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 الداخلي Endomembrane system والذي يعرف كذلك بالنظام الفجوي السايتوبلازمي cytoplasmic vacules system او الشبكة الفجوية السايتوبلازمية cytoplasmic vacules net حيث يتألف هذا النظام من المكونات التالية:

1- الغلاف النووي Nuclear envelope.

2- معقد كولجي Golgi complex.

3- الشبكة الاندوبلازمية. Endoplasmic reticulum

لقد اشتق اسم الشبكة الاندوبلازمية من الحقيقة التالية وهي ان النظر بواسطة المجهر الضوئي يظهر وكأن هناك شبكة داخل السايتوبلازم وقد اطلق هذا الاسم من قبل الباحث Porter عام ١٩٥٣ .

يوجد تنوع كبير جداً في الشكل والتركيب الدقيق للشبكة الاندوبلازمية وذلك يعتمد على نوع الخلية ووظيفتها بالاضافة الى تخصصها وفضلاً عن ذلك ان التركيب الدقيق لهذا النظام يبدو على جانب كبير من التبدل والتغير حتى جعل ذلك بعض الباحثين في فترات قبل استخدام المجهر الالكتروني يعتقدون بانها تخيلات تأتي نتيجة التثبيت وتقنيات التحضير الاخرى، الا ان دراسة الخلية تحت المجهر الالكتروني قد دحر فكرة التراكيب التخيلية واثبت وجود الشبكة الاندوبلازمية في سايتوبلام الخلية. ان الشبكة الاندوبلازمية قد وجدت في جميع انواع الخلايا التي درست باستثناء خلايا الدم الحمراء البالغة للبائن. تكون الشبكة الاندوبلازمية مظهرياً بثلاثة اشكال

1- الشكل الصفائحي lamellar form (Cisternae)

وهي عبارة عن اكياس مسطحة طويلة تشبه الانابيب غير المتفرعة قطرها حوالي (٤٠-٥٠) مايكروميتر وتكون مرتبة بشكل حزم متوازية او على شكل اكداس stacks 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 (٢٥-٥٠٠) مايكروميتر والتي تبقى منفصلة في السايتوبلازم ويقع هذا الشكل في اغلب الخلايا الا انه موجودة بغزارة في الشبكة الاندوبلازمية الناعمة SER.

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

-3الشكل الانبوبيTubular form

وهي تراكيب متفرعة تكون بالاشتراك مع الحويصلات والاكياس المسطحة الجهاز الشبكي في الخلية وقطرها حوالي (٥٠-١٩٠)مايكروميتر وهي تشاهد في جميع الخلايا ولكنها غالباً ماتكون موجودة في SER ويكون هذا الشكل حركياً Dynamic حيث يشترك مثلاً مع حركة الاغشية او في انفصال او التحام الاغشية للنظام الفجوي السايتوبلازمي.

وتوجد 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 :

-1الشبكة الاندوبلازمية الخشنةRough endoplasmic reticulum :

وتسمى بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة أو المحببة (Granular) نتيجة لكون سطحها الخارجي مرصع بحبيبات من الرايبوسومات (او حبيبات بالاد نسبة الى مكتشفها Palade سنة ١٩٥٥) والرايبوسومات تعرف بانها عبارة عن دقائق يمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني حيث تتألف من ٦٠% من البروتين و ٤٠% من الحامض النووي الرايبوزي RNA ويتراوح حجم الرايبوسومات بين ١٠٠-١٥٠ انكستروم ويتكون الرايبوسوم من وحدتين فرعيتين Subunitsاحدها وحدة فرعية حجمها كبيراً وتدعى الوحدة الكبيرة Large subunit والاخرى صغيرة تدعى الوحدة الصغيرةsmall subunit وتكون الرايبوسومات مرتبطة بخيط او ظفيرة Strand او جزيئة واحدة من RNAالمراسل mRNA ومكونة سلسلة شبيهة بالخرز المتصل بالخيط وتسمى هذه الحالة الرايبوسومات المتعددة Polysomesوان اهمية هذا الرايبوسوم المرتبط بالشبكة الاندوبلازمية انها تسهم في عملية بناء البروتين .Protein Synthesisتصطبغ الشبكة الاندوبلازمية الخشنة بالصبغات القاعدية وان السبب في ذلك يعود الى وجود RNA في الرايبوسومات .

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

2-الشبكة الاندوبلازمية الملساء او غير المحببة 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 والسبيرماتوسايت Spermatocyt 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 تظهر عناصر الشبكة الاندوبلازميية الملساء تركيباً اما تكون شبيهة بالكييسات او الحويصلات التي يتراوح قطرها بين ٢٥-٥٠٠ نانوميتر او على شكل انبوبي والذي يتراوح قطره بين ٥٠-١٠٠ نانوميتر 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 بالاضافة الى ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء تختلف في نوع الانزيمات الموجودة والوظائف التي تقوم بها .

