المايتوكوندريا Mitochondria

عبارة عن عضيات حبيبية او خيطية موجودة بصورة عامة في الخلايا حقيقية النواة فهي موجودة في السايتوبلازم في خلايا 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(0.5 - 1) مايكرومتر وطولها بين (2 - 3) 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.

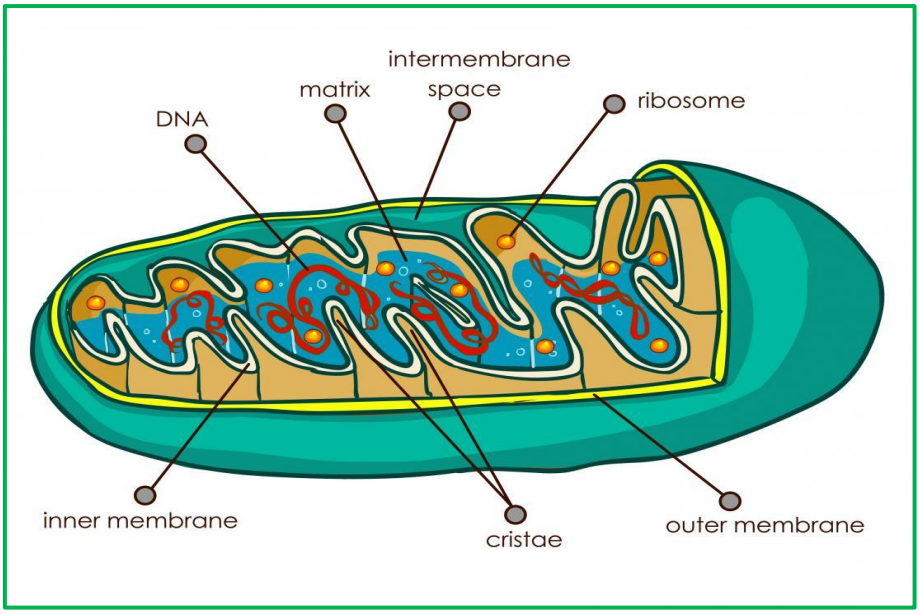
وقد استخدم مصطلح المايتوكوندريا لاول مرة من قبل العالم بيندا Benda عام 1898 وتتوزع المايتوكوندريا في اغلب الخلايا بصورة متجانسة في السايتوبلازم وفي قسم من الخلايا تتخذ المايتوكوندريا موقعاً خاصاً مثلاً في خلايا انابيب الكلية توجد المايتوكوندريا في لفات المناطق القاعدية بالقرب من غشاء البلازما بينما توجد المايتوكوندريا في قسم اخر متجمعة حول النواة.

اما خلال الانقسام الخيطي الاعتيادي Mitosis فإنها 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 بانها متكونة 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.

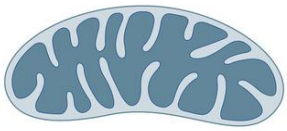
يسمى التجويف الواقع الى داخل الاعراف بالردهة الداخلية Inner Chamber يكون مليئاً بمادة كثيفة تتألف من حبيبات كثيفة وتسمى الحشوة Matrix ان اغشية المايتوكوندريا هي من نوع المتناظر وتمتلك طبقة دهنية ذات نمط كروي شأنها في ذلك شأن اغشية كولجي واغشية الشبكة الاندوبلازمية ويبلغ سمكها بين 20-23 انكستروم اما الطبقة البروتينية الخارجية فيبلغ سمكها 15-17 انكستروم ويتميز الغشاء الداخلي للمايتوكوندريا بوجود حبيبات صغيرة ذات رأس يتراوح قطره بين 80-100 انكستروم محمولاً على سويق طوله 50 انكستروم وقطره 30-40 انكستروم اما القاعدة فهي مكعبة وقياسها 110×40 انكستروم ويعتقد ان غشاء هذه الحبيبات هو موقع حدوث الفسفرة التأكسدية Oxidative Phosphorylation وكذلك نظام نقل الالكترونات Electron Transport System.



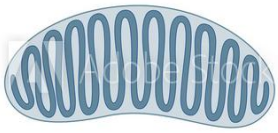
الاعراف Cristae

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.

