

البلاستيدات :Plastids

استخدم مصطلح البلاستيدات لأول مرة من قبل العالم شيمبير Schimper عام 1838 على مجموعة من العضيات السايتوبلازمية التي شوهدت في الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes ولم تشاهد في الخلايا بدائية النواة prokaryotes وهي تمثل انواع متعددة ومختلفة من العضيات السايتوبلازمية التي ترتبط ببعضها بعلاقة تطورية ويطلق على هذه الانواع جميعها في مراحل نموها الاولى بالبلاستيدات الاولية Proplastids تكون البلاستيدات الاولية صغيرة جداً بحيث يصعب تمييزها بالمجهر الضوئي غير انها تلاحظ باستعمال المجهر الالكتروني وربما تعتبر مصدر نشوء جميع انواع البلاستيدات في النباتات الراقية اما بالنسبة للبلاستيدات الناضجة فيمكن تمييزها على اساس محتوياتها الى انواع مختلفة منها:

1. البلاستيدات الملونة :Chromoplasts

مجموعة البلاستيدات مختلفة الالوان مثلاً الصفراء او البرتقالية والتي تكون موجودة في توهج الازهار والفواكه بالإضافة الى بذور قسم من النباتات الراقية وبصورة عامة تحتوي هذه البلاستيدات على كمية قليلة من صبغة الكلوروفيل Chlorophyll وتكون ذا فعالية قليلة بالنسبة الى عملية التركيب الضوئي ومن الاصباغ الاخرى التي تحملها كذلك هي Lycopene في الطماطة و Phycoerythrin و Phycocyanin في الطحالب والاشنات Lichens الملونة .

2. البلاستيدات الخضراء :Chloroplasts

تحتوي على صبغات خضراء من الكلوروفيل والتي تكون محجوبة بصبغات اخرى وهذا النوع يعد الاساسي في عملية التركيب الضوئي .

3. البلاستيدات عديمة اللون :Leukoplasts

هذه البلاستيدات موجودة في الخلايا الخازنة وغير المعرضة للضوء او في فلق البذور وتكون عصوية الشكل او كروية وتشمل انواع مختلفة منها :

- بلاستيدات عديمة اللون تخزن حبيبات نشووية . Amyloplasts
- بلاستيدات عديمة اللون تخزن الشحوم . Elaioplasts

• **Proteinoplasts** بلاستيدات عديمة اللون تخزن بطورات بروتينية .

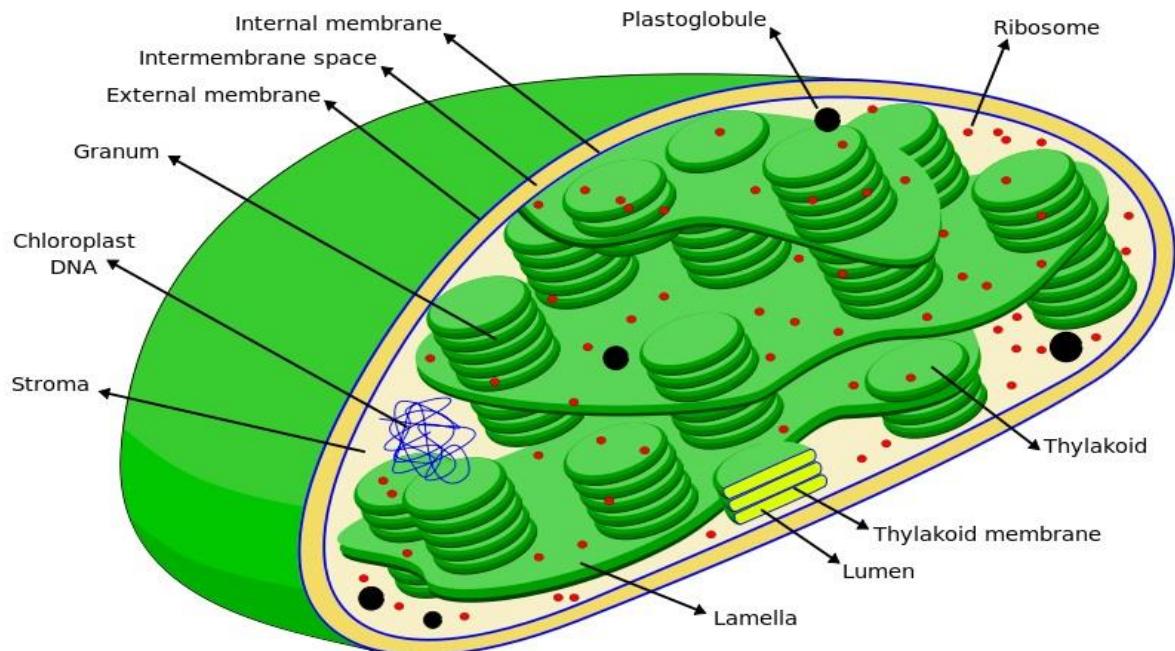
وقد تحتوي البعض من البلاستيدات العديمة اللون على البروتين والنشاً معاً كما في نبات الفاصوليا وتجمع المواد المخزونة في الصفائح **Lamellas** في الـ **Stroma** كما يوجد في البلاستيد معقد من الانبيبات ينشأ من الغشاء الداخلي للبلاستيد ونظرأً لأهمية البلاستيدات الخضراء في عملية البناء الضوئي. **photosynthesis**

