الفصل الثاني

الخلية ومحتوياتها

obeikandl.com

الخليـة الحيوانيـــــة

Animal Cell

لاحظ روبرت هوك (Hook) وهو يبحث قطعة من الفيلين تحت الميكروسكوب أنها تتكون من عدد كبير من الغرف التى تشبه غرف الرهبان فى الأديرة فأطلق على هذه الغرف اسم الخلايا ، ثم توالت الدراسة فى هذا المجال ثم اكتشف براون وجود جسم صغيرة داخل الخلية أسماه النواة وفى عام ١٨٣٨ وضع شيلادن Schleiden أسس النظرية الخلوية Cell Theory وهى أن الكائنات الحية حيوانية أو نباتية تتركب من وحدات تركيبية هى الخلايا ومع تقدم الدراسة من الناحية الوظيفية تبين أن الخلية هى وحدة وظيفية فضلا عن كونها وحدة تركيبية وعلى هذا يمكن تعريف الخلية على أنها (هى الوحدة الوظيفية لجسم الحيوان وهى كتلة من البروتوبلازم تحتوى على نواه).وتختلف الخلايا الحيوانية من حيث الشكل والتركيب طبقا لأماكن وجودها فى الجسم ووظائفها الحيوية والبعض له حركة أميبية مثل كرات الدم البيضاء وأخرى ثابتة الشكل مثل الحيوانات المنوية و البويضات.

وبتوالى الدراسة تم اختراع الميكروسكوب الالكترونى الذى استخدم فى دراسة محتويات الخلية، والخلية هى عبارة عن كتلة من المادة الحية الأولية أو البروتوبلازم وهى التى اكتشفها العالم برکنج.

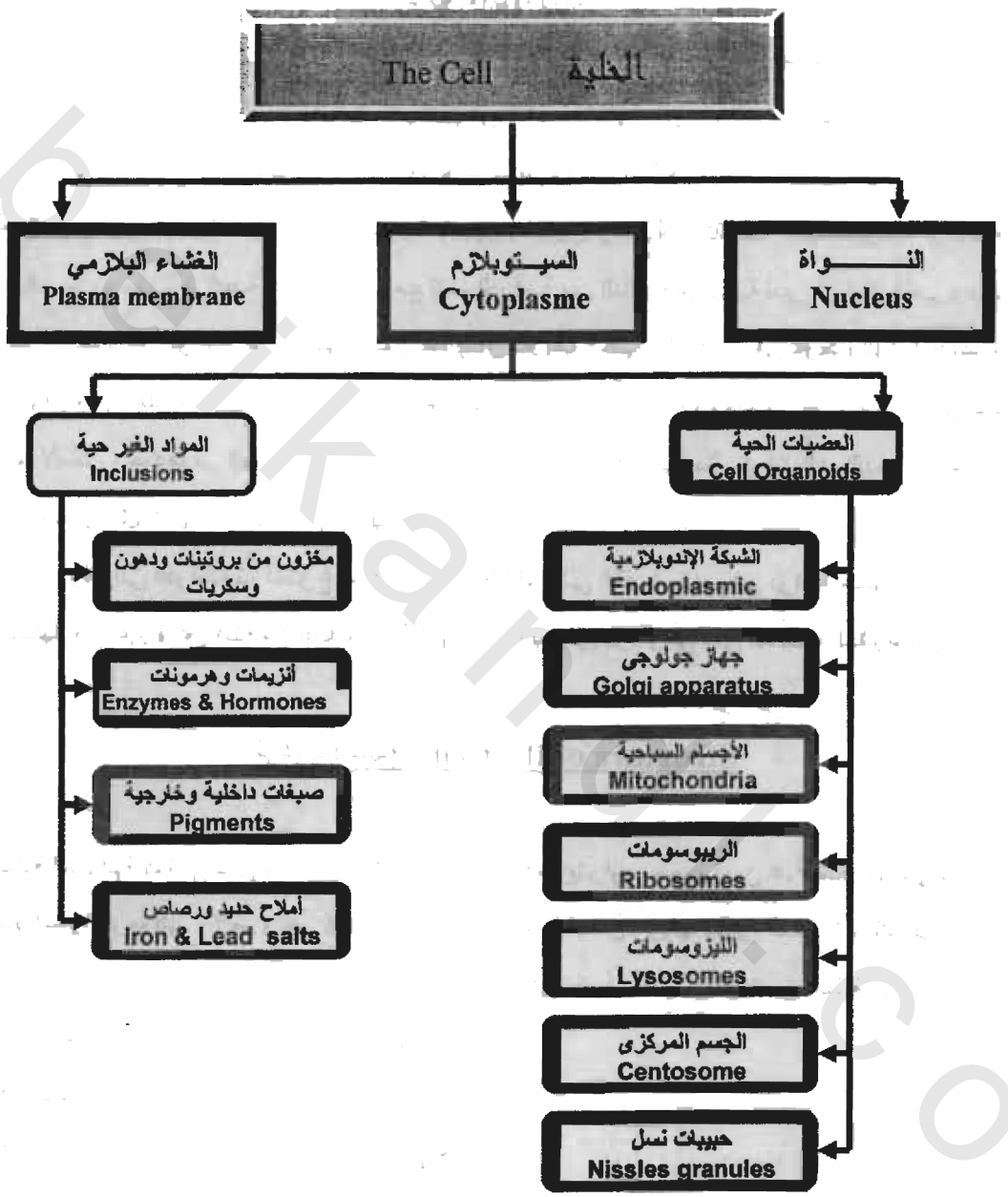
تركيب الخلية Structure of the Cell

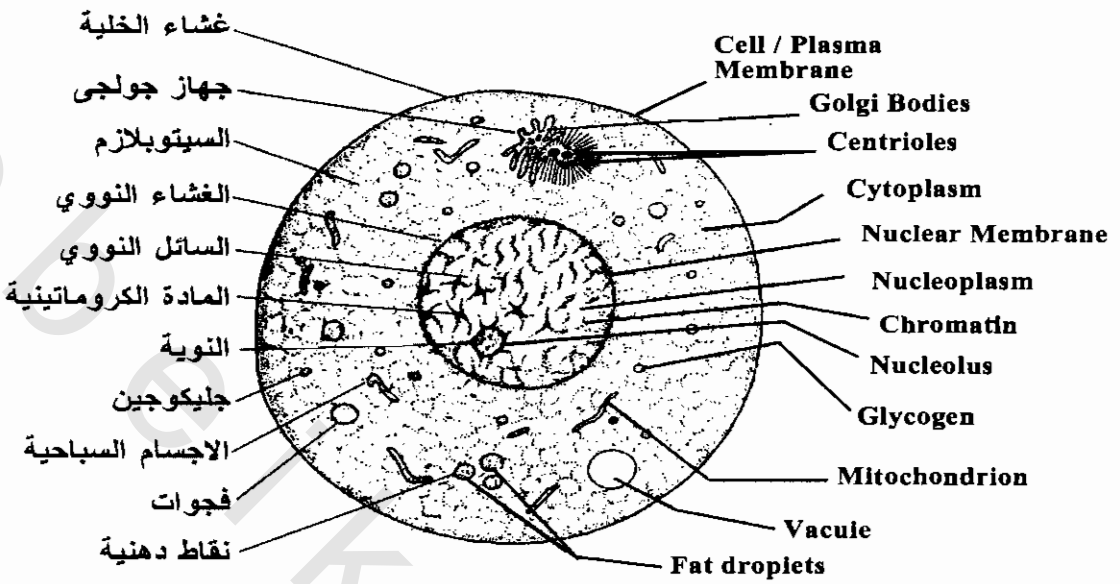
الخلية الحيوانية كما فى شكل (٢-١ ،٢-٢) متعددة الأنواع ويتراوح حجمها بين ٧,٥ ميكرون فى كرات الدم الحمراء وحوالى ٣٠ مم وأكبر كما فى بيض النعامة حيث يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو كما فى بعض الخلايا العصبية فى الحيوانات الكبيرة التى تبلغ طولها حوالى متر أو أكثر ويمكن تمييز الخلية إلى:

١- غشاء الخلية Cell membrane

٢- السيتوبلازم Cytoplasm

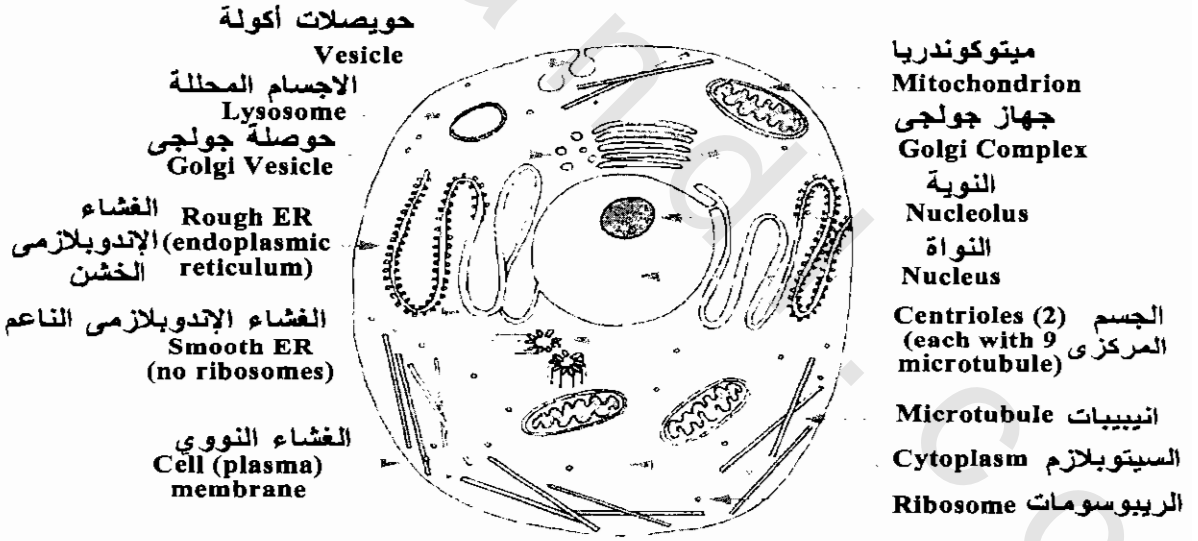
٣- النواة Nucleus


The Cell الخلية
الغشاء البلازمي
Plasma membrane
السيتوبلازم
Cytoplasme
النواة
Nucleus
المواد الغير حية
Inclusions
العضيات الحية
Cell Organoids
مخزون من بروتينات ودهون وسكريات
أنزيمات وهرمونات
Enzymes & Hormones
صبغات داخلية وخارجية
Pigments
أملاح حديد ورصاص
Iron & Lead salts
الشبكة الإندوبلازمية
Endoplasmic
جهاز جولجي
Golgi apparatus
الأجسام السباحية
Mitochondria
الريبوسومات
Ribosomes
الليزوسومات
Lysosomes
الجسم المركزي
Centosome
حبيبات نسل
Nissles granules



An Animal cell as seen under simple compound microscope.

شكل رقم (٢-١) خلية حيوانية تحت الميكروسكوب الضوئي



An Animal cell as seen under electron microscope.

خلية حيوانية تحت الميكروسكوب الإليكترونى

شكل رقم (٢-٢)

غشاء الخلية Cell membrane
أو الغشاء البلازمي Plasma membrane

كل خلية حيوانية محاطة بغشاء رقيق يتركب من بعض الدهون والبروتينات، وتتمثل فى طبقتين من البروتينات أحدهما طبقة خارجية والأخرى داخلية وتوجد بين الطبقتين طبقة من المواد الدهنية، وترتبط أغشية الخلايا بعضها البعض بواسطة وصلات بين خلوية ، تعتبر إمتدادات ليفية متغلظة من أغشية الخلايا المتجاورة.