يتباين ترتيب الاعراف داخل المايتوكوندريا وهي كما يلي:



1- اعراف موازية للمحور الطولي للمايتوكوندريا كما في الخلايا العصبية والعضلات والخلايا 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.

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

1- الاعراف الحاجزية Septate Cristae Complete or in Complete

يكون 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.

وظائف المايتوكوندريا Function of mitochondria

تؤدي المايتوكوندريا جملة من الوظائف الرئيسية الآتية:

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

2- يتم فيها ايض الدهون من خلال الاكسدة بيتا للأحماض 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.

لغرض تحلل المواد العضوية (الكلوكوز) وتحرر الطاقة بالمايتوكوندريا 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

جهاز كولجي Golgi Apparatus

يسمى في بعض الاحيان جسم كولجي وصفه لأول مرة العالم كولجي في الخلايا العصبية عام 1898م بعد معاملة الخلايا بأصباغ تحتوي على معادن ثقيلة كالفضة. وفي عام 1950م اثبت وجوده في الخلايا الحيوانية ذات الطبيعة الافرازية من قبل العالم بالاد Palade باستخدام المجهر الالكتروني وهو عبارة عن اكياس ذات اغلفة ملساء مرتبة بحيث يأخذ سطحها الاعلى بالضيق. يحيط بهذا النظام حويصلات Vesicles و يتراوح قطرها 50 نانومتر او اكثر وهي عبارة عن فجوات افرازية Secretory Vacuoles وتحتوي على البروتين مطروح كان قد تم بناؤه في الشبكة الاندوبلازمية الخشنة RER وانتقل الى جهاز كولجي والفجوات الافرازية .

الشكل العام General morphology

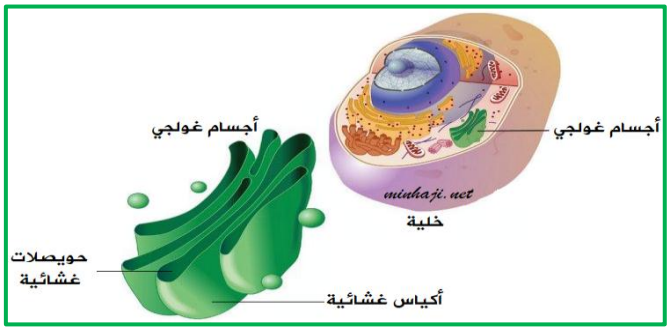
تبين من خلال دراسة جهاز كولجي في الخلايا كاملة النضوج تحت المجهر الالكتروني انه يحتوي على تراكيب متعددة ومنها ثلاث تراكيب رئيسية وهي:

1- اكياس أو احواض مسطحة Flattened Sacs or Cisterna
2- الحويصلات Vesicles
3- الفجوات Vacuoles

والاكياس المسطحة تشبه في مظهرها الشبكة الاندوبلازمية الناعمة SER حيث تصطف هذه الاكياس على شكل اكوام من اغشية ثنائية الجدران متوازية سمكها يقرب من 60 انكستروم وتفصل كل مجموعة عن الاخرى بمساحة تتراوح بين 50-200 انكستروم اما غشاءا الكيس فيفصلهما تجويف فراغي يصل ما بين 60-90 انكستروم.

اما بالنسبة الى الحويصلات Vesicles فتتواجد بالقرب من الاكياس المسطحة ويتراوح حجمها بين 400-800 انكستروم وتتجمع على شكل عناقيد بالقرب من الاكياس المسطحة وعلى طول السطوح الخارجية لها. ويتراوح عدد الحويصلات ما بين 2-20 حويصلة وان مصدر هذه الحويصلات ناتج عن الاكياس المسطحة حيث تتبرعم هذه الاكياس ثم تنفصل البراعم حيث تشكل ما يعرف بالحويصلة.

اما الفجوات Vacuoles فهي ايضا ناتجة عن الاكياس المسطحة حيث يحصل لها التمدد ثم تنفصل عنها الفجوات.



الموقع Location

تسمى اجسام كولجي في الخلايا النباتية وفي اللافقريات بالدكتيوسومات Dictyosomes او تسمى كولجي دكتيوسوم Golgi Dictyosomes وتحتوي الدكتيوسومات على عدد من الحويصلات يتراوح عددها ما بين 2-20 حويصلة وقد يصل قطر الاكياس المسطحة في الخلايا النباتية ما بين 300-500 انكستروم كما تكون الدكتيوسومات متباعدة جدا بحيث تنتشر بصورة منتظمة في السايتوبلازم داخل الخلية او تكون متخذة تجمعاً معقداً كما في خلايا اللافقريات.

