

## الفصل السادس

السييتوبلازم الأساسى THE GROUND CYTOPLASM  
الشبكة الاندوبلازمية INDOPLASMIC RETICULUM  
الارجاستوبلازم ERGASTOPLASM  
الريبوزومات RIBOSOMES  
الميكروزومات MICROSOMES

يظهر السييتوبلازم الأساسى أو الهالوبلازم (hyaloplasm) تحت الميكروسكوب الضوئى على هيئة مادة ليس لها شكل أو تركيب محدود . ويوجد مطمورا فى هذه المادة بعض التراكيب الخلوية الحية مثل جهاز جولجى والميتوكوندريا . وقد لوحظ فى بعض الخلايا أن بعض مناطق الهالوبلازم تصبغ بالصبغات القاعدية ويسمى هذا النوع السييتوبلازم القاعدى (basophilic cytoplasm) أو الكروميدى (chromidial cytoplasm) . وقد أطلق جارنر (Garnier) فى عام ١٨٨٧ على هذا السييتوبلازم لفظ أرجاستوبلازم (argastoplasm) ويشتمل هذا الإرجاستوبلازم على مناطق السييتوبلازم التى تميل الى الأصباغ القاعدية مثل أجسام نسل فى الخلايا العصبية وبعض الكتل الموجودة فى الخلايا الكبدية .

ويتكون الإرجاستوبلازم من الحبيبات التى تصبغ بالأوزميوم وهى التى تحتوى تركيز مرتفع من البروتين النووى (ribonucleo protein, RNP) . وقد تكون هذه الحبيبات منتشرة فى السييتوبلازم أو متصلة بالأغشية التى تحيط بتجاويف داخلية ( الشبكة الاندوبلازمية ) . ويطلق على الأرجاستوبلازم فى حالة وجود هذه الحبيبات متصلة بالشبكة الاندوبلازمية الأرجاستوبلازم المنتظم (organized ergastoplasm) . أما اذا وجدت الحبيبات فقط دون وجود الشبكة الأندوبلازمية سمي هذا النوع الأرجاستوبلازم غير المنتظم (unorganized ergastoplasm) .

### الشبكة الاندوبلازمية INDOPLASMIC RETICULUM

أوضحت الدراسات التى أجريت بواسطة الميكروسكوب الالىكترونى أن السييتوبلازم الأساسى أو الهالوبلازم يحتوى على تركيب دقيق أطلق عليه بووتر (Porter)

فى عام ١٩٥٤ الشبكه الاندوبلازميه . ويوجد هذا التركيب فى جميع الخلايا الحيوانيه  
ما عدا كرات الدم الحمراء مكتمله النمو .

والشبكه الاندوبلازميه عبارة عن جهاز يوجد فى السيتوبلازم ويتكون من تجاوير على  
شكل أنابيب أو حوصلات أو كلاهما . وتحاط هذه التجاوير بأغشيه رقيقه . وفى بعض أنواع  
الخلايا ، مثل خلايا الكبد والبنكرياس تكون هذه التجاوير الغشائيه كثيره جدا ، بينما فى  
بعض الأنواع الأخرى يقل عددها بشكل ملحوظ كما هو الحال فى الخلايا العضليه . ويوجد  
هذه الشبكه الاندوبلازميه ( الفجوات المحاطه بأغشيه ) يقسم السيتوبلازم الى منطقه داخلية  
( وهى التجاوير ) مفصولة عن المنطقه الخارجيه أو ماده السيتوبلازم الأساسيه  
(Cytoplasmic matrix) . وفى المنطقه الاخيره يمكن تمييز العضيات السيتوبلازميه ( وهى  
عضيات حيه ) والمحتويات غير الحيه ، ولذلك تعتبر ماده الخلاليه (matrix) أى ماده  
السيتوبلازم الأساسيه هى أهم جزء فى الخليه ، ويقوم ما بها من مكونات بالوظائف البنائيه فى  
الخلية . كما تحتوى هذه المنطقه أيضا على الأنزيمات اللازمه لانتاج الطاقة وخاصه فى عمليه  
التنفس اللاهوائى . بالاضافه الى ذلك فإن ماده الخلاليه للسيتوبلازم هى التى يحدث فيها تميز  
الالياف فى الخلايا المتخصصه وذلك مثل الياف الكيراتين والليفيات العضليه واليفات العصبية  
والأبنيبيات العصبية . كذلك فان الكثير من الخصائص الميكانيكيه للسيتوبلازم مثل المرونه  
والتقبض والصلابة والحركات الحلويه الداخليه (cyclosis) لها علاقه هامه بالماده الخلاليه  
للسيتوبلازم .

وقد لوحظ التنظيم الشبكي للشبكتا لاندوبلازميه لأول مره فى مزارع الأنسجه حيث  
وجد أن جميع أجزائها تكون جهازا متصلا . على أن هذا التركيب ليس ثابتا أو صلبا فهو  
يتكسر إلى حوصلات منفصله فى حاله تهدم الخليه أو تحللها .

وتختلف قطاعات أجزاء الشبكه الاندوبلازميه اختلافا بينا عن بعضهما ، فقد تكون  
مستديره أو مستطيله وذلك تبعا لاتجاه تقطيع العينات .

## انواع الشبكة الاندوبلازمية Types of endoplasmic reticulum

### ١ - الشبكة الاندوبلازمية المحببة او الخشنة :

#### Granular of rough endoplasmic reticulum

يتميز هذا النوع بوجود الكثير من الحبيبات الدقيقة مرتبة على السطح الخارجى لأغشية الشبكة الاندوبلازمية . وهذه الحبيبات غنية بمادة ح ر ن والبروتينات ولذلك تسمى الحبيبات النووية (RNP) أو الريبوزومات (ribosomes) . كذلك توجد حبيبات مشابهة فى المادة الخلالية للسيتوبلازم .



(شكل ٣١)

شبكة اندوبلازمية خشنة

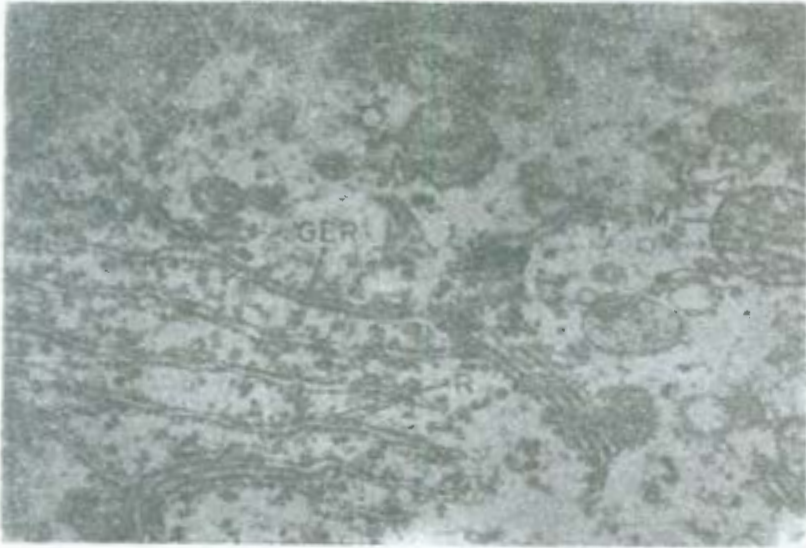
وتكون الشبكة المحببة واضحة التكوين فى المناطق القاعدية ( التى تميل للصبغة القاعدية ) فى السيتوبلازم ، أى الارجاستوبلازم حيث تبدو مركزة فى المناطق القاعدية من الخلايا خاصة الخلايا الافرازية مثل خلايا الجزء القنوى من البنكرياس . وتوجد معظم اجزاء الشبكة الاندوبلازمية على هيئة تراكيب صفائحية الشكل او مفلطحة وتحتوى هذه الاجزاء

على مواد متراكمة تسمى المحتويات داخل الصهاريج (intracisternal inclusions) والشبكة المحببة واسعة الإنتشار فى الخلايا النامية وفى الخلايا التى لها علاقة بتكوين البروتينات .

## ٢ - الشبكة الاندوبلازمية الملساء ( غير المحبب )

Agranular of smooth endoplasmic reticulum

يتميز هذا النوع بعدم وجود الريبوزومات . وغالبا ما تكون وحداتها أنبوية الشكل .



(شكل ٣٢)

شبكة اندوبلازمية خشنة فى خلية عصبية حركية

ويوجد هذا النوع فى الخلايا الظلائية الملونة فى شبكة العين وكذلك فى الخلايا العضلية الإرادية .

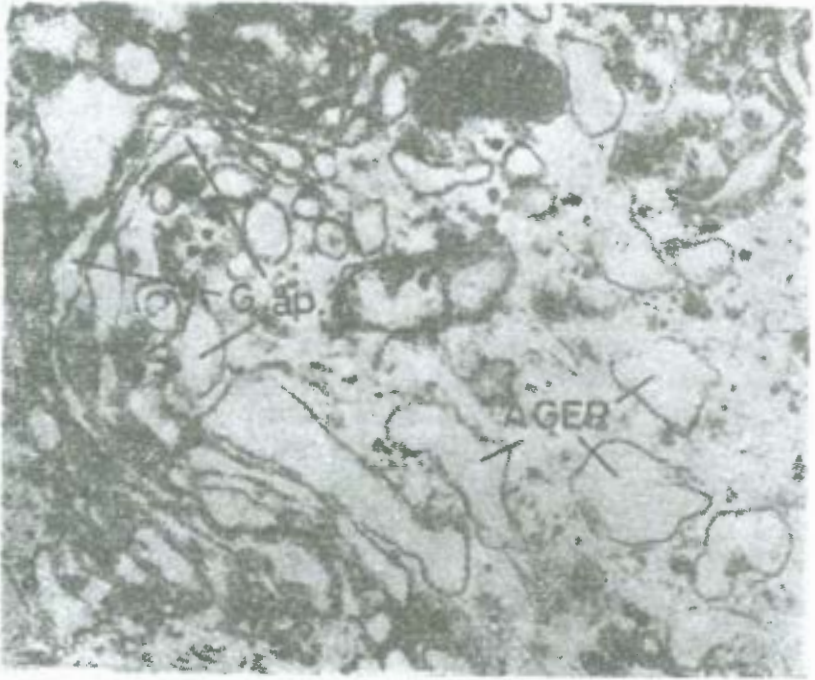
هذا ، وقد يوجد النوعان ( الحبيبية وغير الحبيبية ) معا فى خلية واحدة وذلك مثل الخلية الكبدية حيث تحتل الشبكة الاندوبلازمية المحببة المنطقة المركزية من الخلية بينما توجد الشبكة الملساء عند حافة الخلية .



### العلاقة بين الشبكة الاندوبلازمية والغشاء النووي :

Relationship between the ER and nuclear envelope :

ترتبط الشبكة الاندوبلازمية ارتباطا وثيقا بالغشاء النووي الذي يتكون من طبقتين ، تكون الخارجية منها على اتصال بالشبكة الاندوبلازمية ، ولذلك اعتبر الغشاء النووي جزءا من الشبكة الاندوبلازمية . وتري بورتر Porter ( ١٩٦٠ ) ان الغشاء النووي يمثل الجزء المستديم



(شكل ٣٣)

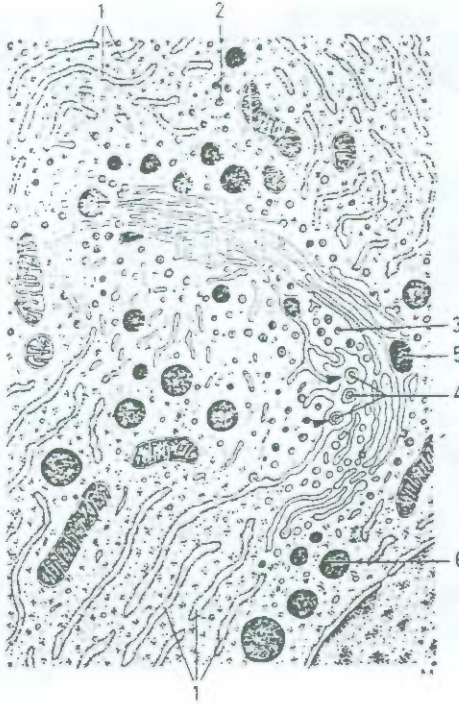
شبكة اندوبلازمية خشنة وجهاز جولجي

من هذا التركيب الشبكي وان الأجزاء السيتوبلازمية ما هي إلا مشتقات أو امتدادات من هذا الغشاء . وهذا يعلل وجود الشبكة الاندوبلازمية في كرات الدم الحمراء حديثة التكوين واختفائها من الخلايا مكتملة النمو .

## أهمية الشبكة الإندوبلازمية : Significance of the endoplasmic reticulum :

تقوم الشبكة الإندوبلازمية بدور هام في بعض الانشطة الخلوية وبخاصة تكوين البروتينات (Protein synthesis) والافرازات الخلوية (secretions) .

ويرى بعض العلماء أن الشبكة الإندوبلازمية المحيطة تستطيع احتواء الاحماض الامينية وتحويلها الى بروتينات . وقد استدل على ذلك من وجود جزيئات خام الانزيمات



(شكل ٣٤) شبكة إندوبلازمية خشنة في خلية عصبية افرازية

(zymogen granules) في التجاويف المنتفخة للشبكة الإندوبلازمية في خلايا البنكرياس . كذلك وجدت مادة الالبومين متركرة في تجاويف الشبكة الإندوبلازمية في خلايا البنكرياس . كذلك وجدت مادة الالبومين متركرة في تجاويف الشبكة الإندوبلازمية في الخلايا المبطنة لقناة البيض في الطيور . كما لوحظ ان التجاويف المتسعة لهذه الشبكة مليئة بالمواد الغروية في خلايا الغدة الدرقية (Wissig, 1960) .

ويعتقد أن البروتينات حديثة التكوين أو الإنزيمات تمر من الريبوزومات إلى تجويف الشبكة الاندوبلازمية حيث تتكشف على هيئة حبيبات . وتنقل هذه المواد الافرازية من مكان تكثيفها الإبتدائي هذا على هيئة حبيبات أو محاليل ذائبة الى جهاز جولجى حيث تتحول الى حبيبات متماسكة ثم تنطلق بعد ذلك الى الستوبلازم ومنه الى خارج الخلية .

وترتبط الشبكة الإندوبلازمية الخشنة ارتباطا وثيقا بنمو الخلايا وتميزها . ففي الهيدرا مثلا وجد ان الخلايا البينية التى تنشأ منها الخلايا اللاسعة غنية جدا بالحبيبات البروتينية النووية ولكنها خالية تقريبا من أى اثر للشبكة الاندوبلازمية . ولكن فى مرحلة تالية ، عقب حدوث سلسلة من الانقسامات ، وعندما تبدأ الخلية فى التميز يرى بها شبكة اندوبلازمية واضحة . بالاضافة الى ذلك فان الخلايا أثناء تميزها يزداد حجم الشبكة الاندوبلازمية فيها ثلاث - ٤ مرات عن حجمها فيالخلايا الصغيرة غير المتميزة .

أما الشبكة الملساء فالأغلب ان لها علاقة بانتقال المؤثرات المنبهة (transmission of excitatory impulsis) فى الخلية ( انظر الشبكة العضلية ) كما يلاحظ ان هذه الشبكة توجد بشكل متميز فى الخلايا التى لها علاقة بانتاج الدهون وايضا المواد الكربوهيدراتية وانتقال الايونات واخراج الالكتوليتات مما يشير الى ان لها ايضا علاقة بتلك الوظائف .

ومن الناحية المرضية ، فان هذه الشبكة فى بعض الحالات تتكسر الى تجاوير منفصلة بعضها ضيق وبعضها متسع وذلك دون أى ارتباط واضح بالغشاء النووى .

### الريبوسومات ( الريبوزومات ) RIBOSOMES

ندرس الريبوزومت عادة عند دراسة الشبكة الاندوبلازمية حيث ان هذه الجسيمات توجد فى الخلايا المتقدمة متصلة باغشية هذه الشبكة . ويعتبر دى روبرتس (De Reobertis) الريبوزومات جزءا مستديما من المادة الخلالية للخلية .

والريبوزوم جسيم ميكروسكوبى بالغ الدقة يتكون من حامض الريبونيوكلريك والبروتين وتلعب الريبوزومات دورا هاما فى تكوين البروتينات protein synthesis فى الخلية وهى العملية التى يتم أثناءها تجميع وتنظيم الأحماض الامينية بطريقة معينة لتكون سلسلة من عديدات الببتيدات .

وتوجد الريبوزومات فى جميع الخلايا الحيوانية ما عدا خلايا الدم الحمراء مكتملة النمو. كما توجد فى البكتيريا حيث لا توجد شبكة اندوبلازمية ، وتوجد معظم الريبوزومات حرة التوزيع فى المادة الخلالية للسيتوبلازم فى خلايا الشبكية وخلايا النبات الميراثية والخلايا العصبية فى الجنين .

