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 1953 .

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 هي:

1. الشكل الصفائحي lamellar form (Cisternae)

وهي عبارة عن اكياس مسطحة طويلة تشبه الانابيب غير المتفرعة قطرها حوالي (40-50 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 (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

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

مكونات الشبكة الاندوبلازمية

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 الاندوبلازميةTypes of endoplasmic reticulum

يمكن تقسيم الشبكة الاندوبلازمية الى نوعين هما :

1.الشبكة الاندوبلازمية الخشنة Rough 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 1955(والرايبوسومات تعرف بانها عبارة عن دقائق يمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني حيث تتألف من 60% من البروتين و 40% من الحامض النووي الرايبوزي RNA ويتراوح حجم الرايبوسومات بين 100-150 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 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.

2 . الشبكة الاندوبلازمية الملساء او غير المحببة
Agranular 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 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.تظهر عناصر الشبكة الاندوبلازميية الملساء تركيباً اما تكون شبيهة بالكيسات او الحويصلات التي يتراوح قطرها بين 25-500 نانوميتر او على شكل انبوبي والذي يتراوح قطره بين 50-100 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) 50-60(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 .

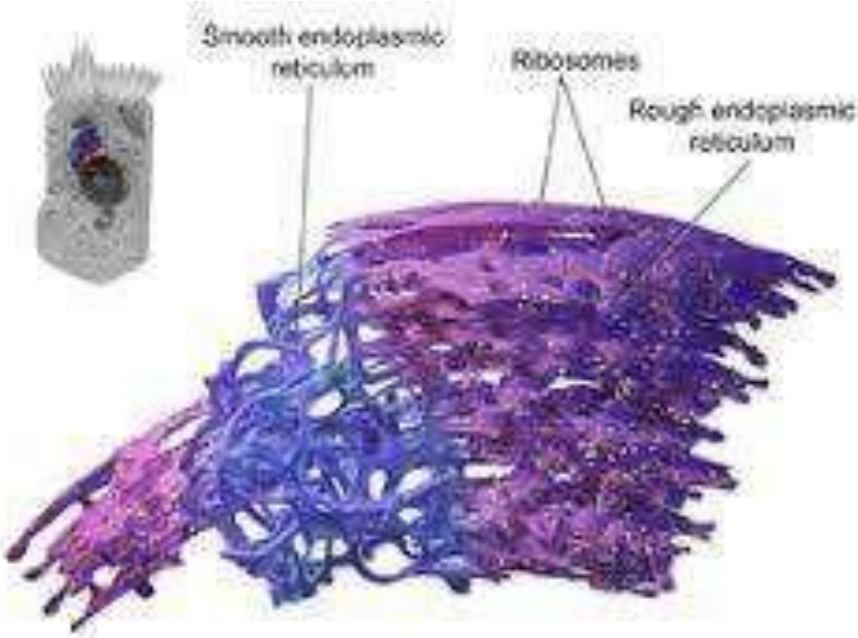
نامياً بشكل جيد ويعمل كممر للمواد المفرزة وقد لاحظ الباحث Palade عام 1956 ان هنالك حبيبات افرازية موجودة في تجويف الشبكة الاندوبلازمية وفي بعض الاحيان يكون هذا التجويف ضيقاً جداً مع ملاحظة غشائين قريبين من بعضهما وقد يمتدان في بعض الخلايا التي تكون فعالة في بناء البروتين مثل الخلايا البلازمية Plasma 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(م2 وان ثلثي هذا المقدار هو من نوع الشبكة الاندوبلازمية الخشنة.RER

Enveloppe
nucléaire

ucléaire

e lisse

lasmique



Endoplasmic Reticulum

الكلايكوسوم Glycosomes

على الرغم من ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء SER 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) 200-50(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

الاسناد الميكانيكي:

يقسم السايتوبلازم الى غرف او مخادع بواسطة الشبكة الاندوبلازمية ويعتقد بانه يعمل كسند اضافي للحالة الغروية للسايتوبلازم .