التركيب الدقيق للشبكة الاندوبلازمية Ultrastructure of endoplasmic reticulum

ان تجاويف الصهاريج Cisternae والحويصلات والنبيبات للشبكة الاندوبلازمية محددة بغشاء رقيق سمكه (٥٠-٦٠) انكستروم وان اغشبة 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 بانواعها 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 ١٩٥٦ 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 ١٩٦٩ ان السطوح الكلية للشبكة الاندوبلازمية الموجودة في (١) مل من نسيج الكبد تساوي تقريباً (١٠)م٢ وان ثلثي هذا المقدار هو من نوع الشبكة الاندوبلازمية الخشنة.RER

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

الكلايكوسومGlycosomes

على الرغم من ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء SER تكون نظاماً مستمراً مع الشبكة الاندوبلازمية الخشنة RERفهناك اختلافات شكلية بينهما فعلى سبيل المثال في خلايا الكبد والتي تحتوي الشكل الانبوبي Tubular formوالمنتشر 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 (٥٠-٢٠٠) 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 Functions of endoplasmic reticulum

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

-2التبادل: يزود السطح الداخلي الواسع جداً من قبل الشبكة الاندوبلازمية حوالي ١١م٢ /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 الميسرعن طريق انظمة.Permeases

-3خزن 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 و مثال 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 .

-4ازالة السموم: يعتقد ان خلايا الكبد وعند تعرض الجسم لمواد سامة فأن ذلك يؤدي الى زيادة الشبكة

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

الاندوبلازمية داخل الخلايا وخاصة الشبكة الاندوبلازمية الملساء منها بالاضافة الى تحفيزها لعمل الانزيم المعادل للسمية الموجود في الكبد لازالة التأثير السام .

5-توصيل الحوافز: ويعتقد ان الشبكة الاندوبلازمية في الخلايا العضلية والتي تسمى Sarcoplasmic Reticulumتعمل 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 .

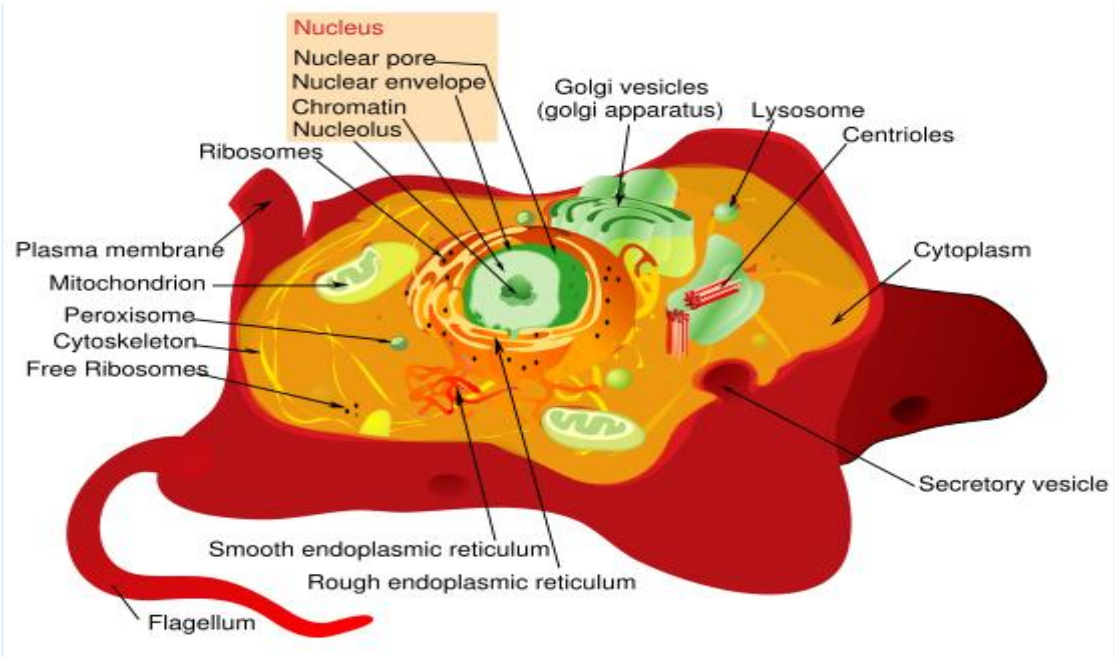
7-تعمل اغشية الشبكة الاندوبلازمية على تكوين الغلاف النووي الجديد بعد كل انقسام.

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

منشأ الشبكة الاندوبلازميةOrigin of Endoplasmic Reticulum

لقد بينت اغلب الدراسات عن منشأ الشبكة الاندوبلازمية امكانية تكونها من جدار النواة فمن جملة الدراسات التي قام بها كاي Gay عام ١٩٥٦ وقد لاحظ وجود فقاعات bleds تتكون من جدار النواة متجهة نحو السايتوبلازم وبانفصالها عن جدار النواة تتحول الى اغشية شبيهة بالاكياس المسطحة وقد اشار الباحثان Seikevitz و Paladeعام ١٩٦٠ الى ان الشبكة الاندوبلازمية الخشنة RER تتكون اولاً من الغلاف النووي وبعدها تتكون الشبكة الاندوبلازمية الملساء SER اما الاحتمال الاخر فيعزى الى نوع من التضاعف الذي يحصل للشبكة الاندوبلازمية.

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى



جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى