواد المخاطية و الهرمونات و فيتامين ج ، و غيرها .
2. يلاحظ تراكم كل من إنزيمي الفسفاتيز الحمضي و القلوي في المنطقة التي يحتلها جهاز جولجي في الخلايا الطلائية ، مما يشير إلى أنه وثيق الصلة بتكوين هذه الإنزيمات .
3. يعتقد أن جهاز جولجي يرتبط ببعض النشاطات الخلوية الأخرى ، مثل تكوين الجسم القمي للحيوانات المنوية ، و تكوين السائل الزلالي في الفاصل و الطبقة العاجية للأسنان .

هـ . التغيرات المرضية :-

1. تحدث في جهاز جولجي تغيرات معينة تحت تأثير بعض الحالات المرضية ، فقد لاحظ موسى عام 1956 م أنه إذا قطعت محاور بعض الخلايا العصبية ، فإنه يحدث تدهم واضح في جهاز جولجي داخل الخلايا التي كانت متصلة بتلك المحاور .
2. كذلك يتأثر جهاز جولجي تأثيرا واضحا بالعديد من المواد الكيميائية ، مثل المبيدات الحشرية ، و المورفين و الفسفور .
3. كذلك يتأثر بنقص فيتامين ب .

الميتوكوندريا The Mitochondria :-

الميتوكوندريا عضيات خلوية حية توجد في جميع أنواع الكائنات ، ابتداء من أبسط الأشكال مثل وحيدة الخلية كالأميبيا ، إلى أكثر الأشكال الحيوانية و النباتية تعقيدا .
و قد وصف فلمنج الميتوكوندريا لأول مرة عام 1882 م ، و أسماها الخيوط أو (فيلا) . و أعاد ألتمان وصفها عام 1890 م ، و لكنه أطلق عليها (بيوبلاست) أي الأجسام الحية . و يعتبر بندا أول من استعمل كلمة (ميتوكوندريا) لدلالة على هذه الأجسام عام 1897 م .

أ. المظهر و أماكن التواجد :-

1. توجد الميتوكوندريا في الخلايا المختلفة على هيئة حبيبات دقيقة أو عصى قصيرة أو خيوط .
2. يتراوح طولها بين 0.5 - 1 ميكرون ، و يصل طول لأنواع الخيطية منها إلى 10-12 ميكرون ، و قد يوجد في الخلية نوع أو أكثر من هذه الأشكال .
3. عدد الميتوكوندريا ثابت بالنسبة للنوع الواحد من الخلايا ، فيوجد في الأميبيا على سبيل المثال 500.000 ميتوكوندريون ، و يوجد في الخلية الكبدية للفأر 2500 ميتوكوندريون ، بينما ينخفض هذا الرقم إلى عدد يتراوح ما بين 175-800 ميتوكوندريون في خلايا الكبد السرطانية المعروفة باسم (هيباتوما) .
4. و تكثر الميتوكوندريا بصفة عامة في الخلايا الأكثر تخصصا ، مثل خلايا الكبد و خلايا الكلية ، عنها في الخلايا الأقل تخصصا أو الأقل نشاطا ، مثل خلايا الغدة التيموسية .

5. توجد الميتوكوندريا في معظم الحالات موزعة توزيعا منتظما متجانسا في السيتوبلازم ، و لكنه في أنواع معينة من الخلايا يقتصر وجودها على مناطق سيتوبلازمية محددة ، و ذلك كما في خلايا الكلية ، حيث توجد في الأجزاء القاعدية منها ، و لذا تكون قريبة من الشعيرات الدموية التي تغذي هذه الخلايا .

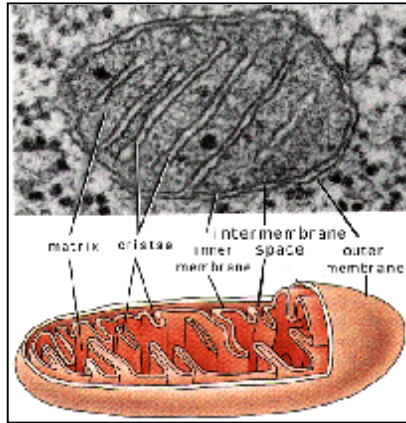
6. الميتوكوندريا لا يمكن مشاهدتها في الخلايا الحية بالميكروسكوب العادي ، و ذلك لأن معامل انكسار الضوء بالنسبة لها منخفض بسبب ما تحتويه من مواد دهنية ، و لكن يمكن إظهارها بميكروسكوب التباين .