البلاستيدات الخضراء :Chloroplasts

يوجد هذا النوع في الاجزاء الخضراء للنباتات ويختلف عددها من خلية الى اخرى حيث سجل وجود 200 بلاستيد خضراء في بعض الخلايا خصوصاً العمودية لميزوفيل الورقة وفي ميزوفيل اوراق النباتات مغطاة البنور **Angiosperms**, ويختلف عدد البلاستيدات الخضراء للخلية الواحدة في النباتات الراقية باختلاف النسيج و الظروف البيئية (مثل الضوء) والداخلية والتضاعف الكروموسومي **Polyplody** ويختلف عددها ايضاً باختلاف النوع ولا يتشرط ان يكون العدد ثابتاً حتى في الخلايا المتماثلة وفي ظروف متماثلة ويختلف موقع البلاستيدات الخضراء ضمن الخلية فقد توجد عادة على جانبي الخلايا في الطبقة العمودية لنسيج الورقة بينما يكون توزيعها عشوائياً في سايتوبلازم خلايا الطبقة الاسفنجية.. ان حجم البلاستيدات الخضراء يكون متبايناً وبالرغم من ان معدل قطر البلاستيد الخضراء في خلايا النباتات الراقية يصل بين 4-10 مايكرون فان الحجم يتغير على اساس الاضاءة المتوفرة مثلأً في ضوء الشمس يبني الكلوروفيل بسهولة من قبل النبات وبذلك يزداد حجم البلاستيد الخضراء وفي الظل يهبط بناء الكلوروفيل الذي يترافق مع اختزال حجم البلاستيد الخضراء كما ان الخلايا المتعددة المجموعة الكروموسومية **Polyplody Cells** فهي تحتوي على بلاستيدات خضراء اكبر حجماً من خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية **Diploid Cells** اما شكل معظم البلاستيدات الخضراء في النباتات الراقية فيكون اما كروياً او بيضاويأ او قرصياً او يمكن ان نلاحظ في بعض الاحيان اشكال اخرى غير منتظمة والتي تلاحظ عادة في النباتات الواطئة في الاشنات يمكن ملاحظة بلاستيدات خضراء كوبية او حلزونية او نجمية او اصبعية الشكل ويمكن كذلك ان يتغير شكل وتركيب البلاستيدات الخضراء بوجود حبيبات النشا .

تركيب البلاستيدات الخضراء :The structure of chloroplast

عند فحص البلاستيدية الخضراء للنباتات الراقصية تحت المجهر الالكتروني يظهر بانها تتكون من نوعين من الطبقات الغشائية وكل طبقة تمثل Unit Membrane سمكها حوالي 5 مايكرومتر وتقسّل طبقتي الغشاء عن بعضها مسافة سمكها 3-2 مايكرومتر ان غلاف البلاستيدية الخضراء هو نصف ناضج ان الغشاء الخارجي الذي لا يمتلك طيات او امتدادات يحدد البلاستيدية الخضراء وينظم نقل المواد بين السايتوبلازم والجزء الداخلي لها اما بالنسبة للغشاء الداخلي فيوازي الغشاء الخارجي وتنشأ منه انطواءات داخلية كثيفة. ان النمو الداخلي للغشاء الداخلي يؤدي الى تكوين سلاسل من الاغشية الداخلية يطلق عليها الصفائح Lamellae وتشكل هذه الصفائح سلاسل معقدة من الاغشية ضمن الـ Stroma. اما المحتوى الداخلي للبلاستيدية الخضراء الذي يحمل صفات الاغشية فيمثل ارضية البلاستيدية ويسمى (Stroma) وهذه الارضية تحوي سائلاً حبيباً يظهر غالباً نسبياً في صور المجهر الالكتروني. ان الارضية الحبيبية تحتوي على جسيمات متعددة كما تنتشر فيها سلاسل الحامض النووي (DNA) وجسيمات تشبه الرابيوبوسومات. ان معظم الصفائح تكون منظمة لتوليف اكياس او انببيب قرصية الشكل يطلق عليها Small Thylakoids وتكون هذه الاخير مرصوفة بشكل صفوف فوق بعضها البعض يطلق عليها Granum مفردها Grana وحيث ان هذه الانبيب Thylakoids تكون دائرية فان الـ Grana تظهر مشابهة لمجموعة من النقود المرصوفة فوق بعضها البعض وتحتوي البلاستيدية الخضراء النموذجية بين 40-60 من الـ Grana وكل واحدة منها مكونة من 2-10 من Thylakoids وباستمرار فان جزء صغير من الانبوب Thylakoid يمتد شعاعياً في الارضية Stroma ليكون الانبوب الفرعى او الانبوب الكبير Large Thylakoid الذي يرتبط بالأنبيب الصغيرة Small Thylakoids الاخرى وبالتالي بـ Grana ويطلق على التفرعات والشبكة بصفائح الارضية (Stroma Iamellae).