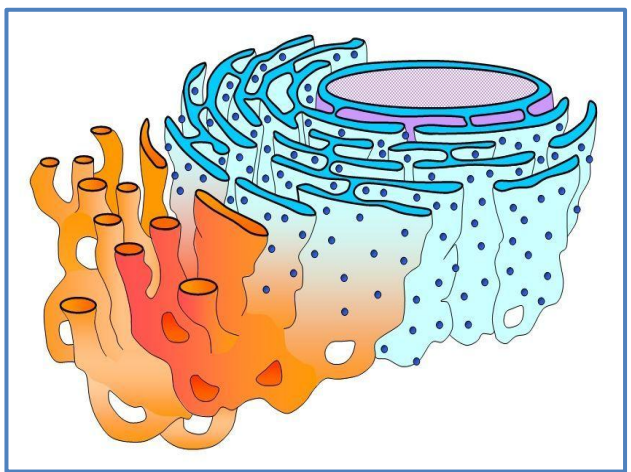
الوظيفة Function

يقوم جهاز كولجي بوظائف متعددة اهمها:

- يستقبل البروتين المصنوع من الشبكة الاندوبلازمية ويعمل على تركيزه ورصه بشكل حبيبات متجمعة حيث ينفل ويتجمع داخل الاكياس المسطحة والفجوات الكبيرة لجهاز كولجي وتكون دقائق الخزن محاطة بغشاء ناتج من الجهاز ثم تنطلق بعدها هذه الدقائق من خلال فتحة في غشاء البلازما الى خارج الخلية بالنظام الاتي : الشبكة الاندوبلازمية الخشنة - الشبكة الاندوبلازمية الناعمة - جهاز كولجي - الفجوات - خارج محيط الخلية.
- يلعب دورا في تكوين البروتينات السكرية Glycoproteins من اتحاد البروتينات مع السكريات المعقدة وكذلك يتم تكوين Mucopolysaccharides في جهاز كولجي كما يتم ايضا بناء الكربوهيدرات كالكلايكوجين الذي يبدأ بناءه في جهاز كولجي من المادة الاولية يوردين ثنائي الفوسفات الكلوكوز (UDPG).
- يقوم جهاز كولجي ببناء خلايا بيتا لجزر لانكرهانز التي تبني وتفرز هورمون الانسولين في الحيوانات.
- يعمل على تجميع البروتين المطلوب لتكوين غلاف الاجسام الحالة وغلاف الخلية الخارجي
- يعمل على بناء الدهون المفسفرة Phospholipids .
- في النباتات تكون وظيفة معقد كولجي في الاشتراك في عملية تكوين الصفيحة الوسطى للخلية اثناء عملية انقسام الخلايا.
- كما يلعب معقد كولجي دوراً مهماً في تكشف الجسيم الطرفي في النطف، حيث خلال مرحلة نضوج النطفة الحيمن Sperm يبقى جهاز كولجي بكامله عند استمرار النمو لكي ينتج في الاخير الجسيم الطرفي (Acrosome) والذي يكون محاطاً بغشاء مفرد. ويحتوي الجسيم الطرفي على انزيمات محللة من اهمها انزيم Hyaloronidase الذي يعمل على تحطيم السطوح الحامية لخلية البيضة .

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 الداخليEndomembrane System والذي يعرف كذلك بالنظام الفجوي السايتوبلازمي او الشبكة الفجوية السايتوبلازمية Cytoplasmic Vacules Net حيث يتألف هذا النظام من المكونات التالية:-



1- الغلاف النووي Nuclear Envelope.

2- معقد كولجيGolgi Complex.

3- الشبكة الاندوبلازمية

. Endoplasmic Reticulum

تكون الشبكة الاندوبلازمية مظهرياً بثلاثة اشكال هي:

1- الشكل الصفائحي (Cisternae) lamellar Form

هي عبارة عن اكياس مسطحة طويلة تشبه الانابيب غير المتفرعة قطرها حوالي (40-50) مايكروميتر وتكون مرتبة بشكل حزم متوازية او على شكل اكداس وتوجد الشبكة الاندوبلازمية الخشنة RER عادةً بهذا الشكل والتي تقع في الخلايا التي لها دور بنائي مثل خلايا البنكرياس والحبل الظهري والدماغ.

