وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية التربية للعلوم الصرفة

المرحلة الاولى (صباحي , مسائي)

((محاضرات علم الخلية النظري)

م.د. شذى حازم شاكر

٢٠٢٣ م

١٤٤٥ هـ

الفصل الرابع

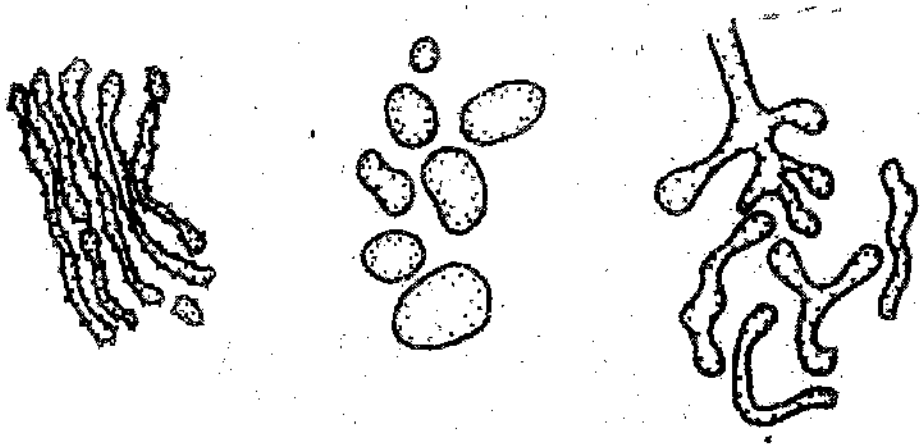
الشبكة الاندوبلازمية
Endoplasmic Reticulum

يمكن وصف الشبكة الاندوبلازمية بأنها عبارة عن شبكة ثنائية الجدار منتشرة بصورة كبيرة في جميع السايتوبلازم. وهي تعد جهازاً معقداً بحد ذاته حيث يتكون من فجوات منقسمة بدقة وممتدة من حدود النواة داخل السايتوبلازم حتى حدود الخلية. وقد أطلق على هذا النظام اسم الجهاز السايتوبلازمي الفجوي. إلا ان تسمية الشبكة الاندوبلازمية أكثر شيوعاً ويستخدم دائماً في كتب علم الخلية.

الشكل :

هناك تنوع كبير جداً في الشكل والتركيب الدقيق للشبكة الاندوبلازمية ويعتمد ذلك على نوع الخلية ووظيفتها وتخصصها. فضلاً عن ذلك فإن التركيب الدقيق لهذا النظام يبدو على جانب كبير من التبدل والتغيير حتى جعل بعض الباحثين في فترات قبل استخدام المجهر الالكتروني ، يعتقد أنها تخيلات تأتي نتيجة التثبيت وتقنيات التحضير الاخرى. إلا أن دراسة الخلية تحت المجهر الالكتروني دحر فكرة التراكيب التخيلية واثبت وجود الشبكة الاندوبلازمية (أو الجهاز الفجوي) المنتشر في سايتوبلازم الخلية. لقد وجدت الشبكة الاندوبلازمية في جميع أنواع الخلايا المدروسة باستثناء خلايا الدم الحمراء البالغة للثدييات.

والنظام الشبكي خيوطاً من أجسام كروية أو بيضوية أو أهليجية أو أكياساً مسطحة مرتبطة مباشرة أو بواسطة نبيبات متشابكة وتبدو هذه الاجسام الكروية والاكياس المسطحة والنبيبات في المقطع وحدات محدودة الغشاء تتخذ أشكالاً متنوعة (شكل ٤ - ١).



الشكل ٤ – ١ : مخطط يوضح انواع الشبكة الاندوبلازمية .

ويمكن تقسيم الشبكة الاندوبلازمية الى نوعين هما :

١– الشبكة الاندوبلازمية الخشنة او المحببة :–
Granular or Rough Endoplasmic Reticulum (GER or RER)

وهي تلك الشبكة التي تتميز بوجود حبيبات صغيرة على السطح الخارجي للاغشية المحددة لتجاويف الشبكة الاندوبلازمية حيث تعطي مظهراً خشناً أو محبباً للسطوح المواجهة للسايتوبلازم ، وقد سميت هذه الحبيبات بالرايبوسومات أو حبيبات بالاد نسبة إلى مكتشفها Palade عام ١٩٥٥ ، لكن التسمية الاولى هي الاكثر شيوعاً في استعمالها .