وأهم ما يتميز بها غشاء الخلية بأن لها خاصية النفاذية الإختيارية Selective Permeability التى يجعلها تختار من المواد والمركبات والأيونات وما تسمح له بالنفاذ خلالها سواء إلى الداخل أو الخارج حسب الاحتياجات الفسيولوجية للخلية ،

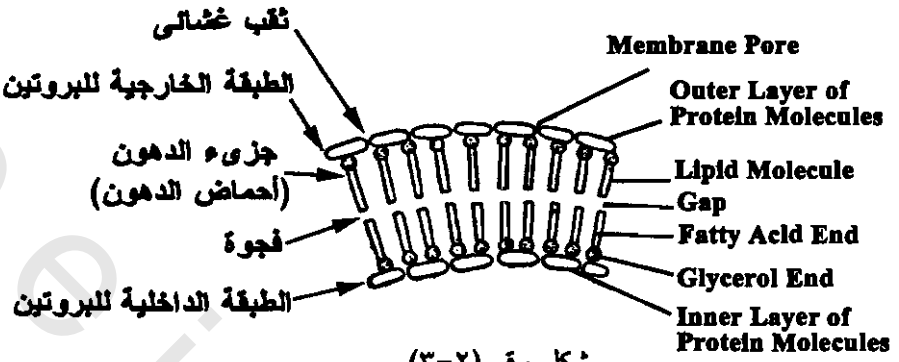
التركيب الجزيئى لهذه الأغشية :

وهى تنتظم على شكل طبقة من الدهون على هيئة صف مزدوج من الجزيئات محصورة بين طبقتين من جزيئات البروتين إحداهما الى الخارج والأخرى للداخل وتوجد ثقوب صغيرة دقيقة فى غشاء الخلية كما أوضحها العالم **دانيللى** فى عام ١٩٤٥ وأنها تحمل شحنات كهربية موجبة والبعض سالبة لعملية تنظيم مرور أيونات الموادالذائبة المختلفة إلى الداخل وإلى الخارج من الخلايا كما فى شكل (٢-٣)

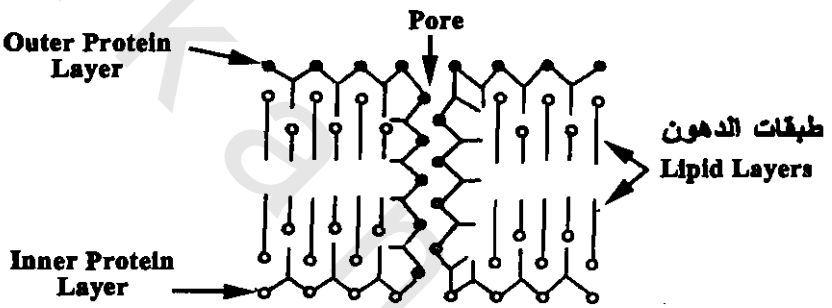
يوجد غشاء حول الخلية يحيط بكل محتويتها الداخلية ويسمى هذا الغشاء بالغشاء البلازمي Plasma membrane or plasma lemma

والغشاء البلازمي غشاء رفيع جداً ومرن ونفاذ وهو ذات تركيب حى .

openkanal.com

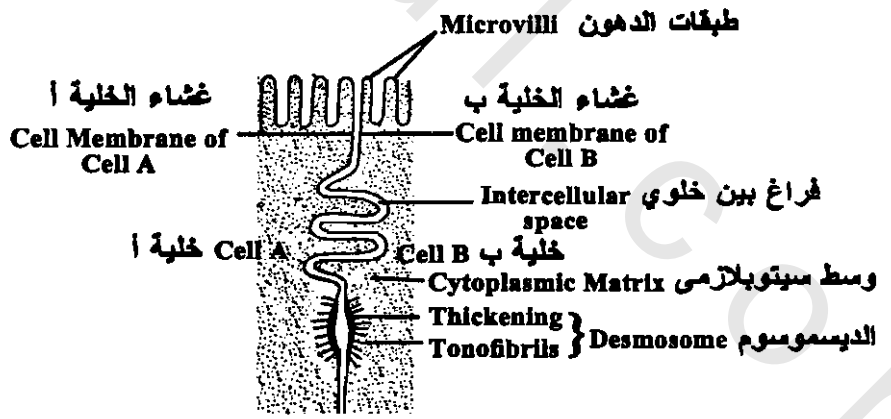


شكل رقم (٢-٣)



التركيب الجزيئى لغشاء الخلية

Molecular structure of cell membrane



غشاء الخلية لخليتين متجاورتين

Cell membrane of two adjacent cells

شكل رقم (٢-٤)

التركيب فوق خلوي Ultrastrcture

يتركب الغشاء البلازمي من ثلاث أغشية trilaminar وهذه الأغشية مكونة من جزيئات من البروتينات والدهون. وقد أشار العالم دنيـــــــــال ودفسون **Danielli & Davson** عام ١٩٣٥ إلى هذا التركيب.

وفى عام ١٩٣٨ أشار العالم **هارفى ودنيال** عام ١٩٣٨ بأن الغشاء البلازمي يتكون من طبقتين من جزيئات البروتين وطبقة واحدة من جزيئات الدهون مثل السندوتش Sandwiched وهذا ما يتضح في التركيب الخلـــوي للغشاء تحت الميكروسكوب الإلكتروني بأنه عبارة عن تركيب بروتيني- دهني – بروتين.

وفى عام ١٩٥٩ أوضح العالم **روبرتسون Robertson** بوحدة الغشـــــاء unit membrane وهذه الوحدة هي عبارة عن ترتيب جزيئي هو بروتين – دهون – بروتين وهذا الترتيب موجود في كل من الغشاء البلازمي والإندوبلازمي وجهاز جولجى و الليزوسومات والميتوكندريا.

ويبلغ سمك الغشاء البلازمي في معظم الخلايا من ١٠٠ –٢١٥ أنجستروم: فمثلا للغشاء البلازمي للخلايا المعدية الطلائية intestinal epithelium cells يبلغ سمكها حوالي ١٠٥ أنجستروم.

ويتركب من طبقتين داخلية وخارجية وسمكها ٤٠ أنجستروم وبينهما طبقة داخلية أقل سمكا تبلغ ٢٥ أنجستروم.

والغشاء البلازمي ليس طبقة واحدة مستمرة ولكن تحتوى في بعض الأماكن على ثقوب صغيرة يبلغ نصف قطرها من ٨- ٥٠ أنجستروم ويعتمد مدى فتح وغلق هذه الثقوب أو الفتحات على المرحلة الأيضية المختلفة في الخلية كما فى شكل (٢-٤).

التركيب الكيميائي: Chemical composition

يتركب الغشاء البلازمي في معظم الخلايا الحيوانية من: كربوهيدرايد – دهون – بروتين.

١- السكريات: Carbohydrate

تمكن العالم بل (Bell) عام ١٩٦٢ من التعرف على وجود السكريات فى الغشاء البلازمى فى كل من خلايا كرات الدم الحمراء والخلايا الكبدية حيث تحتوى على ٥% من السكريات.

ومعظم هذه السكريـــــات هى: السكر السداسي والهكسوأمين والفركتوز وحمض السلسليك Hexose, Hexosamine, fructose and sialic acid

٢- الدهون: Lipids

يحتوى الغشاء البلازمى على ٢٠-٤٠% من الدهون والتكوين الأساسى لهذه الدهون هو الفوسفوليد Phospholipids مثـــــل الليسيـــــن والسفاليـــــن وغيرهـــا such as lecithin, cephalin and sphingomyelin

- وأنواع أخرى من الدهون مثل الكوليسترول cholesterol والسكريات galactolipids ويتركب الدهون كيميائيا من أحماض دهنية fatty acids فمثلا يتركب الغشاء البلازمي لكريات الدم الحمراء من الأحماض الدهنية مثل:

Palnitic, stearic, oleic, linoleic andarachidonic acids

٣- البروتينات: Proteins

يكون البروتين الجزء الأكبر من الغشاء البلازمي فمثلا يكون في كرات الدم الحمراء حوالي ٦٠-٨٠% من البروتينات حيث يحتوى على وزن جزيئي كبير ويسمى تكتج "Tectings" والذي أشار إليه العالم مازى وريبى (Mazia & Ruby) في عام ١٩٦٨ حيث أن هذا البروتين يشبه بروتين الأكتين actin الموجود في الخلايا العضلية وفى الأنيبيبات microtubules ومعظم هذه البروتينات تحتوى على الأحماض الأمينية مثل الأرجنين والليسين والهستادين والتروزين والتربتوفان والميثيونين والسيستين.

Arigine, lysine, kistidine, tyrosine, tryptophan, methionine and cysteine

ولكن أنواع هذه البروتينات قد يختلف من خلية إلى أخرى أو من حيوان إلى آخر.

الإنزيمات : Enzymes

قد تم فصل حوالي ٣٠ نوع من الإنزيمات من الغشاء البلازمي ومن أمثلتها:

الفوسفات القاعدية والأسترات أحادية الفوسفات الحامضية وريبونيكليز.

5'-nucleotidase, Mg^{2+} ATPase, Na^{+}-K^{+} activated Mg^{2+} ATPase, Alkaline phosphatase, acid phosphomono-esterase and RNAase.

التركيب الجزيئي: Molecular structure

يتركب الغشاء البلازمي من طبقتين : من جزيئات البروتين بينهما طبقة من الدهون هذه الطبقة تتمثل فى طبقتين من جزيئات الدهون في شكل سلسلة وتوجد طبقتين الدهون في شكل متوازى لبعضهما البعض مكونه شكل ثنائي الطبقات bimolecular or double layers وتتماسك طبقتي الدهون مع بعضها البعض بواسطة النهاية الداخلية لجزيئات الدهون حيث أنها غير قطبيه Non-polar وغير محبه للماء Hydryophobic (Hydrophobic, Hydro water, phobe = hate) في طبيعتها. وبالتالى كل من الطبقة الدهنية متماسكان مع بعضهما البعض نتيجة لقوة فان درفال في نهاية هذه الطبقات غير القطبية.

- وتحاط طبقتي الدهون من الخارج والداخل بطبقة من صف واحد من جزيئات البروتين ومتصلة بها من الخارج بواسطة النهايات القطبية Polar وأنها محبه للماء Hydrophilic.

- وترتبط أيضا جزيئات الدهون بجزيئات البروتين في كلا الطبقتين بواسطة الرابطة الهيدروجينية: Hydrogen bonds

والاتصال الأيوني Ionic linkage والقوة الألكتروستاتيكية Electrostatic forces

وقد وجد أيضا بعض جزيئات السكر مصاحبة لجزيئات البروتين والتي تعطى ثبات stability وقوة لمركبات البروتين والدهون معا lipoprotein complex (ليبوبروتين) – المسافات بين الخلوية The Inter-cellular space

في الحيوانات عديدة الخلايا الغشاء البلازمي لخليتين متجاورتين لايفصل بينهما فراغ يصل عرضه من ١٠-١٥٠ انجستروم، وهذا الفراغ يأخذ شكلاً ثابتاً (uniform) ويحتوى على مواد ذات كثافة إلكترونية والتي تعتبر كمادة أسمنتيه بين الخليتين.

اندغام الغشاء البلازمي Invagination of plasma membrane

ويوجد عند القاعدة الداخلية للغشاء البلازمى لبعض الخلايا مثل الخلايا الكلوية يتم عملية انتقال نشطة حيث تحتوى هذه القاعدة على عدد كبير من الطيات many invaginations or infoldings هذه الطيات تحتوى على عدد كبير من الأجسام السباحية (Mitochondria) حيث تحتوى هذه الأجسام على عدد كبير من الإنزيمات التى تمد الغشاء البلازمى بالطاقة والعمليات الحيوية المختلفة والنقل.

– التقاء بعض الأغشية البلازمية للخلايا أو الأرتباط الخلوى

Specialization is plasma membrane due to contact

تبقى الأغشية البلازمية لبعض الخلايا المتجاورة على اتصال ببعضها البعض ولكن يفصلها فراغات بينية وهذه الفراغات تكون متقاربة أو متباعدة وفى بعض الخلايا الطلائية (مثل الخلايا الطلائية الحرشفية المركبة) الغشاء البلازمى الملاصق لخليتين يصبح الغشاء البلازمى سميك فى بعض المناطق thickened area ويخرج منها خيوط دقيقة رفيعة تسمى الزوائد الليفية أو الخيطية monofilaments or tonofibrils وهى شعاعية وتتجه نحو داخل الخلية وبذلك تسمى المنطقة السمكية المتفرعة بهذه الزوائد باسم الدسموسوم **Desmosome** وهو يشغل مساحة دائرية يبلغ نصف قطرها حوالى ٠,٥ ميكرون من الغشاء البلازمى لكلا الخليتين والتى تنفصل عن بعضها البعض بمسافة تتراوح من ٣٠٠ – ٥٠٠ أنجستروم والمساحة بين الخلايا بين كل الدسموسومات (التغلظات) تحتوى على مادة مغطاة والتى تؤدى إلى عملية التصاق الخلية كما فى شكل (٢-٤)

– وأهمية هذا التغلظ أو الدسموسوم Desmosome هو فى ألتصاق الخلايا مع بعضها البعض واعطاء التدعيم الكامل لها.

- نصف الدسموسوم: Hemidesmosome

وقد أشار العالم **كلى (Kelley)** عام ١٩٦٦ بأن هناك نصف التغلظ أو نصف الدسموسوم والموجود فى أسطح القاعدة لبعض الخلايا الطلائية وهو يشبه تماما الدسموسوم فى جميع التفاصيل ولكن الجانب الخارجى له مغلق بالياف الكولوجين.

حواجز الدسموسوم (التغلظ): Septa Desmosome

قد أوضح بعض العلماء مثل **وود (Wood)** عام ١٩٥٩ والعالم **لوك (Locke)** عام ١٩٦٥ والعالم **جورنتين (Gauranten)** عام ١٩٦٧ بان هذه التغلظات أو الدسموسومات فى الخلايا الطلائية لبعض اللافقاريات تسمى حواجز الدسموسومات Septate desmosomes.

وتبقى الأغشية البلازمية منفصلة عن بعضها البعض بمسافة تقدر بنحو ١٥٠-٢٠٠ أنجيستروم ولكن تبقى متصلة ببعضها البعض بواسطة حواجز عرضية متوازية مكونه أساسا من جزيئات بروتينية.

- وظيفة حواجز الدسموسوم (septate desmosome) هى التصاق الخلايا ببعضها البعض.

- العوارض النهائية: Terminal Bars

وهى عبارة عن اتصالات داخلية متوسطة inter-mediary junctions وهذه العوارض تشبه الدسموسوم.

ولكن ينقصها وجود الزوائد أو الخيوط البرتوبلازمية tonofibrils وفى نهاية هذه العوارض يوجد منطقة تغلظ والسيتوبلازم بها أكثر تركيزاً. وتوجد هذه العوارض فى الجزء الداخلى الوسطى للغشاء البلازمى فى بعض الخلايا الطلائية العمودية تحت السطح قليلا Intermediary portion of the plasma membrane.

- الأصابع البينية: Inter-digitations

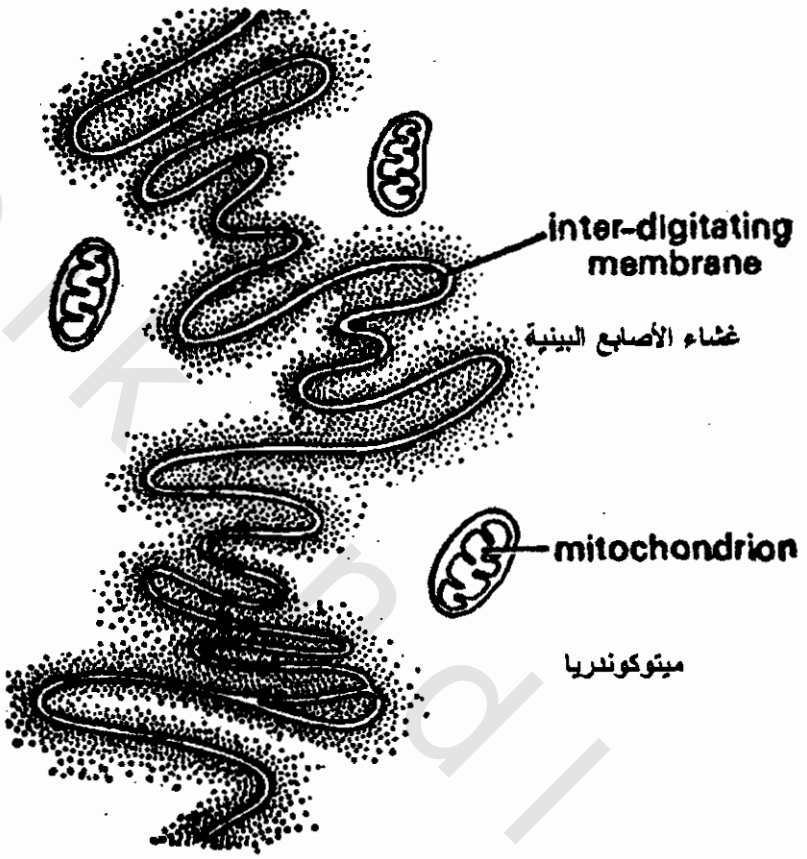
فى بعض الأماكن للأغشية البلازمية لخليتين متلاصقتين يخرج منهما زوائد تشبه الأصابع finger – like projections تسمى بالأصابع البينية Inter digitations ، ويكون هذا التركيب نوع من الأنواع المعقدة أو المتطورة بين الدسموسوم والعوارض النهائية كما فى شكل (٢-٥).

- فجوة الاتصال: Gap - junctions

فى بعض الخلايا ومنها خلايا النسيج العضلى القلبى تحتوى الخلايا فيما بينها على مسافة بين خلوية يصل عرضها ٢٠ أنجستروم وشكل هذه الفجوات هو سداسى Hexagonal وعرضها من ٧٠-٧٥ انجستروم وتسمى هذه الفجوات بفجوة الاتصال gap-junction عندما تكون المسافة بين الخليتين المتجاورتين ٤٠-٧٠ انجستروم ويكون هذا الاتصال يسمى الاتصال المقفل close junction

- والغشاء البلازمى يعمل كحاجز رقيق فعال يفصل بين المحتوى السائلى الداخلى للخلية الحية.
- ففى الحيوانات الأولية مثل البروتوزوا Protozoa وغيرها يكون الوسط الخارجى لهذه الخلايا هو مياه الأنهار أو البحيرات بينما فى الحيوانات عديدة الخلايا تكون الخلايا محاطة بالخارج بواسطة الدم أو الليف والعصارات وسوائل المعدة والأمعاء المختلفة.

obeikandl.com



الأصابع البينية للغشاء البلازمي
(شكل ٢-٥)

أهم الوظائف الفسيولوجية المختلفة للغشاء البلازمي

Physiology of Plasma Membrane

هو تنظيم مرور جزيئات المواد من داخل وخارج الخلية عبر الغشاء الخلوي وتقوم الخلية بتنظيم ثبات الأتزان الداخلي Homeostasis للمكونات السائلة داخل الخلية وخارجها. حيث أن هذه المكونات الذائبة قد يسمح بمرورها والبعض الأخر لا يسمح بمرورها إلا عن طريق منظمات لنقل هذه الجزيئات إلى الداخل مثل Receptor أو Carrier molecules **وهناك وسائل مختلفة أو طرق لمرور هذه الجزيئات عبر الغشاء الخلوي plasma membrane إلى داخل الخلية وهى:**

١- خاصية النفاذية : Permeability

يتميز الغشاء البلازمى بأنه رفيع مرن حول الخلية يسمح بمرور الأيونات الصغيرة لبعض المواد للعبور خلاله. وهذه الخاصية ماتسمى بالنفاذية .

- عدم النفاذية: Impermeable

ففى حالة البويضة غير المخصبة فى بعض الأسماك لايسمح الغشاء البلازمى بمرور أى جزيئات ماعدا الغازات.

- نصف نفاذية: Semi-permeable

وهى تسمح بمرور الماء فقط وليس جزيئات المواد وهو غالبا ليس موجودة فى الخلية الحيوانية.

- خاصية النفاذية: Selective permeability

وهى قدرة هذه الأغشية على السماح بمرور بعض الأيونات وجزيئات المواد وعدم مرور غيرها.

٢- الضغط الأسموزى: Osmosis

يسمح الغشاء البلازمى بمرور جزيئات الماء والغازات إلى داخل الخلية وخارجها وذلك نتيجة للفرق فى التركيز الداخلى والخارجى لمحتويات الخلية. حيث يمر الماء من الغشاء البلازمى من المنطقة الأعلى تركيزا إلى المنطقة الأقل تركيزا وتسمى هذه العملية الأسموزية osmosis أو الدفع (Gr., osmos = pushing) ، وهذا النقل لايحتاج الى طاقة .

- دخول الماء:- Endosmosis

هو عملية دخول الماء إلى الخلية من خلال الغشاء البلازمى يسمى التشرب (Endosmosis) .

- خروج الماء: Exosmosis

وهى عملية خروج جزيئات الماء من الخلية من خلال الغشاء البلازمى تسمى هذه العملية بالأخراج الأسموزى Exosmosis.

- تحتوى الخلية على محتويات مختلفة من المواد المذابة فى السيتوبلازم على سبيل المثال فى هذه كرات الدم الحمراء تحتوى على أيونات البوتاسيوم (K^+) والكالسيوم (Ca^+) والفوسفات (PO_4^-) ومذاب فى

الهيموجلوبين وبعض المواد الأخرى. أما فى الخلية النباتية فعملية خروج كمية كبيرة من السوائل خارج الخلية يحدث أنكماش للسيتوبلازم من الغشاء البلازمى وتسمى هذه العملية التحلل أو فقد الشكل **Plasmolysis** (Gr. Plasma=molded, lysis=loosing)

٣- الانتشار أو النقل: Diffusion or passive transport

وهى عملية مرور السوائل بما تحمله من جزيئات كبيرة أو صغيرة متشابه أو غير متشابه الى داخل الخلية وعندما يكون هناك نوعين من الجزيئات لبعض المواد فإن هذه الجزيئات تميل إلى أن تمزج مع بعضهما البعض بواسطة عملية الانتشار (Diffusion) الذى يتم خلال الغشاء البلازمى، وهذا الانتشار لهذه الجزيئات لايحتاج إلى طاقة ولكن يكون نتيجة للفرق فى تركيز الايونات فى الغشاء البلازمى فى الداخل والخارج وفرق الجهد الكهربائية Electrical gradients. وهناك نوعان من الأنتشار هما :-

أ- الانتشار البسيط: Simple diffuse

فهناك مواد تذوب في الماء بسهوله وبذلك يكون من السهل مرور هذه المواد عبر الغشاء الخلوي ومواد غير متشابه ولا تختلط مثل الدهون والزيوت ومثل الهرمونات والغازات تمر أيضا بسهوله لان الجدار المكون للغشاء الخلوي يتكون أساسا من التركيب الليبوبروتين.