الحامض النووي الريبي منقوص الاوكسجين للبلاستيد الخضراء ()

Chloroplast DNA (Ct DNA)

هناك العديد من الادلة حول استقلالية الـ DNA (Ct DNA) عن DNA النواة ومنها دراسة بناء الـ DNA في بلاستيد خضراء معزولة لنبات السبانخ حيث اثبت تضاعف الحامض النووي DNA البلاستيد الخضراء بكمية متميزة في داخل البلاستيد الخضراء المعزولة وباستقلالية عن النواة ان جزيئه DNA البلاستيد الخضراء قريبة الشبه بـ DNA البكتيريا وتكون الجزيئ ذات قطر يبلغ حوالي 25 انكستروم اما بالنسبة للحامض النووي الريبي RNA فقد وجد ايضاً في رابيوزومات البلاستيد يكون الـ RNAs من نوع الحامض النووي الريبي الريبيوسومي rRNA وفي البلاستيد الخضراء وجد كذلك كل من-methionyl-tRNA ، Aminoacyl-tRNA Synthetases ، Aminoacyl-tRNA.

الوظيفة Function

1- ان البلاستيدات الخضراء تلعب دوراً مهماً في عملية التركيب الضوئي وتنتمي هذه العملية بخطوتين تبدأ بتفاعل الضوء Light reaction وفيها يتمتص الضوء بواسطة

مجاميع الاصباغ وتحول الى طاقة على شكل ATP او NADPH2 والتي تستعمل بعد ذلك في تفاعلات الظلام Dark reaction بعد امتصاص CO₂ لتكوين جزيئة الكلوكوز.

2- البناء الحبوى للاحماض الدهنية

3- بناء عدد محدد من البروتينات.

منشأ وتكوين البلاستيدات Origin and Development of Plastids

قد تتكون البلاستيدة من بلاستيدة موجودة اولاً وتسمى بالبلاستيدة الاولية Proplastid وهي اجسام كروية ذات قطر 0.5 مايكرون محاطة بغشاء مزدوج محتوية داخلها على سترووما كثيفه) وفي عام 1956 درس فون وستيرن Von Wettsterin تكوين البلاستيدات الخضراء في النباتات الخضراء واقتراح عدد من الخطوات يمكن ان تشتراك في نشوء البلاستيدة الخضراء وهي :

- بناء حويصلات داخل البلاستيدة الاولية Proplastid تمت من الغشاء الداخلي .
- تجمع هذه الحويصلات وتصطف بصورة متوازية في السترووما لتكون سلسلة مفردة.
- ثم تتم اعادة ترتيب واندماج هذه السلسلة لتكوين اغشية او صفيحات مزدوجة متوازية ثم يتم تكاثرها .
- تنمو بعد ذلك وتحور الى صفيحات الكرانا او السترووما يبقى القليل من الثايلاکوید متصلة مع بعضها بواسطة صفائح انبوية او السترووما .

تم كل هذه العمليات المذكورة اعلاه بوجود الضوء اما عند عدم وجود الضوء فتعطى البلاستيدات الاولية بلاستيدات غير فعالة تكون على شكل افراص او سلسلة من حلقات متعددة المركز او بلورية. تكون كل خطوة من خطوات نمو البلاستيدات تحت سيطرةجين خاص وقد لوحظ تأثير الطفرات الوراثية في اعاقة هذه العملية في موقع كثيرة وفي معظم هذه الحالات تكون المحصلة النهائية في النمط الظاهري هي نفسها ولكن البلاستيدات الخضراء الناتجة تكون غير فعالة.

الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum

تعرف الشبكة الاندوبلازمية بانها عبارة عن شبكة ثنائية الجدار موجودة في السايتوبلازم ومنشرة بصورة كبيرة وتعتبر الشبكة الاندوبلازمية جهازاً معقداً بحد ذاته حيث يتكون من فجوات منقسمة بدقة وهذه الشبكة ممتدة من الغلاف النووي إلى 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 system حيث يتتألف هذا النظام من المكونات التالية:-

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

لقد اشتقت اسم الشبكة الاندوبلازمية من الحقيقة التالية وهي ان النظر بواسطة المجهر الضوئي يظهر وكذلك هناك شبكة داخل السايتوبلازم وقد اطلق هذا الاسم من قبل الباحث Porter عام 1953 .

يوجد تنوع كبير جداً في الشكل والتركيب الدقيق للشبكة الاندوبلازمية وذلك يعتمد على نوع الخلية ووظيفتها بالإضافة إلى تخصصها وفضلاً عن ذلك ان التركيب الدقيق لهذا النظام يبدو على جانب كبير من التبدل والتغيير حتى جعل ذلك بعض الباحثين في فترات قبل استخدام المجهر الإلكتروني يعتقدون بأنها تخيلات تأتي نتيجة التثبيت وتقنيات التحضير الأخرى، الا ان دراسة الخلية تحت المجهر الإلكتروني قد دحر فكرة التراكيب التخيلية واثبت وجود الشبكة الاندوبلازمية في سايتوبلازم الخلية. ان الشبكة الاندوبلازمية قد وجدت في جميع انواع الخلايا التي درست باستثناء خلايا الدم الحمراء البالغة للبائن .

تكون الشبكة الاندوبلازمية مظهرياً بثلاثة اشكال هي:

1. الشكل الصفائي (Cisternae) lamellar form

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

2. الشكل الحويصيلي Vesicular form

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

3. الشكل الانبوبى Tubular form

وهي ترکیب متفرعه تكون بالاشتراك مع الحويصلات والاكیاس المسطحة الجهاز الشبكي في الخلية وقطرها حوالي (50-190)مايكرومتر وهي تشاهد في جميع الخلايا ولكنها غالباً ماتكون موجودة في SER ويكون هذا الشكل حركياً Dynamic حيث يشتراك مثلاً مع حركة الاغشية او في انفصال او التحام الاغشية للنظام الفجوي السايتوبلازمي، ويمكن ملاحظة هذه الاشكال في ادناه

وتوجد الشبكة الاندوبلازمية في مختلف الخلايا في النباتات والخلايا حقيقة النواة وتمتد من الغشاء الخلوي وتحيط بالنواة والمايتوكوندريا وترتبط بجهاز كوليبي مباشرة وهناك تشابه كبير بين غشاء البلازمما 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 البلازمما اكثراً سماكاً من غشاء الشبكة الاندوبلازمية ويحتوي غشاء الشبكة الاندوبلازمية على نسبة من البروتينات اعلى من الدهون مقارنة بغضائے البلازمما لذلك يكون اكثراً استقراراً من حيث التركيب اذا ما قورن بغضائے البلازمما.

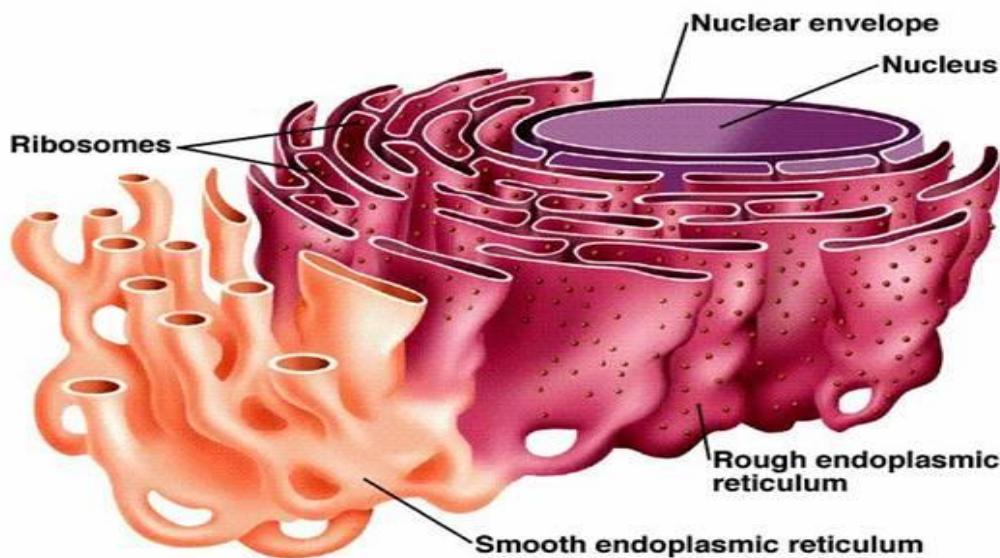
أنواع الشبكة الاندوبلازمية Types of endoplasmic reticulum