التبادل:

يزود السطح الداخلي الواسع جداً من قبل الشبكة الاندوبلازمية حوالي 11م2 /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

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 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 .

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 .

توصيل الحوافز:

ويعتقد 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.

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

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

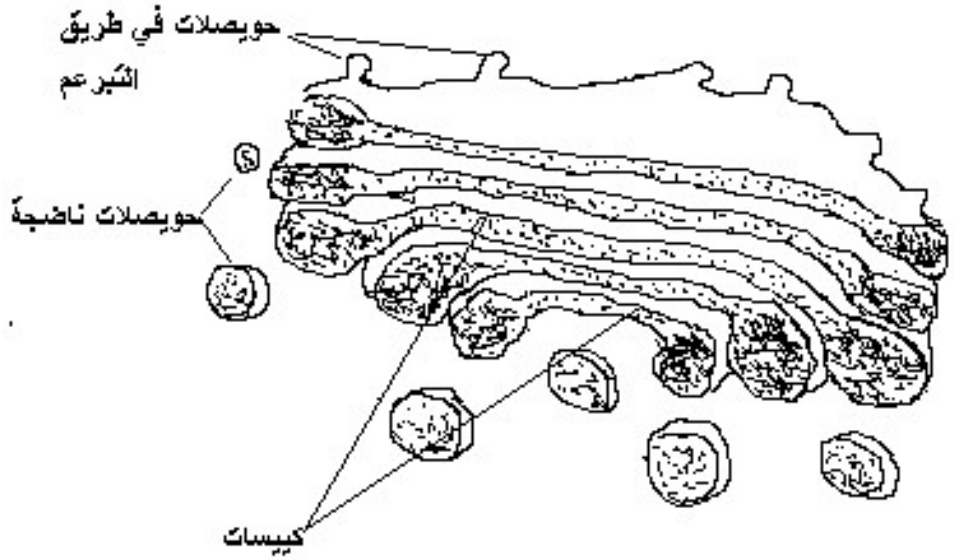
تعمل الشبكة الاندوبلازمية الملساء على تخليق الدهون مثل الدهون المفسفرة والكوليسترول والبروتينات الدهنية.

منشأ الشبكة الاندوبلازمية Origin 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 1956 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 Palade عام 1960 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 .

جهاز كولجي:

يتألف جهاز كولجي من جسيمات قاعدية)ديكتوزومات(، يتكون كل جسيم قاعدي من تطبق) 4 – 8 (كييسات مسطحة مقوسة ومجوفة تتبرعم الكييسات مشكلة حويصلات كولجية ،يحيط بكل كييس غشاء أملس سمكه 75° A له بنية ثلاثية الوريقات.



رسم تخطيطي لما فوق البنية الجسيم القاعدي

بنية جسيم قاعدي)ديكتيوزوم(

دَوره :

1–تدل الدرسات المختلفة أنّ لجهاز كولجي دور في إكتمال تشكيل البروتينات والدسم وتحويلها إلى غلوكوبروتينات، وغلوكوليبيدات

2–يساهم في تركيب الغشاء السيليلوزي والصفيحة الوسطى في الخلية النباتية.

3–كما يلعب جهاز كولجي دوار في تجميع وتخزين ونقل منتجات الشبكة الاندوبلازمية.