يتراوح حجم الرايبوسومات بين ١٠٠ – ١٥٠ انكستروم وتحتوي في تركيبها على ٥٠٪ RNA و ٥٠٪ بروتين. ويزداد تواجد هذا النوع من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة في الخلايا التي تكون فعالة في بناء البروتين وكذلك في الخلايا الافرازية للبنكرياس وخلايا البلازما .

كما وتظهر عناصر الشبكة الاندوبلازمية الخشنة تراكيب تشبه الحويصلات مسطحة ذات شكل غير منتظم ومرتبة بصورة موازية مع بعضها بعض. وقد سميت بالحويصلات cisterna مفرد حوينة cisternae والتي يبلغ سمكها ٤٠ – ٥٠ نانوميتر (شكل ٤ – ٢).

الشكل ٤ – ٢ : صورة بالمجهر الالكتروني للشبكة الاندوبلازمية المحببة (قوة التكبير ٣٢,٠٠٠ X)
R = الرايبوسوم المصاحب للشبكة الاندوبلازمية .

٢- الشبكة الاندوبلازمية الملساء أو غير المحببة :
Smooth Endoplasmic Reticulum or Agranular Endoplasmic Reticulum (SER or AER)

وهي التي يفتقر سطحها الخارجي الى حبيبات الرايبوسوم وبذلك تظهر سطوحها ملساء أو غير محببة وتكثر عناصر السطح الاملس في المادة الاولية للخلايا مثل الكريات البيضاء الناضجة والسبيرماتوسايت spermatocyte.

تظهر عناصر الشبكة الاندوبلازمية الملساء تراكيب أما شبيهة بالكيسات او الحويصلات التي يتراوح قطرها بين ٢٥ – ٥٠٠ نانوميتر أو على شكل أنبوبي التي يتراوح قطرها بين ٥٠ – ١٠٠ نانوميتر.

ويمكن ملاحظة نوعي الشبكة الاندوبلازمية في نفس الخلية وفي وقت واحد أو في أوقات متفاوتة خلال دورة حياة الخلية. وغالباً مايلاحظ النوعان نظاماً واحداً مستمراً بحيث لاتكون الفروق اساسية الى الحد الذي يمنع احد الشكلين من تحوله الى الشكل الآخر.

الفعالية الوظيفية للشبكة الاندوبلازمية :
Functional Activity of Endoplasmic Reticulum

إن الفعالية الوظيفية للشبكة الاندوبلازمية تتباين بالنسبة لنوع الخلية وفعاليتها الحيوية فهي تعطي إسناداً ودعماً ميكانيكياً للسايتوبلازم ، كما ولها خواص غذائية ، وتشترك في التبادل البينظوي بين المادة البينية والتجويف الداخلي. وتتم هذه التبادلات بواسطة الانتشار أو النقل الفعال التي قد تشترك فيها النواقل أو الـ permeases (انظر النقل الفعال في الفصل الثالث). وفي الكبد هناك مايقارب من ١١ متراً مربعاً من الاغشية لكل ملمتر تكون موجودة وجاهزة للتبادل. قد يحدث التدرج الايوني والجهد الالكتروني عبر هذه الاغشية ، وقد افترضت حالة الايعازات داخل الخلية في حالة شبكة سايتوبلازم الخلايا العضلية (شكل خاص من الشبكة الاندوبلازمية توجد في الالياف العضلية المخططة التي تعد نظام التوصيل داخل الخلية). تخدم الشبكة الاندوبلازمية كجهاز دوران لنقل مواد مختلفة ، حيث يقوم الجهاز الفجوي المحوط بالاغشية بجمع نواتج العمليات البنائية للخلية وخزنها ثم تنقل بعد ذلك الى مواقع اخرى داخل الخلية او لتطرح خارجاً عن طريق الافراز.