وتكون الريبوزومات فى الخلايا التى تلعب دورا فى تخليق البروتينات ( كـالخلايا المفرزة للإنزيمات ) متصلة بأجزاء معينة من أغشية الشبكة الاندوبلازمية . والمعتقد أن هذا الغشاء الدهنى البروتينى يقوم بدور هام فى إبعاد المواد البروتينية ، حديثة التكوين ، من الريبوزومات ويساعد فى نقلها وإخراجها .

والمكونات الأساسية للريبوزومات هى - كما سبق القول- البروتين وحامض الريبونيوكلريك بنسب متساوية تقريبا مع عدم وجود - أو وجود نسبة قليلة من الليبيدات وبعبارة أخرى ، فإن الريبوزوم حبيبة نووية بروتينية يكون فيها البروتين " ح ر ن " الريبوزومى بأوزان مكافئة . ويلاحظ أن ح ر ن الريبوسومى يكون فى النوية ويخزن فيها تحت تأثير ع د ن .

وتعتبر الريبوسومات مكونات سيتوبلازمية فى الخلية إلا أن حبيبات مماثلة قد تم الكشف عنها فى الانوية . ويلاحظ أن الريبوزومات النووية أقل تجانسا من حيث حجمها ومحتوياتها من ح ر ن والبروتين عن شبيهاها الموجودة فى السيتوبلازم .

وتوجد الريبوزومات حرة أو متصلة بأغشية الشبكة الاندوبلازمية ، وتكون الأخيرة وفيرة جدا فى الخلايا الحيوانية التى تفرز مواد بروتينية مثل الهرمونات أو الإنزيمات الهاضمة .

وتبدو الريبوسومات فى الميكروسكوب الإلكتروني كروية الشكل وقد تكون عسوية أو عديدة الأضلاع . ويتكون الريبوسوم من وحدتين صغيرتين محددتين يمكن فصلهما عن بعضهما بطرق عديدة وذلك مثل خفض تركيز أيونات المغنسيوم فى الوسط الموجود به تلك الريبوزومات . ويتراوح قطر الريبوزوم بين ١٥٠ - ٢٥٠ أنجستروم ( ٣٠٠ أنجستروم ) فى حالة الخلايا العضلية المخططة ) . ويعتبر بعض العلماء أن أجسام نسل ما هى إلا تجمعات كثيفة من الريبوزومات . ولكن هذا الرأى لا يزال فى حاجة الى بحوث أخرى لتأييده أو نفيه .



وهناك نوع آخر من الريبوزومات يطلق عليها عديدة الريبوزومات (polyribosome or polysome) وتتكون كل واحدة من ٤-٧ ريبوزومات يربطها خيط دقيق (قطره ١٠-٢٠ نانومتر) . وتعتبر هذه الأجسام الوحدات الوظيفية فى عملية تخليق البروتينات .

## الميكروسومات MICROSOMES

ليست الميكروسومات تراكيب متميزة فى الخلية ، وإنما هى تشكل مجموعة غير متجانسة من التراكيب الخلوية يمكن فصلها بالطرد المركزى .

فباستعمال جهاز القوة الطاردة المركزية ، يمكن الحصول على جزء به هذه الحبيبات الدقيقة تحت الميكروسكوبية ويسمى الجزء الميكروسومى "microsome fraction or microsomes" . ويوضح الفحص الدقيق لهذا الجزء وجود الثلاث مكونات الرئيسية للشبكة الاندوبلازمية ، وهى أغشية الشبكة ، والريبوسومات المتصلة بأسطحها الخارجية ومحتويات تجاويف الشبكة التى قد تكون عديدة الشكل أو على شكل حبيبات دقيقة ، وقد توجد أجزاء سيتوبلازمية أخرى كما هو الحال فى ميكروسومات الخلايا الكبدية التى وجد انها تتكون من اجزاء من الشبكة الاندوبلازمية على هيئة حوصلات أو أنيببات منفصلة ، وقد تكون الريبوزومات متصلة بها أولا تكون ، بالإضافة الى ذلك يحتوى هذا الجزء الميكروسومى على بعض اغشية جهاز جولجى وأجزاء أخرى . وفى الخلايا الكبدية شوهد الجليكوجين واللفيريتين وبعض القطرات الدهنية فى هذا الجزء الميكروسومى .