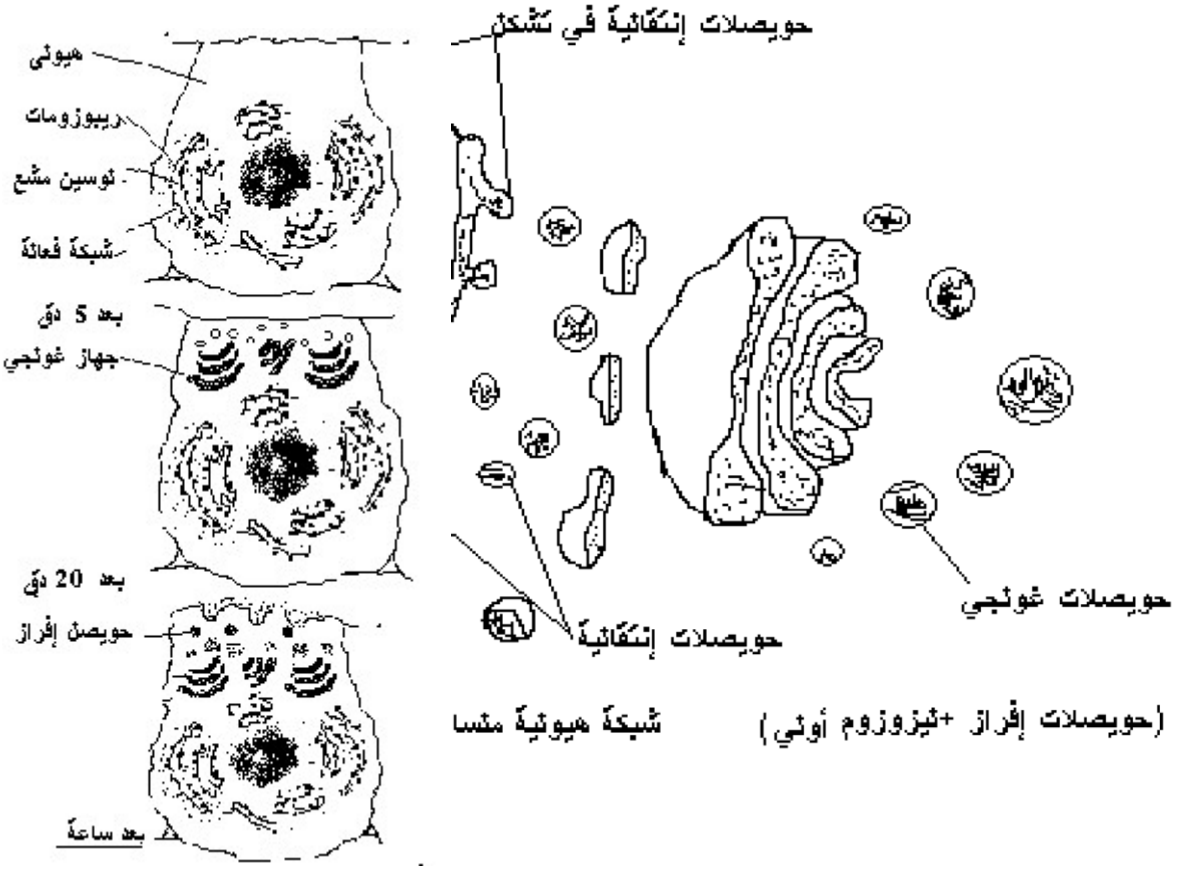
-جـ-العلاقة البنوية والوظيفية بين الشبكة الاندوبلازمية جهاز كولجي :

هناك عدة فرضيات تثبت وجود هذه العلاقات.

جـ-1- - وجود مناطق انتقال بين الشبكة الاندوبلازمية وجهاز كولجي

إن الحويصلات الصغيرة المتفرعة من غشاء ا

لشبكة الاندوبلازمية الملساء ت تجمع وت تحد مشكلة جهاز غشائي متطا ول، عبارة عن الكييس الكولجي .



جـ-2- نقل البروتينات المتشكلة من الشبكة الاندوبلازمية إلى جهاز كولجي

تقوم الشبكة الفعالة بتشكيل البروتينات بفضل الحبيبات ال اريبية المتوضعة عليها ثم تنقل البروتينات إلى جهاز كولجي حيث تخزن وتصدر ضمن حويصلات كولجية، إلى أماكن عملها، لقد تم التأكد من هذه الفرضية بواسطة تجربة بالاد .