ب- الانتشار الوسيطى : Facilitated diffusion

يمكن للمكونات أو الجزيئات الذائبة في السوائل أن تمر عبر الغشاء الخلوي من الدخول أو الخروج إلى الخلية من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل ولكن بمساعدة وسيط وهى بعض الجزيئات البروتينية تحمل هذه المكونات وتسمى هذه الجزيئات بالحوامل البروتينية Carrier proteins.

٤- النقل النشط : Active transport

عندما يحدث انتقال أو حركة لجزيئات أو أيونات بعض المواد خلال الغشاء البلازمى فإن ذلك يتطلب قدر من الطاقة وهذه الطاقة يمكن الحصول عليها بواسطة انزيم أو اثنين ثلاثى الفوسفات (ATP) والذى يحدث اكسدة فى الاجسام السباحية (Mitochondria) والذى غالبا مايحدث فى الخلايا العصبية والكلوية. بعض جزيئات المواد الكيميائية تستطيع المرور من خلال ثقوب الغشاء البلازمى مثل الفورماميد والجليسرول واليوريا. وهذا يحدث فى حالة مرور المواد فى عكس تركيزها أى مرور المواد من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى وفى هذه الحالة تحتاج إلى طاقة فى صورة ATP.

٥- الأدخال والأخراج الخلوى: Endocytosis and Exocytosis

معظم خلايا العضيات الخلية وعديدة الخلايا Unicellular or multicellular organisms تأخذ الطعام فى صورة محاليل فعلى سبيل المثال فى الحيوانات عديدة الخلايا فإن الطعام يهضم بواسطة الانزيمات الهاضمة وامتصاصها بواسطة الأمعاء ومرور الجزيئات الممتصة إلى سوائل الجسم لداخلية مثل الدم والليف وغيرها وهذه المواد الغذائية تكون فى صورة جزيئات مثل السكريات الأحادية، الأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية، والجليسرول، الفيتامينات وغيرها.

وتمر هذه المواد المختلفة من خلال الغشاء البلازمى بواسطة خاصية النفانية والضغط الاسموزى والأنتشار والأنتقال النشط.

وتتأكسد المواد الغذائية جزئيا فى السيتوبلازم وتكتمل الأكسدة تماما فى الأجسام السباحية Mitochondria وأحيانا الغشاء البلازمى ويدخل فى هضم بعض الجزيئات الكبيرة وهذه العملية تسمى الهضم الخلوى او الدخول الخلوى Endocytosis

(Gr., Endon = Within, kytos = Cell)

وهناك عملية عكسية أخرى تختلف عنها وهى الأخراج الخلوى (Exocytosis) وهى عملية اخراج الأفراز الخلوى مثل الخلايا البنكرياسية التى تقوم بافراز الإنزيمات خارج الخلية حسب طبيعة الغذاء أو المادة الخارجية.

أ- وينقسم الأدخال او الهضم الخلوى Endocytosis إلى نوعين هما:

- التشرب الخلوى Pinocytosis
- البلعمة الخلوية Phagocytosis

عملية تناول المواد السائلة ودخولها أو أخذ أماكنها داخل الخلية خلال الغشاء البلازمى تسمى هذه العملية **التشرب الخلوى Pinocytosis (Gr., pinein = to drink)**

وأول من لاحظ عملية التشرب الخلوى هو العالم ادوارد والعالم لويس (Lewis) فى عام (١٩٣١) فى الأميبيا.

وفى عملية التشرب الخلوى، يقوم الغشاء البلازمى بعمل فجوات غشائية تحيط بالجزيئات أو الحبيبات الصغيرة الحرة فى السائل الداخل إلى الخلية وتقوم هذه الفجوات بإبتلاع هذه المواد السائلة إلى داخل الخلية وهذه الفجوات المحاطة بالغشاء البلازمى تسمى Pinosomes وتقوم هذه الفجوات بعمل الوسيط فى نقل هذه المواد السائلة إلى الجزء الأمامى من الخلية والتى تتحد مع الحبيبات الافرازية أو الليزوسومات.

والفجوات الغذائية تقوم بعمل هضم المواد الغذائية داخل الخلية ويتم توزيع الغذاء المهضوم وانتشاره داخل السيتوبلازم.

ويمكن رؤية هذه الفجوات الغذائية تحت الميكروسكوب الإلكتروني تحت مسمى Micropinocytosis ميكروبنوسيتوسس وهذه الحويصلات أو الفجوات الصغيرة هى عبارة عن اندغامات من الغشاء البلازمى Invagination of plasma membrane نحو الداخل ويبلغ نصف قطرها حوالى ٦٥٠ أنجستروم. وهذه الحويصلات مفتوحة من كلا الطرفين الداخل والخارج حتى يمكن نقل أو توصيل الافرازات أو السوائل من الحويصلة إلى داخل الخلية أو العكس وقد شوهدت هذه الحويصلات الصغيرة Micropinocytosis فى الخلايا الاندوثليم Endothelial cells وخلايا شوان Schawn فى العقد العصبية والخلايا العضلية والخلايا الشبكية.

*البلعمة أو الخلايا الآكولة Phagocytosis

وهى عملية تناول بعض المواد أو الجزيئات الصلبة الكبيرة ودخولها إلى داخل الخلية خلال الغشاء البلازمى. وعملية تناول هذه الحبيبات أو الجزيئات الكبيرة من المواد داخل الخلية تسمى بعملية البلعمة phagocytosis

وجودها: Occurrence

وعملية البلعمة أو التأكل Phagocytosis تحدث غالباً فى الأوليات وبعض الحيوانات عديدة الخلايا وهذا النوع من الخلايا موجود ونشط فى حبيبات خلايا كرات الدم البيضاء leucocytes وبعض الخلايا ذو المنشأ الميزوبلاست والتى تسمى ماكروفاج Macrophage والجهاز الاندوثيلى الشبكى Reticulo-endathelial والخلايا فى المناطق المكونة لكرات الدم (مثل نخاع العظام والغدد الليمفاوية والطحال) أما الخلايا الأندوثيلية endothelial cells والتى تبطن الجدار الداخلى للجيوب الدموية داخل الكبد والغدة الادرنالية Adrenal gland وهذه الخلايا الآكوله Macrophagi cells تستطيع ان تبتلع البكتريا وبعض الأوليات والخلايا المتفتته حتى بعض الحبيبات أو الغروية Colloidal particles بواسطة عملية البلعمة أو الآكل Phagocytosis.(شكل ٢-٦)

عملية البلعمة: Process of phagocytosis

فى هذه العملية يحدث تواجد بعض الحبيبات أو الجزيئات الغريبة حول الغشاء البلازمى وتقترب منه ويقوم الغشاء البلازمى بعمل اندغام إلى الداخل يسمى الحويصلة Vesicles أو فجوة vacuole وهذه العملية تسمى بعملية التحوصل أو التجوف (Vacuolization) والغشاء الخارجى لهذه الحوصلة أو التجويف يسمى الغلاف الآكول Phagosomes ونتيجة هذا التجويف إلى الأمام ليتحد مع بعض الليزموسومات حيث توجد بعض الإنزيمات المحلله التى تقوم بهضم الغذاء داخل الحويصلة إلى حبيبات صغيرة سهلة الأمتصاص كمواد تشبه مواد السيتوبلازم وتدفع فيه أما المواد التى لم تهضم undigested food تطرد إلى خارج الغشاء البلازمى عن طريق عملية الطرد Ephagy أو الأخراج Egestion.

أنواع البلعمة Types of Phagocytosis

١- البلعمة الدقيقة Ultraphagocytosis or Colloidopexy

وفيها يقوم الغشاء البلازمى بتناول أو أدخال الجزيئيات الصغيرة الغروية Ingests smaller colloidal paricles

٢- البلعمة الكبيرة أو كروموبكسى Chromopexy

وفيها تقوم الخلية بتناول أو إبتلاع الجزيئات الغروية الكروموجينية وتسمى هذه العملية بالكروموبكسى Chromopexy

ب -الاخراج أو الطرد: Exocytosis or Emeiocytosis or cell vomiting

فى بعض الخلايا مثل الخلايا البنكرياسية تقوم الفجوات التى تحتوى على الافرازات المختلفة من الانزيمات وتتحرك من داخل الخلية إلى سطح السيتوبلازم حيث تتحد هذه الفجوات مع الغشاء البلازمى وتخرج هذه المواد إلى خارج الخلية وهذه العملية تسمى بالاخراج أو الطرد أو القئ Emeicytosis or exocytosis or cell vomiting

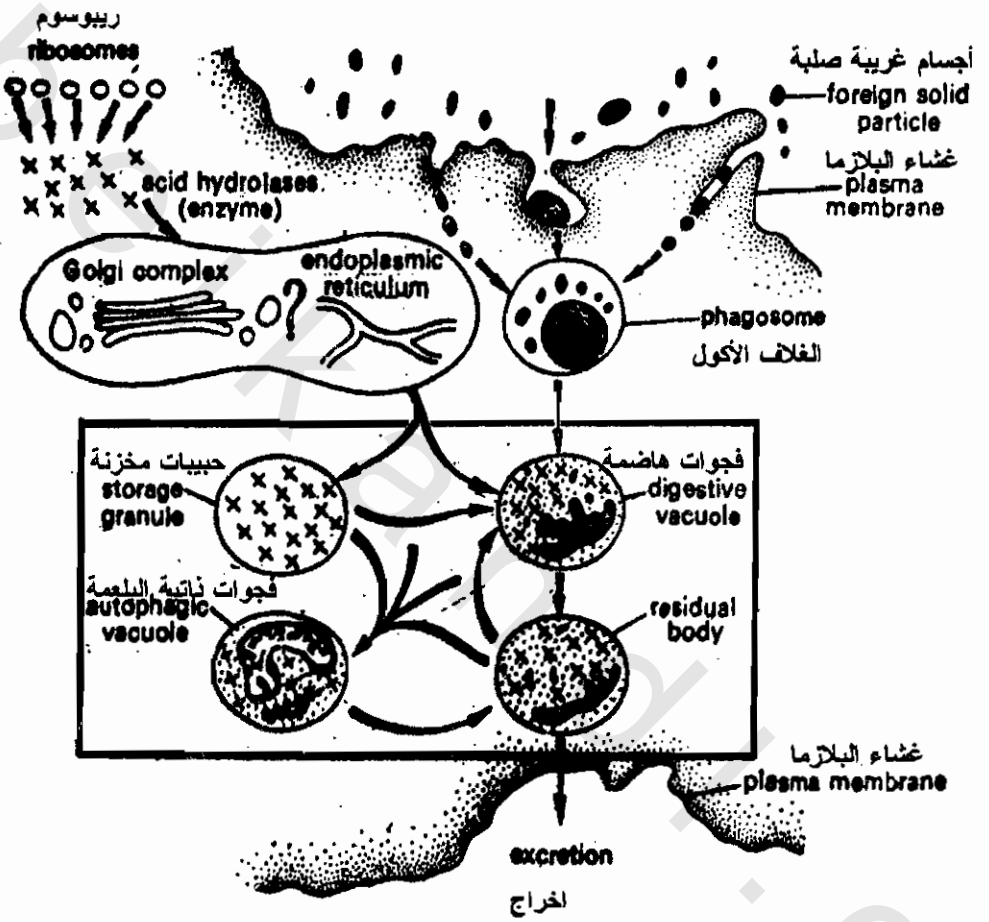
الزوائد البروتوبلازمية Microvilli

هذه الزوائد تتميز بأنها ذات سطح حر نشط يتكون من خلايا طلائية عمودية وهذه الزوائد تأخذ شكل الأصابع finger-like الصغيرة على سطح الغشاء البلازمي والتي تسمى بالزوائد البروتوبلازمية (الخمائل Villi). ويبلغ طولها من ٠,٦ – ٠,٨ ميكرون ونصف قطرها ١٠٠٠ أنجستروم وتحتوى الخلية الواحدة تقريبا على ٣٠٠٠ زائدة بروتوبلازمية Microvilli.