2- الشكل الحويصيلي Vesicular Form

حيث تكون الحويصلات بيضوية او بشكل تركيب فجوي محدد بغشاء قطرها حوالي (25-500) مايكروميتر والتي تبقى منفصلة في السايتوبلازم ويقع هذا الشكل في اغلب الخلايا الا انه موجودة بغزارة في الشبكة الاندوبلازمية الناعمة SER.

3- الشكل الانبوبي Tubular Form

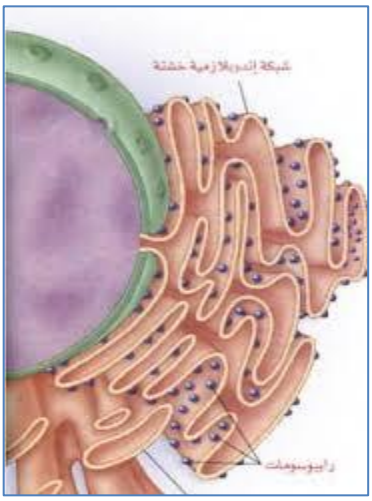
هي تراكيب متفرعة تكون بالاشتراك مع الحويصلات والاكياس المسطحة الجهاز الشبكي في الخلية وقطرها حوالي (50-190) مايكروميتر وهي تشاهد في جميع الخلايا ولكنها غالباً ما تكون موجودة في SER ويكون هذا الشكل حركياً Dynamic حيث يشترك مثلاً مع حركة الاغشية او في انفصال او التحام الاغشية للنظام الفجوي السايتوبلازمي.

مكونات الشبكة الاندوبلازمية

توجد الشبكة الاندوبلازمية في مختلف الخلايا في النباتات والخلايا حقيقة النواة وتمتد من الغشاء الخلوي وتحيط بالنواة والمايتوكوندريا وترتبط بجهاز كولجي مباشرة وهناك تشابه كبير بين غشاء البلازما وغشاء الشبكة الاندوبلازمية من حيث التركيب حيث ان كليهما يكون من نموذج المبرقش السائل Fluid Mosaic Model ويختلفان فيما بينهما في السمك والنسبة بين البروتينات والدهون حيث يكون غشاء البلازما اكثر سمكاً من غشاء الشبكة الاندوبلازمية ويحتوي غشاء الشبكة الاندوبلازمية على نسبة من البروتينات اعلى من الدهون مقارنة بغشاء البلازما لذلك يكون اكثر استقراراً من حيث التركيب اذا ما قورن بغشاء البلازما.

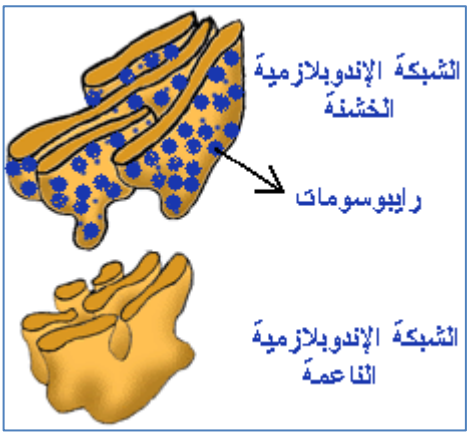
انواع الشبكة الاندوبلازمية Types of Endoplasmic Reticulum

يمكن تقسيم الشبكة الاندوبلازمية الى نوعين هما:



1-الشبكة الاندوبلازمية الخشنة: Rough Endoplasmic Reticulum

تسمى ايضا بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة أو المحببة (Granular) نتيجة لكون سطحها الخارجي مرصع بحبيبات من الرايبوسومات (او حبيبات بالاد نسبة الى مكتشفها Palade سنة 1955) والرايبوسومات تعرف بانها عبارة عن دقائق يمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني حيث تتألف من 60% من البروتين و 40% من الحامض النووي الرايبوزي RNA ويتكون الرايبوسوم من وحدتين فرعيتين Subunits احدها وحدة فرعية حجمها كبيراً وتدعى الوحدة الكبيرة Large subunit والاخرى صغيرة تدعى الوحدة الصغيرة Small Subunit تكون الرايبوسومات مرتبطة بخيط او ظفيرة Strand او جزيئة واحدة من RNA المراسل mRNA ومكونة من سلسلة شبيهة بالخرز المتصل بالخيط وتسمى هذه الحالة الرايبوسومات المتعددة Polysomes وان اهمية هذا الرايبوسوم المرتبط بالشبكة الاندوبلازمية انها تسهم في عملية بناء البروتين Protein Synthesis. تصطبغ الشبكة الاندوبلازمية الخشنة بالصبغات القاعدية وان السبب في ذلك يعود الى وجود RNA في الرايبوسومات.



2-الشبكة الاندوبلازمية الملساء Smooth Endoplasmic Reticulum

وهي الشبكة التي يفتقر سطحها الخارجي الى حبيبات الرايبوسوم وبذلك تظهر سطوحها ملساء او غير محببة وتكثر عناصر السطح الاملس في المادة الاولية لبعض الخلايا مثل الخلايا البيضاء الناضجة والسبيرماتوسايت Spermatocyte والخلايا الدهنية Adipose Cells والخلايا البينية Interstitial Cells والخلايا الخازنة للكلايكوجين في الكبد والياف التوصيل للقلب. ان الخلايا العضلية غنية بها لذا تعرف بـ Sarcoplasmic Reticulum. ويمكن ان نلاحظ نوعي الشبكة الاندوبلازمية في الخلية نفسها وفي وقت واحد او في اوقات متفاوتة خلال دورة حياة هذه الخلية ويلاحظ غالباً النوعان نظاماً واحداً مستمراً بحيث لا تكون الفروق اساسية الى الحد الذي يمنع احد الشكلين من تحوله الى الشكل الاخر هذا بالإضافة الى ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء تختلف في نوع الانزيمات الموجودة والوظائف التي تقوم بها .

التركيب الدقيق للشبكة الاندوبلازمية

ان تجاويف Cisternae والحويصلات والنبيبات للشبكة الاندوبلازمية محددة بغشاء رقيق سمكه (50-60) انكستروم وان اغشية الشبكة الاندوبلازمية كما اسلفنا هي من نوع المبرقش السائل Fluid Mosaic Model تشابه وحدة الغشاء Membrane Unit لغلاف النواة وجهاز كولجي ويتألف الغشاء من طبقة ثنائية الجزيئة من

الدهون المفسفرة والتي ضمنها توجد البروتينات بأنواعها المختلفة. وغشاء الشبكة الاندوبلازمية مستمراً مع الغشاء البلازمي وغلاف النواة وجهاز كولجي وان تجويف الشبكة الاندوبلازمية نامياً بشكل جيد ويعمل كممر للمواد المفرزة وقد لاحظ الباحث Palade عام 1956 ان هنالك حبيبات افرازية موجودة في تجويف الشبكة الاندوبلازمية وفي بعض الاحيان يكون هذا التجويف ضيقاً جداً مع ملاحظة غشائين قريبين من بعضهما وقد يمتدان في بعض الخلايا التي تكون فعالة في بناء البروتين مثل الخلايا البلازمية Plasma cells والخلايا الكأسية Goblet Cells وقد قدر الباحث Weibel وجماعته في العام 1969 ان السطوح الكلية للشبكة الاندوبلازمية الموجودة في (1) مل من نسيج الكبد تساوي تقريباً (10) م^2 وان ثلثي هذا المقدار هو من نوع الشبكة الاندوبلازمية الخشنة RER.

الكلايكوسوم Glycosomes

ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء SER على الرغم من انها تكون نظاماً مستمراً مع الشبكة الاندوبلازمية الخشنة RER فهناك اختلافات شكلية بينهما فعلى سبيل المثال في خلايا الكبد والتي تحتوي الشكل الانبوبي Tubular form والمنتشر في اجزاء كبيرة من الارضية السايتوبلازمية وهي النبيبات الدقيقة موجودة في مناطق غنية بالكلايكوجين ويمكن ملاحظتها كجسيمات كثيفة تعرف بالكلايوكوسوم Glycosomes موجودة في الارضية السايتوبلازمية واقطارها تتراوح بين (50-200) نانومتر حيث تحتوي على الكلايكوجين وانزيمات تتحكم في تخليق الكلايكوجين، وهناك العديد من الكلايكوسومات تلاحظ ملتصقة بأغشية الشبكة الاندوبلازمية الملساء حيث شوهدت بواسطة المجهر الالكتروني EM في خلايا الكبد.