يمكن تقسيم الشبكة الاندوبلازمية الى نوعين هما :

الشبكة الاندوبلازمية الخشنة : Rough endoplasmic reticulum

وتسمى بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة او المحببة (Granular) نتيجة لكون سطحها الخارجي مرصع بحببات من الريابيسومات (او حبيبات بالاد نسبة الى مكتشفها Palade سنة 1955) والريابيسومات تعرف بانها عبارة عن دقائق يمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني حيث تتتألف من 60% من البروتين و40% من الحامض النووي الريابيزوي RNA ويتراوح حجم الريابيسومات بين 100-150 انكستروم

ويتكون الرايبوسوم من وحدتين فريتين Subunits احدها وحدة فرعية حجمها كبيراً وتدعى الوحدة الكبيرة Large subunit والاخرى صغيرة تدعى الوحدة الصغيرة small subunit و تكون الرايبوسومات مرتبطة بخيط او ظفيرة Strand او جزيئة واحدة من RNA المراسل mRNA ومكونة 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.



Agrnular or 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 والسييرماتوسايت Spermatocyte والخلايا الدهنية adipose cells والخلايا البنية Interstitial cells والخلايا الخازنة للكلوكوجين في الكبد والياف التوصيل للقلب. ان الخلايا العضلية غنية بها لذا تعرف بـ Sarcoplasmic reticulum. تظهر عناصر الشبكة الاندوبلازمية الملساء

تركيبياً اما تكون شبيهة بالكيسات او الحويصلات التي يتراوح قطرها بين 25-500 نانومتر او على شكل انبوبي والذي يتراوح قطره بين 50-100 نانومتر ويمكن ان نلاحظ نوعي الشبكة الاندوبلازمية في الخلية نفسها وفي وقت واحد او في اوقات متقاومة 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.

وظائف الشبكة الاندوبلازمية Functions of endoplasmic reticulum

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

2- التبادل: يزود السطح الداخلي الواسع جداً من قبل الشبكة الاندوبلازمية حوالي 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 ويشارك في النقل الفعال او الانتشار الميسر عن طريق انظمة Permeases.

3- خزن المواد المفرزة او المصدرة: يعتقد ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء مشتركة في تخليق وخزن الدهون حيث لوحظ انها واسعة ومحشدة في الخلايا الخاصة بتخليق الدهون وخزنها وان الشبكة الملساء والخشنة لها علاقة وثيقة في تخزين الكلايوكوجين او تشتراك في تكوين الجدار السليلوزي في النباتات .

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

5- توصيل الحواجز: ويعتقد ان الشبكة الاندوبلازمية في الخلايا العضلية والتي تسمى تعمل على نقل الحواجز من غشاء الخلية العضلية وابصالها الى Sarcoplasmic Reticulum

الالياف في الداخل. كما تعمل على اعادة ايونات الكالسيوم عند توقف الحوافز ولها دوراً مهماً في تحريك 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 والكوليستروول والبروتينات الدهنية.

منشأ الشبكة الاندوبلازمية

لقد بيّنت اغلب الدراسات عن منشأ الشبكة الاندوبلازمية امكانية تكونها من جدار النواة فمن جملة الدراسات التي قام بها كاي Gay عام 1956 وقد لاحظ وجود فقاعات blebs تتكون من جدار النواة متوجهة نحو السايتوبلازم وبانفصالها عن جدار النواة تتحول الى اغشية شبيهة بالاكياس المسطحة وقد اشار الباحثان Seikevitz و Palade عام 1960 الى ان الشبكة الاندوبلازمية الخشنă RER تتكون او لاً من الغلاف النووي وبعدها تتكون الشبكة الاندوبلازمية الملساء SER اما الاحتمال الآخر فيعزى الى نوع من التضاعف الذي يحصل للشبكة الاندوبلازمية.

• المصدر

كتاب علم حياة الخلية:الدكتور عباس حسين مغير الريبيعي