– والمسافة الطبقية Narrow space بين كل زائدة تشكل أو تعمل كمصفاه لمرور بعض المواد أثناء عملية الامتصاص.

– وتزيد هذه الخمائل او الزوائد عملية الامتصاص مثل الخلايا الطلائية في الأمعاء Intestinal epithelial cells والخلايا الكبدية liver cells وخلايا الرحم uterus وغيرها.

– تنظيم مرور المواد الذائبة بين الخلية والوسط المحيط بها ، ويطلق على هذه الخاصية النفاذية . ويقوم بتنظيم خروج المواد التالفة أو الضارة الناتجة من عملية الأيض المختلفة ويقوم هذا الغشاء بحماية المحتويات الداخلية للخلية .



Phagocytosis in the cell

عملية البلعمة في الخلية (شكل ٢-٦)

الهيكل الخلوي Cytoskeleton

وهو يتكون من شبكة من القنيات البروتينية protein tubules تتركب من مادة الأكتين وهذا النوع من البروتين هو المكون لهذه القنيات والزوائد البروتوبلازمية أو الخملات المكونة لسطح الغشاء البلازمى وكل من القنيات والخيوط filaments سواء من مادة الكرياتينين أو الألياف العصبية أوالألياف العضلية أساسيان فى تكوين الهيكل الخلوى وهذه المكونات المسئولة عن المظهر والشكل الخارجي للخلية كما تساعد في عملية تنظيم وترتيب مكونات السيتوبلازم داخل الخلية وتدعيم الهيكل الأساسي لها.

الأنيبيبات الدقيقة الموجودة فى السيوبلازم الموجودة فى الجسم المركزى تؤدى الى دعم الخلية.

ومن أهم الوظائف الأساسية لغشاء الخلية هى:-

-يقوم الهيكل الخلوي بمساعدة الخلية في تنظيم النشاط الحيوي لها وزيادة معدل الكفاءة لها. حيث يوجد في الخلية العديد من الإنزيمات ولكل إنزيم مسار معين فيوجد بالإنسان حوالي ١٠٠٠٠ ألف إنزيم ولكل منهم مساره الخاص أو ما يسمى Metabolic pathways.

- وأهم ما يتميز بها غشاء الخلية بأن لها خاصية النفاذية Selective Permeability التى يجعلها تختار من المواد والمركبات والأيونات وما تسمح له بالنفاذ خلالها سواء إلى الداخل أو الخارج حسب الاحتياجات الفسيولوجية للخلية ،

- يعمل الغشاء البلازمى على تنظيم حركة مرور المواد من داخل وخارج الخلية .

- يوجد على أسطح الأغشية البلازمية مستقبلات لكثير من الهرمونات والمواد المختلفة مثل مستقبلات الكنابينويدات وبعض هرمونات النمو وهرمون الأنسولين (Insulin-like growth factor I (IGF-I وغيرها .

- يقوم بالحماية لجميع محتويات الخلية الداخلية

- يقوم بتدعيم والحفاظ على الشكل والهيكل الأساسى للخلية بما يحتوية من شبكة من القنيات والأنيبيبات والخيوط .

٢- السيتوبلازم Cytoplasm

وهو الوسط الداخلى للخلية الحيوانية والتى يحيط بها من الخارج الغشاء الخلوى و يحتوى السيتوبلازم على أنواع عديدة من أ- العضيات الحية **Cytoplasmic Organelles**

ب - التركيبات الغير حية **Cytoplasmic Inclusions**

أ- العضيات الحية Cell Organoids وهى:

١- الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic reticulum (ER)

٢- جهاز جولجى Golgi complex

٣- الأجسام السباحية (الميتوكوندريا) Mitochondria

٤- الريبوسومات Ribosomes

٥- الاجسام المحللة أو الليزوسومات Lysosomes

٦- الجسم المركزى Centrosome

٧- حبيبات نسل Nissl`s granules

obeikandl.com

•الشبكة الإندوبلازمية(Endoplasmic reticulum (ER

تتكون من مجموعة التجاويف المحاطة بأغشية رقيقة والتى يتصل بعضها ببعض لتكون شبكة متصلة داخل الخلية وتسمى هذه التجاويف بالصهارج Cisternae وهى أنبوبية الشكل وغير منتظمة وهى عادة ما تظهر كمجموعة تجاويف منفصلة مستديرة أوبيضاوية الشكل تحت الميكروسكوب الألكترونى كما أوضحها بورتو عام ١٩٤٥ وتسمى هذه الأغشية ذات التراكيب المختلفة باسم الشبكة الإندوبلازمية.

وأول من أوضح هذه الشبكة وأهميتها من العلماء هم : العالم بورتر(Porter) ١٩٤٥، العالم فوست وأتو (Fawcett and Ito) ١٩٥٨، العالم ثيرى (Theiery) ١٩٥٨ والعالم روز والعالم بوميرت (Rose and Pomerat) ١٩٦٠.

وجودها Occurrence

فهي تختلف في وجودها من خلية إلى أخرى فمثلا البويضة والخلايا الجنينية يوجد بها نقص في الشبكة الإندوبلازمية وأيضا الحيوانات المنوية فقيرة جداً في الشبكة الإندوبلازمية.

وتحتوى الخلايا الكبدية على الأنواع المختلفة من الأغشية الإندوبلازمية النوع الخشن أو المحببة rough endoplasmic reticulum والنوع الأملس smooth endoplasmic reticulum

وتتركب الشبكة الإندوبلازمية من :-

تتركب الشبكة الإندوبلازمية من ثلاثة أنواع من التراكيب وهى:

١- تجاويف محببة طويلة متوازية أو صهارج تسمى Cisternae

٢- حويصلات Vesicles

٣- أنابيب Tubules

التجاويف او الصهارج Cisternae

وهى تجاويف أو كيسات طويلة غير متفرعة نصف قطرها يبلغ ٤٠-٥٠ ملى ميكرون. وهى دائما توجد متوازية وعلى شكل حزم مثل الذي توجد في الخلايا البنكرياسية والحبل الظهري والمخ.

الحويصلات Vesicles

هى تركيب بيضاوى الشكل يوجد به غشاء يحيط بها ويربطها بالتراكيب الداخلية لهذه الحويصلات ويبلغ نصف قطرها حوالي ٢٥-٥٠٠ مل ميكرون.

وتوجد أحيانا منفصلة في داخل السيتوبلازم في معظم الخلايا ولكن توجد بكمية كبيرة في داخل الخلايا البنكرياسية.

الأنابيب: Tubules

وهى أنابيب متفرعة تكون نظام شبكي متفرع على طول كل من التجاويف Cisternae والحويصلات vesicles ويبلغ نصف قطرها حوالي ٥٠-١٩٠ مل ميكرون.

التركيب الفوق خلوي: Ultrastructure

تحاط التراكيب المختلفة للشبكة الإندوبلازمية المختلفة السابقة الذكر بغشاء رفيع يبلغ سمكه حوالي ٥٠-٦٠ أنجستروم وهو غشاء يشبه الغشاء الإندوبلازمي أو النواة وأغشية جولجى. تتركب الشبكة الإندوبلازمي من:

- غشاء داخلي وغشاء خارجي مكون من جزيئات البروتين وبينهما طبقة شفافة رقيقة من الفوسفوليبد Phospholipids وتبقى الأغشية الإندوبلازمية على اتصال بالغشاء البلازمي وجهاز جولجى.
- تتميز الشبكة الإندوبلازمية بوجد التجاويف المملؤة بالإفرازات النشطة التي يمكن مرورها منها.

- أنواع الشبكة الاندوبلازمية Types of Endoplasmic reticulum

الأنواع المختلفة من الأغشية الإندوبلازمية أما في الخلية الواحدة أو بعض منها في الخلايا الأخرى. **وتتميز هذه الأنواع إلى:**

١- الشبكة الإندوبلازمية الملساء أو غير المحببة:

A granular or smooth endoplasmic reticulum

ويحتوى هذا النوع من الأغشية على جدار خلوي لا يوجد به أو يتصل به أي نوع من الريبوسومات وهذا النوع من الأغشية لا يدخل في عملية تخليق البروتين. ولكن يوجد في الخلايا الدهنية والأمعاء والخلايا المخزنة للجليكوجين مثل الخلايا الكبدية والحيوانات المنوية وغيرها ويوجد أيضا في الخلايا العضلية وهو غنى بها. ، وتتصل هذه الشبكة بغشاء الخلية من الخارج وبالغشاء النووى من الداخل عن طريق وصلات بين خلوية كما فى شكل (٢-٧)

٢- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو المحببة:

Granular or rough endoplasmic reticulum

يحتوى هذا النوع من الأغشية على الريبوسومات الملتصقة به حيث تقوم هذه الريبوسومات في عملية تخليق البروتين ويوجد هذا النوع من الأغشية الإندوبلازمية بكمية كبيرة في الخلايا المختلفة للبروتين مثل الخلايا البنكرياسية وخلايا البلازما والخلايا الكبدية وغيرها.

- تميل الشبكة الإندوبلازمي للصبغة القاعدية basophilic stain نتيجة لوجود مادة ر ن أ (RNA) والريبوسومات.

وقد يسمى وسط هذه الأغشية الإندوبلازمية الذي يحتوى على هذه النوع من الحبيبات القاعدية باسم أرجيستوبلازم أو الأجسام القاعدية أو المواد الكرومفيه أو أجسام نسل

Ergastoplasm, Basiophilic bodies, Chromophilic substance or Nissl bodies

وتحتوى الشبكة الإندوبلازمي في بعض الأحيان على ثقوب صغيرة pores or annuli مثل الحيوانات المنوية والبويضات في بعض الفقاريات مثلها مثل الغشاء النووي. وقد أشار إلى ذلك كل من العالم ورد، ورد (Ward & Ward) ١٩٦٨ والعالم ميريام (Merriam) ١٩٥٩ والعالم كيسيل (Kessel) عام ١٩٦٣.

الإنزيمات الخاصة بالأغشية الإندوبلازمية.

Enzymes of the ER-membranes

تحتوى الشبكة الإندوبلازمية على أنواع مختلفة من الإنزيمات الهامة والداخلة في كثير من العمليات التخليقية المختلفة.

ومن أهم هذه الإنزيمات هي:

- الاستريزيزات المختلفة مثل:

NADH-cytochrorome c reductase, NADH diaphorase glucose-6-phosphatase and Mg^{++} activated ATPase.