وظائف الشبكة الاندوبلازمية

1- الاسناد الميكانيكي: يقسم السايتوبلازم الى غرف او مخادع بواسطة الشبكة الاندوبلازمية ويعتقد بانه يعمل كسند اضافي للحالة الغروية للسايتوبلازم.

2- التبادل: يزود السطح الداخلي الواسع جداً من قبل الشبكة الاندوبلازمية حوالي 11 م^2 /مل في خلايا الكبد ويلعب دوراً مهماً في التبادل بين ارضية السايتوبلازم والمخدع الداخلي للشبكة ويعتقد ان هناك ضغط اوزموزي داخل الشبكة او خاص بها وهو سبب انكماش او انفجار المايكروسومات عند عزلها ووضعها في محلول عالي التركيز Hypertonic او واطئ التركيز Hypotonic ويعتقد بان غشاء الشبكة الاندوبلازمية مثل الغشاء البلازمي ويشترك في النقل الفعال او الانتشار الميسر .

3- خزن المواد المفرزة او المصدرة: لا يوجد هناك شك بان تخليق او بناء البروتين هو وظيفة الرايبوسومات الملتصقة بالشبكة الاندوبلازمية وعند اكتمال تكوينها تطلق في العادة الى ارضية السايتوبلازم ومثال على ذلك البروتينات التي تفرزها Serum Protein – Tropocollagen Secretion Granules تتكون هذه البروتينات بواسطة Polysomes وتخترق الشبكة الاندوبلازمية حيث تخزن فيها وعند ذلك تنتقل بواسطة القنوات المختلفة للشبكة الى جهاز كولجي في الغالب ثم الى غشاء الخلية وبعدها الى الخارج ويعتقد ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء مشتركة في تخليق وخزن

الدهون حيث لوحظ انها واسعة ومعقدة في الخلايا الخاصة بتخليق الدهون وخزنها وان الشبكة الملساء والخشنة لها علاقة وثيقة في تخزين الكلايكوجين او تشترك في تكوين الجدار السليلوزي في النباتات.

4- ازالة السموم: يعتقد ان خلايا الكبد وعند تعرض الجسم لمواد سامة فأن ذلك يؤدي الى زيادة الشبكة الاندوبلازمية داخل الخلايا وخاصة الشبكة الاندوبلازمية الملساء منها بالاضافة الى تحفيزها لعمل الانزيم المعادل للسمية الموجود في الكبد لازالة التأثير السام.

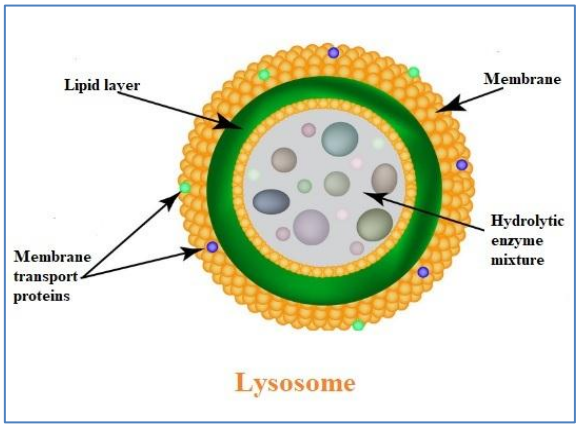
5- توصيل الحوافز: يعتقد ان الشبكة الاندوبلازمية في الخلايا العضلية والتي تسمى Sarcoplasmic Reticulum تعمل على نقل الحوافز من غشاء الخلية العضلية وايصالها الى الالياف في الداخل. كما تعمل على اعادة ايونات الكالسيوم عند توقف الحوافز ولها دوراً مهماً في تحرير ايونات الكالسيوم عند تحفيز العضلة.

6- ان احتواء اغشية الشبكة الاندوبلازمية للعديد من الانزيمات ذات الانشطة الايضية والتخليقية يعني انها توفر سطوح واسعة للتفاعلات الانزيمية.