7. كما يمكن صبها بصبغات حيوية خاصة مثل صبغ أخضر جانس Janus Green ، فتظهر بصورة أوضح نتيجة لأن المادة الصبغية لونها يتأثر الإنزيمات المؤكسدة المتوفرة داخل الميتوكوندريا .

8. و تصبغ الميتوكوندريا في التحضيرات المثبتة المستديمة يصبغ الفوكسين الحمضي ، و صبغ الهيماتوكسيلين .

ب. البنيان الدقيق :-

1. تظهر الميتوكوندريا في صور الميكروسكوب الإلكتروني على هيئة أكياس يحيط بكل منها غشائين رقيقان ، و يبين الشكل رقم (27) الميتوكوندريا .



شكل رقم (27)

2. الخارجي منها مستو ، اما الداخلي فمتعرج و يمتد إلى الداخل في تجويف الميتوكوندريون مكونا عدد من البروزات أو الحواجز يطلق عليها الحواجز الداخلية Internal Ridges أو الأعراف الميتوكوندرية Cristae Mitochondrialis .
3. تقسم هذه الحواجز التجويف الداخلي للميتوكوندريون تقسيما غير تام إلى عدد من الحجرات الصغيرة .
4. يختلف شكل الحواجز الداخلية فهي قد تكون صفيحية أو ورقية ، و قد تكون أنبوبية أو على هيئة خملات دقيقة .
5. تعمل هذه الحواجز على زيادة السطح الداخلي الذي تحدث عليه التفاعلات الكيميائية العديدة داخل الميتوكوندريا ، و يتضح ذلك بجلاء في بعض الخلايا النشطة ، مثل خلايا عضلات الطيران في الحشرات و الطيور ، التي تحتوي الميتوكوندريا فيها على أعداد كبيرة نسبيا من الحواجز الداخلية .

ج. التركيب الكيميائي :-

1. تتكون الميتوكوندريا أساسا من الدهون و البروتينات ، بالإضافة إلى بعض المواد العضوية الأخرى ، و الأملاح و الفيتامينات .
2. و لقد لوحظ حديثا وجود جزيئات دقيقة من حامض دي أكسي ريبوز النووي في ميتوكوندريا بعض الخلايا .
3. كما تعتبر الميتوكوندريا المستودع الرئيسي للإنزيمات التنفسية في الخلية ، مثل مجموعة إنزيمات السيتوكروم المؤكسد ، و الإنزيم نازع الأكسجين السكسيني ، و غيرها . و هذا يفسر تسمية الميتوكوندريا بالبطاريات الإنزيمية .

د. الوظائف :-

1. يطلق على الميتوكوندريا اسم مولدات الطاقة في الخلايا ، و ذلك لأن الكثير من التفاعلات الكيميائية التي تتضمن أكسدة المواد الغذائية و استخلاص الطاقة منها تتم داخل الميتوكوندريا بتأثير الإنزيمات الموجودة بداخلها .
2. و لقد لاحظ جريرن عام 1961 م أنه حتى لو فتت الميتوكوندريا إلى جزيئات صغيرة فإنها تظل تؤدي بعض وظائفها الخاصة بأكسدة المواد الغذائية .

3. و لقد لوحظ أن السيانيد المعروف بأنه مثبط لنشاط الإنزيمات التنفسية له تأثير واضح على الميتوكوندريا ، فهو يمنعها من تأدية وظائفها .
4. ترتبط الميتوكوندريا ارتباطا وثيقا بالنشاط الأيضي العام للخلية ، خاصة فيما يتعلق بأبيض الدهون ، و الأحماض الأمينية .
5. و هي أيضا مسؤولة عن تكوين غمد الذيل في الحيوانات المنوية .

هـ . التغيرات المرضية :-

1. تتأثر الميتوكوندريا بشكل واضح بالكثير من الحالات المرضية التي تحدث في الكائن الحي ، ففي معظم هذه الحالات تتجمع الميتوكوندريا مع بعضها البعض و تتحول إلى قطرات دهنية ، أو تتفتت ، ثم تختفي تدريجيا من الخلايا .
2. من بين العوامل التي تؤثر على الميتوكوندريا : السيانيد ، والفسفور ، والمبيدات الحشرية، والأشعة السينية .