- بعض الإنزيمات مثل ثنائي الفوسفتيدات النيكوتيدية

Nucleotide diphosphate

والتي تدخل في تخليق كل من الفوسفوليبد والحامض الاسكروبط

phospholipids, Ascorbic acid, glucuonide steroids

ومن أهم وظائف هذه الإنزيمات هي:

- تخليق الجلسريدات Glycerides وثلاثي الجلسيريدات Triglycerides والفوسفوليبد Phospholipids
- تخليق الأحماض الدهنية Synthesis of fatty acids
- تخليق الاسترويدات Biosynthesis of the steroids مثل الكلسترول والاسترويدات الهيدروجينية.
- تخليق حامض الاسكروبك L-ascorbic acid synthesis

<u>أهم الوظائف الخاصة لهذه الشبكة:</u>

- تمثل أعمدة أودعامة الخلية من الداخل وهى تتكون من مركبات ليبوبروتينية وتقوم بتخليق البروتين عن طريق وجود الريبوسومات عليها.وأن تجاويفها تعمل كممرات يتم من خلالها نقل المواد بين الأجزاء السيتوبلازمية المختلفة .

obeikandl.com

- تسمح بتبادل الجزيئات من وإلى داخل الخلية عن طريق عبورها من خلال الثغرات أو الفتحات التي توجد به بواسطة الضغط الاسموزى أو النشاط النقلى لهذه الأغشية.
- تحتوى الشبكة الإندوبلازمي على عدد كبير من الإنزيمات التي تشارك في كثير من العمليات الحيوية والتخليقية في الخلية.
- وتعمل الشبكة الإندوبلازمية كنظام أو وسيلة ناقلة نشطة فمثلا

Golgi membrane → lysosomes or secretory Granular ER → Agranular ER → granules

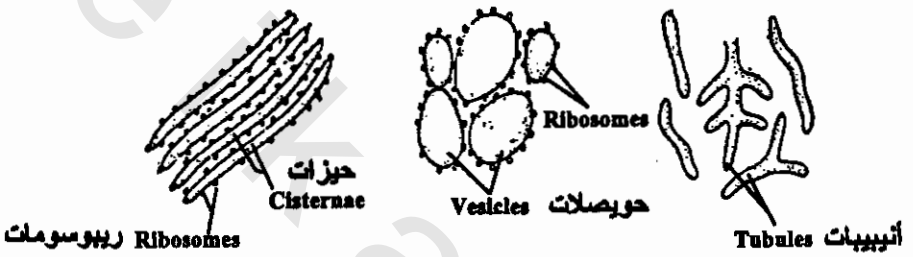
- وتعمل الشبكة الإندوبلازمي كوسيلة ناقلة للنبضات المختلفة بين الخلايا

Conduct intro-cellular impulses

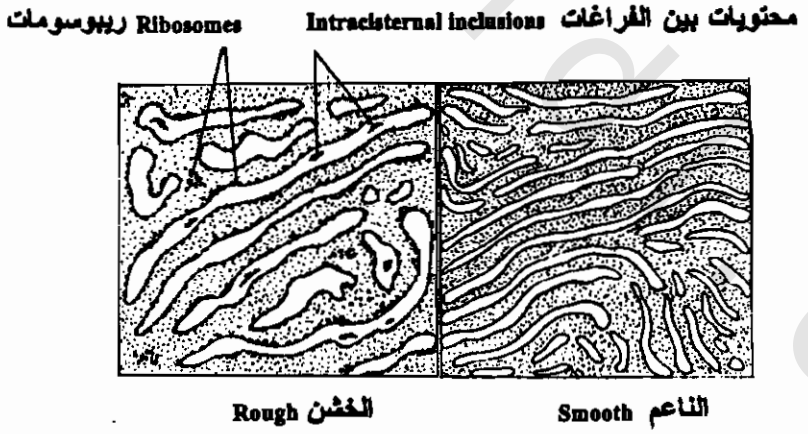
مثل:

Sarcoplosmic reticulum transmits impulses from the surface membrane into the deep region of the muscle fibres.

- وتعمل الشبكة الإندوبلازمية على نقل الأوامر المختلفة الناتجة من النواة عن طريق الغشاء النووي إلى السيتوبلازم خصوصاً بعد الأنقسام النووي.
- تقوم بحماية الخلية من التأثير السام لبعض المواد بواسطة عملية نزع السمية detoxification.



Different Components of Endoplasmic Reticulum.



Endoplasmic Reticulum.

الغشـــــــــاء الإندوبلازمى

شكل رقم (٢-٧)

جهاز جولجي: Golgi complex

ومـن أهم العضيات الخلوية التي تقوم بتخليق السكريات العديدة والبروتينات والإفرازات المختلفة والإنـزيمات بأنـواعها هو جهاز جولجي في سيتوبلازم الخلية الحيوانية والنباتية. وهو عبارة عن أغشية علـى شـكل قنيات مفلطحه متوازية طويلة وأكياس صغيرة sacs تصبغ بواسطة أملاح الفضة ورباعي أكسـيد الأوزميوم وأول من لاحظ وجود هذا الجسم هو العالم **كاميلو جولجى** ١٨٩١ في الخلايا العصبية في القطط. وهناك عدة تسميات لجهاز جولجي فهو يسمى أيضا

Golgisome, Golgi bodies, Golgi material, Golgi membrane, etc.

وفى الخلية النباتية واللافقاريات الدنيا يسمى جولجي Golgi body أوديكتيسوم Dictyosome

وجوده Occurrence.

يـوجد جهـاز جولجـى في معظم الخلايا ذات الأنوية الأولية مثل البكتريا والطحالب الخضراء وبعـض الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells مثل بعض الطحالب fungi والخلايا الدم الحمراء في الحيوانات ومعظم الخلايا الحيوانية.

التوزيع Distribution

يـوجد جولجـى في الخلية النباتية موزع في داخل السيتوبلازم أما في الخلية الحيوانية فإنه يوجد أعلى النواة.

الشكل Morphology

يـتكون شـكل جهـاز جولجي في الخلية الحيوانية والذي يبلغ طوله ١-٢ ميكرون وارتفاعه ٥، ميكرون من قرصى الشكل disc-shaped ويتكون من:

١- عـدد مـن الـتجاويف أو الحويصـلات الكبيرة Plate-like compartments أو تسمى العوارض Cisternae

٢- شبكة جانب من الأنابيب المتصلة ببعضها البعض

Peripheral network of interconnecting tubules

٣- حويصلات جانبيـــــة تحيط بالعوارض تسمى الحويصلات الصغيرة وفجوات جولجي

Vesicles and golgian vacuoles

openkandil.com

وتحت الميكروسكوب الألكتروني يتركب من ثلاثةأجزاء هي:-

١- عدد من الحويصلات الإفرازية المفلطحة Flattened or Distended vesicles رقيقة الجدران تجرى موازية لبعضها البعض.

٢- عدد من التجاويف أوالحويصلات الكبيرة المستديرة Secretory vesicles

٣- مجموعة من التجاويف أو الحويصلات الصغيرة Microvesicles

وهو يتركب من مواد ليبوبروتينية يختلف الجهاز من الخلية لأخرى وهو على شكل من القنوات المعقدة المتداخلة حول نواة الخلية فى المرحلة الجنينية و يأخذ الشكل الهلالى حول النواة كما فى شكل (٢-٨)

العوارض: Cisternae

هو عبارة عن كيس sac أو تجويف مملؤ بالمحتوى السائلي كما أشار إليه العالم مور Morre ومساعديه في عام ١٩٧١.

وقد أشار العالم هل Hall ومساعديه في عام ١٩٧٤ بأنه يتركب من عدد من ٤-٧ أو من ٣-١٢ (كما أشار إليه العالم تورث كوت ١٩٧٣) أنابيب مفلطحة أو عوارض خيطية متلاصقة مع بعضها البعض ومتماسكة ومتوازية لبعضها في شكل حزم فوق بعضها البعض.

وتصل العوارض Cisternae في كل جهاز إلى ٣٠ أو أكثر من هذه التجاويف sac أو العوارض وهى منحنية قليلاً slightly curved وتأخذ الشكل المحبب أو المقعر كل كيس أو عارض cisternae تشمل أو تتكون من ثلاث طبقات متحدين الغشاء ويبلغ سمكه حوالي ٦ مليكرون μ m 6.

وفى هذا التماسك أو التجمع stack يفصل العوارض عن بعضها البعض بواسطة مسافات بين عرضية اوكيسيه inter-cisternal space تصل إلى ١٠٠-١٥٠ أنجستروم في العرض وفى بعض الخلايا تكون على شكل ألياف متوازية في كل طبقة وتسمى العناصر بين عرضية أو الكيسية Intercisternal elements تمتد بين المسافات البينية للعوارض وتعمل على تقوية الجهاز والصفائح المكونة له كما أشار إليه العالم هل ومساعديه (Hall) عام ١٩٧٤.

- وتتكون هذه العارضة من منطقة مركزية صفيحة الشكل Central plate-like region (Saccule) أو تسمى الكيس يبلغ قطرها من بين ٠،٥-١ ميكرون مثقبه fenestrated وفى الجوانب المحيطة بها وامتدادها يتصل بها شبكة من الأنابيب.

ويتميز هذا الكيس بأن له خاصية القطبية polarity طرف من القطبين مصحوباً بالأغشية الإندوبلازمية والطرف الآخر مثل الغشاء البلازمي.

الأنابيب: Tubules

توجد الأنابيب حول المنطقة المحيطة بالكيس ويبلغ نصف قطر هذه الأنبوبة من بين ٣٠٠ – ٥٠٠ أنجستروم.

الحويصلات : Vesicles

وهى عبارة عن حويصلات صغيرة متصلة بالأنابيب حول المنطقـــة المحيطة بالكيس area of cisternae

وهناك نوعان من هذه الحويصلات هي:

- حويصلات ملساء Smooth vesicles

ويبلغ نصف قطرها ٢٠-٨٠ مل ميكرون وتحتوى على مواد إفرازية وتخرج إلى الأنابيب من خلال الشبكة المكونة لهذه الأنابيب.

- الحويصلات المغلفة: Coated vesicles

وهى كروية الشكل ويصل نصف قطرها حوالي ٥٠ مل ميكرون مدعم بسطح خشن وموجود في الجزء المحيط بالجهاز وخاصة في نهاية كل أنبوبه.

- تجويفات جولجى: Golgian vacuoles

هي تجويفات كبيرة ذات تركيب كيسى مدور في الجزء العلوي من نهاية الكيسين.

المنطقة الخاصة أو المحظورة: Zones of Exclusion

يوجد جهاز جولجى في السيتوبلازم في منطقة قليلة غير موجودة أو نمائية من الريبوسومات والميتكوندريا والعضيات الأخرى وهذه المنطقة تسمى المنطقة الخاصة.

التركيب الكيميائي: Chemical composition

التحليل الكيميائي لغشاء جهاز جولجى يبين انه حلقة اتصال بين الغشاء الإندوبلازمي (ER) والغشاء البلازمي Plasma membrane كما أشار إليه العالمان كينن ومور (Keenan & Morre) في عام ١٩٧٠.

- فجهاز جولجى يحتوى على الفوسفوليد Phospholipids مثل سيفالن وليسن (e.g., Cephalin & Lecithin) والبروتينات والإنزيمات، الفوسفايتز الثلاثية والثنائية ADPase, ATPase, CTPase والثيامين بروفوسفاتيز، السيتوكروم NADH-cytochrome C - reductase السيتكروم الفوسفاتى NADPH-cytochrome C reductase والسكر السداس الفوسفاتى glacose-6-phosphatase وبعض الفيتامينات والأحماض الدهنية وغيرها.

الوظيفة: Function

وظيفته هو عملية تكوين المواد الأفرازية وتجهيزها packaging وتصديرها أو إخراجها من السيتوبلازم إلى خارج الخلية عن طريق الغشاء البلازمي بواسطة خاصية التشرب pinocytosis.