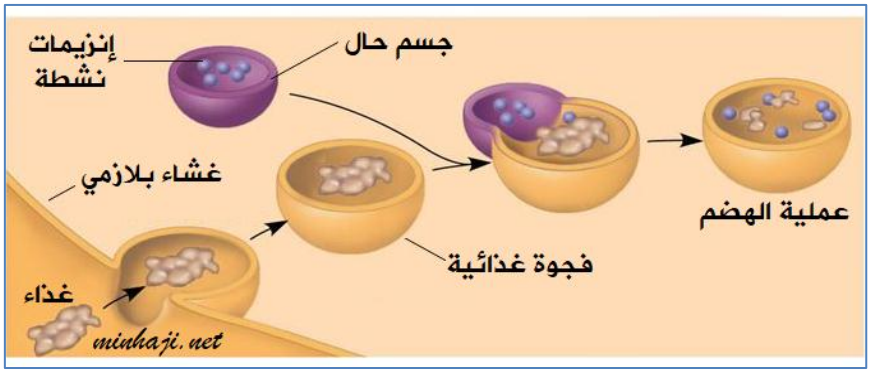
7- تعمل اغشية الشبكة الاندوبلازمية على تكوين الغلاف النووي الجديد بعد كل انقسام.

8- تعمل الشبكة الاندوبلازمية الملساء على تخليق الدهون مثل الدهون المفسفرة والكوليسترول والبروتينات الدهنية.

الاجسام الحالة Lysosome



تمثل الاجسام الحالة احدى العضيات السايتوبلازمية المهمة حيث وجدت في العديد من الخلايا الحيوانية كالخلايا الحشوية للكبد وقسم من الخلايا النباتية وهي تمثل مواقع معينة لأنزيمات التحلل المائي في الخلية وهذه الانزيمات محاطة بغشاء محكم وتعمل في وسط حامضي من الـ pH و تتميز تحت المجهر الالكتروني باستعمال مختلف التفاعلات الكيميائية الخلوية مثل استخدام انزيم الفوسفاتيس الحامضي Acid Phosphatase حيث تظهر الاجسام الحالة متعددة الاشكال.



ويمكن تصنيف الاجسام الحالة الى اربعة انواع اعتمادا على البنية الداخلية لهذه العضيات وهي:

- الاجسام الحالة الاولية Primary Lysosome
- الاجسام الحالة الثانوية Secondary Lysosome
- الاجسام المتبقية Residual Bodies
- الاجسام الحالة الذاتية Autolysosome

1- الاجسام الحالة الاولية أو الحبيبات المخزونة Storage Granule

هي عبارة عن اجسام كثيفة واصغر اشكال الاجسام الحالة يصل قطرها الى ما يقارب من 0.4 مايكرومتر ومحاطة بغشاء مفرد اما المحتوى الأنزيمي لهذه الاجسام فانه يصنع بواسطة الرايبوسومات الموجودة في الشبكة الاندوبلازمية ثم تظهر في منطقة اجسام كولجي ويمكن احباط عملية تكوين الاجسام الحالة الاولية بواسطة البيورومايسين Puromycin.

2- الاجسام الحالة الثانوية أو الفجوات الهاضمة Digestive vacuole

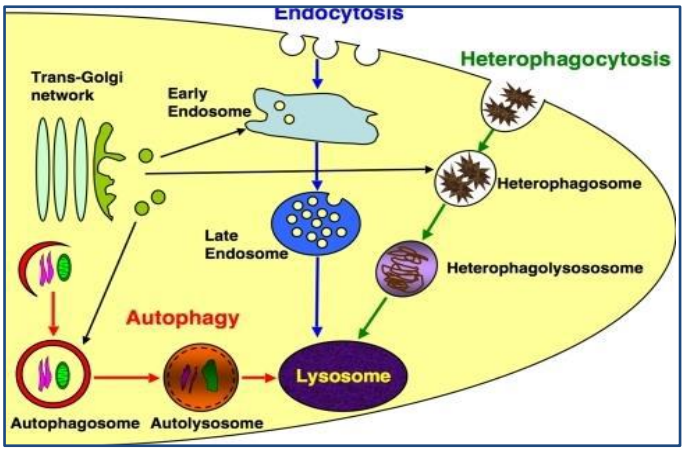
وتنتج من التحام الاجسام الحالة الاولية مع الفجوات الحاوية على مواد ملتهمة تسمى الجسم الملتهم Phagosome الذي يلتحم بدوره مع الاجسام الحالة المغايرة Heterolysosome ويهضم بواسطة انزيمات التحلل المائي .