كما تشترك الشبكة الاندوبلازمية الخشنة في عملية تخليق البروتينات وتصديرها. إن التشابه الموجود بين الشبكة الاندوبلازمية واغشية بعض التراكيب الخلوية أدى الى الاعتقاد لدى الباحثين ان الشبكة الاندوبلازمية هي مصدر نشوء تلك الاغشية.

وهناك وظائف اخرى بعضها تؤديه الشبكة الاندوبلازمية الملساء وهي :

١- ازالة السّمية : (أو اللاسمية) Detoxification

إن كمية كبيرة من الادوية كالفينوباربيتال التي تعطى الى الحيوان تؤدي الى زيادة فعالية الانزيمات المؤدية الى إزالة السمية حيث تسبب في تضخم الشبكة الاندوبلازمية الملساء . تنطبق هذه الميكانيكية في إزالة السمية ، على الهورمونات داخلية النمو أو الضابطة للستيرويد.

الانزيمات المشتركة في إزالة الفعالية السمية للهيدروكاربونات الاروماتية مثل 3.4-benzopyrene هي arylhydroxylases وقد عرف الان أن الـ benzopyrene (الموجود في اللحم المشوي على فحم الخشب) لايكون مولداً

بنزوبايرين

آريهامي موحسين كيزر

للسـرطان ولكن تحت فـعل أنزيم arylhydrolases في الكبـد يتـحـول الى 5-6-epoxide التي تكون مادة سرطانية فعّالة.

إن عمل العقاقير هو انتاج تأثير حقيقي على أنزيمات الشبكة الاندوبلازمية التي يمكن ان تثبط بواسطة مثبطات تخليق البروتين كالبيروماسين puromycin.

٢- تخليق الدهون : Synthesis of Lipids

إن الشـبكة الاندوبلازميـة الخشنة تكون سـائدة في الخلايا المكونة للبروتينات بصورة فعّالة ، لكن الشبكة الاندوبلازمية الملساء تكون كثيرة في تلك التي تشترك في تخليق الدهون. لوحظت العـلاقة الداخلية للمكونات الغشائية للنظام الفجوي خلال تشكيل مركبات البروتينات الدهنية . وهذه العـلاقة الداخلية تبدو مرتبطة بصـورة رئيسية بالشبكة الاندوبلازمية الملساء ومعقد كولجي.

٣- تحلل الكلايكوجين : Glycogenolysis

لوحظ في الحيوانات المجوّعة ان الكلايكوجين المتبقي والراكد يبقى مرتبطاً مع الانيبيبات وحويصلات الشبكة الاندوبلازمية. وعندما تعاد التغذية ، تكون هناك زيادة في الشبكة الاندوبلازمية الملساء التي تحتفظ بإرتباطها مع الكلايكوجين المتجمع.

يرتبط الانزيم UDPG-glycogen transferase الذي يشترك بصورة مباشرة في تركيب الكلايكوجين بأضافة (Uridine diphosphate glucose) UDPG الى الكلايكوجين الاولي ، بجزيئة الكلايكوجين اكثر مما يرتبط بالمكونات الغشائية ، وبهذا يمكن الافتـراض ان هناك عـلاقـة بين الشـبكة الاندوبلازميـة وتحلل الكلايكوجين ، ولاتوجد علاقة بين الشبكة وتركيب الكلايكوجين. ومثال على ذلك ماتمت ملاحظته في خلايا الكبد ، فقبل الولادة تزداد كمية الكلايكوجين ثم تقل في آن واحد مع زيادة كمية glucose-6-phosphate ، وهذا الفقدان للكلايكوجين يكون مصاحباً بزيادة في الشبكة الاندوبلازمية الملساء.

منشأ الشبكة الاندوبلازمية :

Origin of Endoplasmic Reticulum

بينت اغلب الدراسات حول منشأ الشبكة الاندوبلازمية امكانية تكونها من جدار النواة ، من جملة الدراسات التي قام بها كاي Gay عام ١٩٥٦ ، لاحظ بعض البلازمات blebs تتكون من جدار النواة متجهة نحو السايتوبلازم وبانفصالها عن جدار النواة تتحول الى اغشية شبيهة بالاكياس المسطحة ، أما الاحتمال الاخر الذي تم نوع من التضاعف الذي قد يحصل للشبكة الاندوبلازمية.