- ومن أهم هذه الوظائف هي تكوين الحويصلات الإفرازية لعمل الإنزيمـــــــات digestive enzymes.
- تكوين الجسم القمى للحيوان المنوي الذي يحتوى على الإنزيمات المحللة لغشاء البويضة مثل الهيليرونيز او ماشبه التربسن
- ذات أهمية كبيرة في إفراز بعض الإنزيمات والهرمونات.
- يختص بانتاج العصارة الصفراوية والمواد المخاطية ولذلك فإن أجهزة جولوجى تكثر جداً فى الخلايا الافرازية فى المعدة والامعاء والكبد وغيرها .

openkandl.com

الأجسام السباحية (الميتوكوندريا) Mitochondria

أول من لاحظ الأجسام السباحية هو العالم كوليكير Kolliker فى عام ١٨٨٠ فى الخلايا العضلية للحشرات ثم العالم فلمنج والتمان Altmann فى عام ١٨٩٠ وعمل وضع تقسيمى لها. وأول من وضع تسمية الأجسام السباحية Mitochondria هو العالم بندا Benda ١٨٩٨ ولقد صبغها بالألزرين والبلورات البنفسجية Alizarin and crystal violet وفى عام ١٩٣٤ أستطاع العالمان بنسلى وهورر Bensley & Hoerr فصل الأجسام السباحية من الخلايا الكبدية. وفى عام ١٩٤٨ استطاع العالم هوجبوم Hogeboom توضيح أهمية الأجسام السباحية على انها هى المركز الأساسى فى تنفس الخلية Cellular respiration وفى عام ١٩٥٧ إستطاع العالم شيفرمونت Chevrement أن يتوقع وجود جزيئى د ن أ (DNA) فى الأجسام السباحية وفى عام ١٩٦٣ استطاع العالم ناس Nass مشاهدة وبرهنه وجود جزيئ دن أ DNA فى الأجسام السباحية

وعلى ذلك فإن للأجسام السباحية عدة أسماء وهى كالآتى:

Mitochondria, Fuchsinophilic granules, parabasal bodies, plasmosomes, plastosomes, fila, vermicules, biblasts and chondriosomes.

الشكل Morphology

العدد Number

يعتمد عدد الأجسام السباحية في الخلية على نوع ووظيفة الخلية والحيوان فهو يختلف من خلية إلى أخرى ومن نوع إلى آخر فمثلا يوجد فى الأميبا Amoeba حوالي ٥٠,٠٠٠، وبيض البرمائيات حوالى ٣٠٠,٠٠٠ من الخلايا السباحية، وفى بعض الخلايا الخاصة مثل الخلايا الكبدية للفئران تحتوى على حوالى ٥٠٠ إلى ١٦٠٠ من الأجسام السباحية.

وفى الخلايا النباتية تحتوى على عدد أقل من الأجسام السباحية بمقارنتها بالخلايا الحيوانية لان معظم الخلايا النباتية تعتمد فى أنتاج الطاقة على عملية التمثيل الضوئى.

الحجم: Size

يختلف حجم الأجسام السباحية من خلية إلى آخرى فهو يتراوح من ٢،٠٢ ميكرون وطولها يتراوح من ٣ – ٤٠ ميكرون فمثلا الخلايا البنكرياسية فى الثديات يبلغ طول الأجسام السباحية ١٠ ميكرون وفى بويضة البرمائيات للضفدعة Rana pipens يتراوح بين ٢٠ – ٤٠ ميكرون.

التركيب : Structure

تحاط الأجسام السباحية بغشاء مزدوج يغلفها ويزيدها قوة وثبات. وهذا الغشاء المزدوج يتكون من غشاء خارجى Outer membrane وغشاء داخلى Inner membrane ويبلغ سمك كل منهما حوالى ٦٠-٧٠ انجستروم.

وكلا الغشائين الداخلى والخارجى يتكون من جزيئيات من البروتين يتراوح سمكها من ٢٠-٢٥ انجستروم من الطرفين وفى الوسط يبلغ السمك حوالى ٢٥ انجستروم من طبقتين من الدهون lipids ويفصل بين الغشائين غشاء بينى يسمى
Inter membrane space called outer compartment or perimitochondrial space of 60-80 A°.

يبلغ عرضه حوالي ٦٠ – ٨٠ انجستروم ويحيط الغشاء الداخلى بمعظم الحجرات والمكونات الداخلية للأجسام السباحية ومنها الوسط الداخلى لها matrix.

والوسط matrix يحتوى على الدهون والبروتينات، وجزيئات د ن أ الدائرى circular DNA molecules، ٧٠ أس (70s ريبوسوم Ribosomes) وبعض الحبيبات التى لها القابلية لتجميع وتخزين الأيونات وانتقال الماء خصوصا فى خلايا الانبيبات الكحولية والخلايا الطلائية والامعاء وغيرها.

والغشاء الداخلى Inner membrane يحتوى على امتداد خارجى Outer cytosol or c face towards نحو المنطقة الداخلية المحيطة بالغشاء الداخلى Perimitochondria ووسط داخلى Inner matrix or M face نحو الوسط Matrix ويزيد الغشاء الداخلى المساحة الداخلية له بتكوينه ثنيات وإنزيمات البوبيه تسمى عوارض الأجسام السباحية Mitchondrial crest or Cristae mitochondriales والتى تخترق وسط الأجسام السباحية.

الجدار الداخلى لتحت الوحدة او الوحدات الأساسية:

Inner membrane subunits or elementary particles

تحت التكبير العالى للميكروسكوب الإلكترونى يظهر الجدار الداخلى للأجسام السباحية من وحدات أو جسيمات صغيرة مثل كرات التنس يبلغ نصف قطرها حوالى ٧٠-١٠٠ أنجستروم وهى حبيبات منتظمة على مسافات ثابتة تبلغ ١٠٠ انجستروم وتتصل هذه الحبيبات أو الكرات الثابتة المسافة وبين الجدار الداخلى بواسطة ساق أو عصا قصيرة يبلغ طولها من ١٥-٥٠ انجستروم ويبلغ عددها من ١٠-١٠ في كل جسم سباحى وتعرف بالجزيئات الأساسية

F- particles or inner membrane subunit أو elementary particles F

يحتوى الغشاء الداخلي للأجسام السباحية على الإنزيمات المؤكسدة والناقلة مثل: electron transport particles or ETP

ويتمثل F1 فى الإنزيمات المنتجة للطاقة وخصوصا Atpase or ATP synthetase والعمليات الخاصة بالأكسدة والفسفرة.

التكوين الكيميائى لها:

يختلف التركيب الكيميائى للأجسام السباحية من الخلايا الحيوانية والنباتية.

فتتكون الأجسام السباحية من ٦٥-٧٠% من البروتينات ٢٠-٣٠% من الدهون ، ٥% من ر ن أ (RNA) وكمية صغيرة من د ن أ (DNA) وتحتوى الأجسام السباحية على ٩٠% من الفوسفوليد (مثل الليثين lecithin، سيفالين cephalin) ٥% أو أقل من الكسترول، ٥% من الدهون الحره وثلاثى الدهون والجدار الداخلى للأجسام السباحية يحتوى على كمية كبيرة من الفوسفوليد Cardiolipoprotein and phospholipids.

إنزيمات الأجسام السباحية: The enzymes of mitochondrial bodi666es

تحتوى الأجسام السباحية على حوالى اكثر من ٧٠ نوع من الإنزيمات والإنزيمات المساعدة. وتتوزع هذه الإنزيمات فى الوسط matrix والجدار الداخلى والخارجى للأجسام السباحية.

وهذه الإنزيمات هى:

١- إنزيمات الغشاء الخارجى: The enzymes of outer mitochondrial membrane

الإنزيمات الاحادية المؤكسدة:

Monoamine oxidase, rotenoné – insensitive NADH-cytochrome-c-reductase, kynurenine hydroxyalase and fatty acid COA ligase.

٢- إنزيمات الغرفة الخارجية للأجسام السباحية:

The enzyme of outer mitochondrial chamber

Adenylate kinase nucleoside وهى اينالات كينيز

٣- إنزيمات الغشاء الداخلى للأجسام السباحية

The enzymes of inner mitochondrial membrane

ومعظم هذه الإنزيمات هى إنزيمات ناقلة:

Enzyme of electron transport pathways, v.z., nicotinamide adenine dinucleotide (NAD), flavin adenine dinucleotide (FAD), diphosphopuridine micletide (DPM) dehydrogenase, four cytochromes (cyt b, cyt c, cyt a and cyt a3). Ubiquinone Q10 or coenzyme Q10, non-heme copper and iron, succinic dehydrogenasis, β-hydroxybutyrate dehydrogenase; carnitive fatty acid acyl transferase.

٤- الأنزيمات الموجودة فى وسط الأجسام السباحية وهى

The enzyme of the mitochondrial matrix

Malate dehydrocyenase, socitrate dehydrogenase, fumarase, aconitase, citrate synthetase, α-keto acid dehydrogenase, β-oxidation enzyme.

وأهم وظائف الأجسام السباحية هى:

- الأكسدة وعمليات التنفس فى الخلية وانتاج الطاقة.

Oxidation, dehydrogenation, oxidative phosphorylation and respiratory chain of the cell.

- معظم السكريات والدهون تتأكسد إلى ثانى أكسيد الكربون والماء. وينتج عنها طاقة كبيرة نتيجة لوجود ATP إنزيمات الفسفرة ثلاثى ادنيوزين فوسفات Adenosine Triphosphate (ATP)

حيث أن الأجسام السباحية هى بيت الطاقة (Power House) ويوجد ثلاثى أدنيوزين ثلاثى الفوسفات بهذه الصورة

$$A\sim P\sim P\sim P \rightleftarrows A\sim P\sim P + P_1 + 7000 \text{ calories phosphate group}$$

فى هذا التفاعل السابق نتج عن انكسار الرابطة الثلاثية لثلاثى الأدنيين هذه الطاقة ٧٠٠٠ كلورى وحدت طاقة والطاقة الناتجة من الرابطة الكيميائية لإنتاج الطاقة ٣٠٠ كلورى من وحدة الطاقة. وهنـــاك أنواع أخرى لإنتاج الطاقة مثل

cytosin triphosphate (CTP), (UTP) uridine triphosphate guanosine triphosphate (GTP).

الريبوسومات Ribosomes

والريبوسومات هي عبارة عن حبيبات صغيرة مركزة كروية أو مدورة الشكل من الريبونيكلوبروتين Ribonucleoprotein وهى موجودة حرة داخل وسط السيتوبلازم أو الاجسام السباحيـــــة أو متصلة بالأغشية الاندو بلازمية Endoplasmic Reticulum. وهى موجودة فى معظم الخلايا الحقيقية والأولية كمصدر أساسى لتخليق البروتينات وسلسلة البيتيدات العديدة polypeplide chain.

وأول من شاهد الريبوسومات هو العالم روبنسن وبرون عام ١٩٥٣ فى الخلية النباتية ثم جاء العالم بلاد palade عام ١٩٥٥ وشاهد الريبوسومات فى الخلية الحيوانية وقد تمكن من فصله.

وجودة وتوزيعه Occurrence & Distribution

يوجد الريبوسوم فى الخلية الحيوانية أما حر في داخل السيتوبلازم أو ملتصقا على سطح الأغشية الإندوبلازمية.

أنواع الريبوسومات: Types of Ribosomes

هناك نوعان طبقا للحجم وعامل الترسيب هما:

١- ٧٠ أس ريبوسوم (70S Ribosomes)

وهو نوع صغير الحجم والوزن الجزيئى له ٢،٧ × ١٠٦ دالتون وأحجامه تحت الميكروسكوب الإلكترونى للجزيئات الجافة من ٧٠ أس (70S Ribosomes) هو ١٧٠ × ١٧٠ × ٢٠٠ أنجستروم طبقا لما وجده العالم أستير في عام ١٩٥٩ والعالم هكسلى Huxely وزوبى Zubay في عام ١٩٦٠.