3- الاجسام المتبقية Residual bodies

ان هذه الاجسام هي المراحل النهائية للاجسام الحالة المغايرة والاجسام الحالة الذاتية معا فبعد عملية هضم المحتوى ذات المنشأ الخارجي أو الداخلي تترك في الاجسام الحالة الثانوية متبقيات غير قابلة للهضم ولما كانت الاجسام الحالة الثانوية تستطيع القيام بعدد من الاعمال الهضمية المتعاقبة مستخدمة الانزيمات نفسها ينتج عن الاجسام الحالة الثانوية تجمع المتبقيات.

4- الاجسام الحالة الذاتية Autolysosomes

تتخصص الاجسام الحالة الثانوية للالتهام الذاتي و الاجسام الحالة الذاتية عموما تتميز بوضوح عن الاجسام الحالة المغايرة و ذلك بسبب وجود عضيات الخلية في مختلف مراحل الاضمحلال وتكتسب بعض الاجسام الملتهمة الذاتية انزيماتها المحللة في اثناء تكوينها وذلك من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة او معقد كولجي، اما الاجسام الملتهمة الذاتية الاخرى فتكون بدون انزيمات محللة و عليه يجب ان يحصل التحام بينها و بين الاجسام الحالة الاولية.



الوظيفة Function

هنالك العديد من الوظائف التي تقوم بها الاجسام الحالة وهي :-

1- تهضم انزيمات الاجسام الحالة البروتينات وتحولها الى ثنائي الببتيد والكاربوهيدرات الى سكريات احادية Monosaccharaides بينما لا تهضم بعض السكريات الثنائية (السكروز) والسكريات المتعددة (الدكسترين) والانسولين وتبقى في داخل الاجسام الحالة فخلال عملية الالتهام الذاتي Autophagy تكون الاجسام الحالة ضرورية لعملية تجديد وقلب مكونات الخلية حيث يزال عدد من مكونات الخلية بصورة متواصلة من الخلية بواسطة جهاز الاجسام الحالة تكون العضيات السايتوبلازمية محاطة بغشاء الشبكة الاندوبلازمية الملساء ثم تفرز الانزيمات الحالة في الفجوات ذاتية الهضم واخيرا تهضم هذه العضيات.

2- خلال النمو تكون الاجسام الحالة فعالة في اعادة تنظيم الانسجة فعلى سبيل المثال خلال دورة الاستحالة Metamorphosis للبرمائيات هنالك اعادة تنظيم الانسجة وذلك بإتلاف العديد من الخلايا و يتم ذلك بواسطة انزيم الاجسام الحالة .

3- تعد الاجسام الحالة ذات اهمية خاصة في الطب فمثلا لها فعل في التهاب المفاصل الروماتيزي Rheumatoid Arthritis وفي التسمم السليكي Silicosis وداء النقرس Gout

4- تكون الاجسام الحالة لكريات الدم البيضاء والمونوسايت Monocyte اساسية في الحماية والوقاية ضد البكتريا و الراشح .

5- كما وجدت الاجسام الحالة في خلايا النبات حيث تشترك في تحلل وازالة البروتين والنشأ في البادرات Seedling خلال عملية الانبات Germination

6- كما ان بعض الانسجة النباتية تعاني ارتداد بعد فترة النشاط بواسطة فعالية الاجسام الحالة ومثال ذلك انسجة الرحم حيث يكون وزنها بعد الولادة مباشرة 2 كغم ولكن يعود بعد 9 ايام الى حجمه الطبيعي ويزن 50 غم وقد لوحظ خلال هذه الفترة ان عددا كبيرا من الخلايا ذاتية الهضم تقوم بهضم جميع المخلفات والمواد خارج الخلية و جزء من البطانة الداخلية للرحم .

7- هضم المح خلال النمو الجنيني.

8- تحطيم كريات الدم الحمراء القديمة والميتة.

9- تحلل الجلطات الدموية.

10- تقرين الجلد.

11- تلعب دوراً في التغذية في الحيوانات الابتدائية.