التجربة: عند حقن حمض أميني مشع)لوسين (في خلية بنكرياس لخنزير الهند، فإنه يلاحظ بعد 5 دقائق من الحقن إندماج الحمض الأميني المشع في البروتينات على

مستوى الشبكة الاندوبلازمية .وبعد 20 دقيقة من الحقن يلاحظ انتقال الإشعاع إلى جهاز كولجي مما يدل على هجرة البروتينات من الشبكة الاندوبلازمية إلى جهاز كولجي .وبعد ساعة من الحقن يلاحظ الإشعاع في مستوى الحبيبات الإف ارزية الناتجة عن تبرعم الكييسات الكولجية.

- أنظر الشكل – 12

_ ----------

النتيجة:

يتركب البروتين على مستوى الشبكة الاندوبلازمية الفعالة ثم يخزن البروتين المصنع في جهاز كولجي الذي يطرحه عن طريق حويصلات إف ارزية.

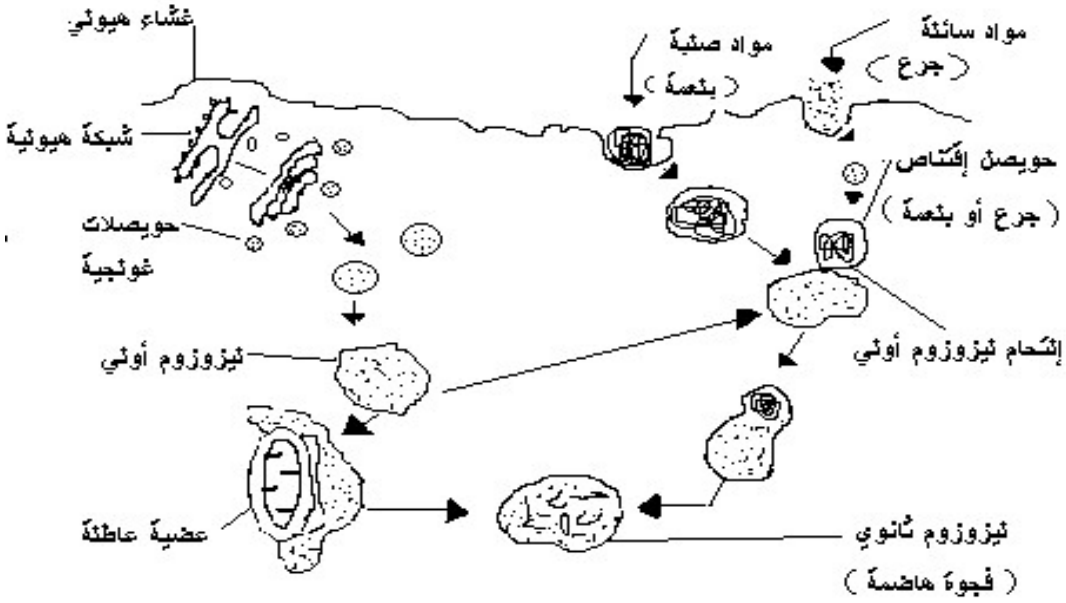
-جـ 3 –الجسيمات المحللة) الليزوزومات: (

الجسيمات المحللة حويصلات صغيرة منتشرة في الشبكة الاندوبلازمية الأساسية قطرها حوالي 5.0 ميكرون، محاطة بغشاء بلازمي مقاوم، تنشأ من تبرعم الكييسات الكولجية تلعب الجسيمات المحللة دوار هاما في هضم وتحليل الأجسام الغريبة و المكتنفات التي فقدت نشاطها.

تميز الجسيمات المحّللة إلى مجموعتين.

ا – جسيمات محللة إبتدائية غنية بالأنزيمات ،تخزن في صورة غير فعالة.

ب – جسيمات محللة ثانوية : وهي فعالة نشطة تتدخل في هدم مكونات خلوية عاطلة أومواد ممتصة من طرق الخلية.


غشاء هيولي
شبكة هيولية
حويصلات
غولجية
مواد صلبة
(بلعمة)
مواد سائلة
(جرع)
حويصل إقتناص
(جرع أو بلعمة)
إلتحام ليزوزوم أولي
ليزوزوم أولي
عضية عاطلة
ليزوزوم ثانوي
(فجوة هاضمة)