٢- نوع ٨٠ أس (80S Ribosomes)

وهو يبلغ من الوزن الجزيئى ٤٠ × ١٠^{٦} دالتون

وهذا النوع من الريبوسوم موجود فى الخلية الحيوانية الحقيقية.

تركيبة: Structure

وهو تركيب كروى يبلغ نصف قطرة حوالى ١٥٠ – ٢٥٠ انجستروم وهو منقب ويكتسب الماء وهو مكون من تحت وحدتين :

- واحدة من هذه تحت الوحدة subunit ذو حجم كبير يشبه الدوم بينما الأخر صغير الحجم يوجد فوق تحت الوحدة الكبيرة على شكل تركيـب يشبـــه الطاقيـــــة cap-like structure
- الريبوسوم ٧٠ أس يتكون من وحدتين هما ٥٠ أس، ٣٠ أس والريبوسوم ٥٠ أس (50 S) هو تحت الوحدة الكبيرة الحجم ويحتوى على حجم من ١٦٠ –١٨٠ أنجستروم.

والريبوسوم ٣٠ أس (30 S) هو تحت الوحدة الصغيرة وموجود فوق تحت الوحدة ٥٠ أس (50 S) على شكل طاقية cap

- الريبوسوم ٨٠ أس (80 S) يتكون من أثنيين تحت وحدة ٦٠ أس (60 S)، ٤٠ أس (40 S).

يبلغ ٦٠ أس تحت وحدة الكبيرة الحجم الذى يشبه الدوم Dome-shaped ويبقى هذا النوع متصل بالأغشية الإندوبلازمية والنواة.

- أما النوع الآخر ٤٠ أس (40 S) هو النوع تحت الوحدة الأصغر فى الحجم وهو موجود فوق تحت الوحدة الكبير الحجم (60 S) على شكل تركيب يشبه الطاقية cap-like structure

ويفصل كل من تحت وحدتين بواسطة شق ضيق.

- هذه الأنواع تحت الوحدات تبقى متصلة ببعضها البعض تحت تركيز منخفض من أيونات المغنسيوم Mg^{++} (0.01 M) ions وعندما يقل تركيز هذا الأيون فى الوسط، كل من هذه فى الوحدات تنفصل عن بعضها البعض.

- فى الخلايا البكتيرية توجد الوحدات منفصلة عن بعضهما البعض حرة والسيتوبلازم وتتحد مع بعضها البعض عند عملية تخليق البروتين.

- فى حالة التركيز العالى من أيونات المغنسيوم فى الوسط هذه الريبوسومات الثنائية تكون مصحوبة مع بعضها البعض وتعرف باسم الثنائر Dimer.وأثناء تخليق البروتين كثير من الريبوسومات تتجمع على رن أ المسافر messenger RNA ويكون عديد الريبوسومات polyribosomes or polysomes.

التركيب الريبوسومى بالميكروسكوب الإلكترونى:

فى عام ١٩٦٧ تمكن العالم نانجا مشاهدة تحت الوحدة ٥٠ أس (50 S) من الوحدة ريبوسوم ٧٠ أس (70 S) والذى يأخذ الشكل الخماسى pentagonal وذو الجزيئات المتماسكة والذى تبلغ ١٦٠-١٨٠ انجستروم.

- فى داخل تحت الوحدة توجد مسافة دائرية حوالى ٤٠-٦٠ أنجستروم وقد تمكن العالم فلورندو عام ١٩٦٨ من مشاهدة وجود مسافة شفافه متقبة فى تحت الوحدة ٥٠ أس وهذه الثقوب لاتسمح بمرور الأنزيمات المحللة أو إنزيمات الريبونيكليز enzyme ribonuclease وقد شوهدت هذه الفتحات أو الثقوب فى تحت الوحدة ٦٠ أس من الوحدة ٨٠أس ريبوسوم.

- تحت الوحدة الصغيرة small subunits من الريبوسومات لاتحتوى على شكل منتظم ثابت وتبقى مقسم إلى جزئين كل جزئ يبقى متصل بالآخر بواسطة شريط سمكة من ٣٠-٦٠ أنجستروم.

التركيب الكيميائى: Chemical structure

يتركب الريبوسوم من ريبوسوم ريبونيكليك اسد أو ريبوسوم الحامض النووى (rRNA) والبروتين، الدهون وبعض أيونات العناصر. Ribosomal ribonucleic acid (rRNA), proteins, lipids, and certain metallic ions.

وفى كلا النوعين من الريبوسومات ٧٠أس، ٨٠أس العلاقة بين الريبوسوم ر ن أ، البروتين تبقى متغيرة.

فمثلا فى حالة الريبوسوم ٧٠أس يحتوى على ريبوسوم ر ن أ ٦٠ – ٦٤% أكثر من بروتينات ٨٠ أس الذى يشمل على ٣٦-٣٧%.

بروتينات الريبوسومات: Ribosomal proteins

أوضح العالم جريت والعالم ويتمان فى عام ١٩٧٣ أن الريبوسوم ٧٠ أس فى انتيميبا كولاى تحتوى ٥٥ من الريبوسومات البروتين وخارج ٥٥ بروتين يوجد ٢١ بروتين فى تحت الوحدة ٣٠ أس – بينما ٥٠ أس تحت وحدة تحتوى على ٣٤ بروتين.

– بروتينات تحت الوحدة الصغيرة ٧٠ أس فهي عند التثبيت بواسطة حرف S وتحت الوحدة الكبيرة تسمى L.

وبذلك يسمى الوزن الجزيئى لتحت الوحدة الصغيرة S-proteins وهى تتراوح من ٦٣,٠٠٠ إلى ٦٥,٠٠٠ بينما الوزن الجزيئى لتحت الوحدة L-proteins (from L_{35} to L_1) يتراوح بين 9000 to 22000.

بروتين إنزيمات الريبوسوم Ribosomal enzymatic proteins

– معظم بروتينات الريبوسومات تعمل كأنزيمات وتعمل كإنزيمات مساعدة فى عملية تخليق البروتين فى خطوات متعددة.

وعلى سبيل المثال البروتين يسمى عامل النقل (Transfer factors) مثل عامل ج G-factor عامل Ts-factor وغيرها وهذه العوامل تحتاج دائما إلى طاقة أثناء عملية التخليق.

– هذه العوامل لازمة ومتطلبة فى عملية نقل الريبوسومات على ر ن أ المسافر لنقل ر ن أ الناقل rRNA المتبقى من جانب من الريبوسوم إلى الآخر لترجمة الشفرة الوراثية ل ر ن أ المسافر (mRNA) لاتحاد ر ن أ الناقل (tRNA) والمحمل بالحامض الأمينى إلى ر ن أ المسافر (mRNA) وهكذا.

– العوامل البادئة Initiation factors

في معظم عمليات تخليق البروتين توجد أنزيمات معينة مثل ف١ ،ف٢، ف٣ (F_1, F_2 & F_3) تبدأ فى عملية تحفيز وتنشيط عملية تخليق البروتين وهى تسمى العوامل البادئه أو الأولية.

– العوامل الانتهائية terminal factors وهى بروتينات تسمى ر١، ر٢ تؤدى إلى إخراج وانتاج سلسلة من عديد الببتيدات من الريبوسومات بعد الإنتهاء من الترجمة.

*الاجسام المحللة أو الليزوسومات Lysosomes

(وكلمة lyso بالأغريقى = الهضم Digestive body = some الجسم) الجسم الليزوسومات عبارة عن غشاء رقيق يحيط بتركيب فجوى داخل السيتوبلازم ووظيفتها الأساسية هى الهضم الخلوى وكان اول من لاحظ هذا التركيب هو العالم دى ديوف فى عام ١٩٥٥كما فى شكل(٢-٨).

ومنشأ الليزوسومات Origin of lysosmes

فهو غير معروف على وجه التقريب فبعض العلماء يقولون انه من منشأ الغشاء البلازمى plasma membrane والبعض الأخر يقول انه من الجسم القمى Acrosome للحيوان المنوى حيث يحتوى على الكثير من الإنزيمات وخاصة الإنزيمات الفوسفاتية Acid phosphatase أى أن منشائها من جهاز جولوجى والبعض الأخر مثل نوفوكوف Novikoff ١٩٦٥ الذى ذكر إن منشأه من الأغشية الإندوبلازمية Endoplasmic reticulum.

وجودها :- Occurrence

هو موجود فى معظم الخلايا الحيوانية والنباتية. وان معظم الخلايا الحيوانية خلايا إفرازيه مثل الخلايا البنكرياسية الكبدية والطحال وغيرها فإنها تحتوى على كمية كبيرة من الليزوسومات.

الشكل: Morphology

تتخذ الليزوسومات الشكل الكروى Spherical كما فى شكل (٢-٩) ويتراوح حجم الليزوسومات بين ٢، - ٨، ميكرون وربما أكبر فى خلايا الأنيبيات الكلوية ومثل الخلايا الأكوله وكرات الدم البيضاء Phagocytes and leucocytes.

التركيب : Structure

وهى تأخذ شكل أو تركيب فجوى دائرى تحتوى بداخلها على كمية كبيرة مركزة من إنزيمات الأحماض الفوسفاتية Acid phosphatase enzyme. والليزوسومات محاطة بوحدة غشائية من الليبوبروتين lipoprotein.

التركيب الكيميائى: Chemical structure

تحتوى الليزوسومات على حوالى ٢٤ أنزيم وهذه الانزيمات هى:

β-galactosidase, β-glucuronidase, α-glucosidase, α-mannosidase; cathepsin A (Acid Protease), cathepsin β (Acid pritease), aryl sulphatase A; Acid ribomclease, Acid deoxyribonuclease, Acid phosphatase, etc.

معظم هذه الإنزيمات موجودة داخل الغشاء الرقيق الليزوسوم ويكون ثابتاً ومستقراً فى الخلية العادية وهناك بعض المواد الكيميائية التي تجعله أكثر ثباتاً مثل الكليسترول والكورتيزون ، والكلوروكذين والعكس من ذلك بان هناك مواد تؤدى إلى أثارة الغشاء وخروج المحتوى الانزيمى إلى سيتوبلازم الخلية مثل البروجوسيترون والاندوتوكسين والتستوستيرون، فيتامين أ، والأشعة فوق بنفسجية.

أنواع الليزوسومات : Kinds of lysosomes

هناك أربعة أنواع من الليزوسومات

١- الليزوسومات الأولية (البدائية) Primary lysosomes

٢- الليزوسومات الثانوية Secondary lysosomes

٣- الأجسام المتبقية Residual bodies

٤- الفجوات التلقائية الأكوله أو الوحدة اليزوسومية Autophngic vacuole or cytolysosome

١- الليزوسومات الأولية Primary lysosomes

وهى عبارة عن جسم صغير يشبه الكيس يحتوى على العديد من الإنزيمات وهذه الإنزيمات أما أن تفرز مباشرة بواسطة الغشاء الإندوبلازمي أو العوارض Cisternae الموجودة بجهاز جولجى.

٢- الليزوسومات الثانوية: Secondary lysosomes

وهى عبارة عن الفجوات الهاضمة digestive vacuoles أو heterophagosomes أو الفجوات الآكوله المتغيرة. فعندما تتغذى الخلية على مواد خارجية أو داخلية بواسطة بروزات أوإمتدادات بروتوبلازمية لهذه الفجوات من الغشاء البلازمى وامتدادته فإن هذه المواد يتم هضمها داخل هذه الفجوات وتسمى هذه الفجوات الأكوله باسم phagosomes أو تسرب أو تخلل السائل داخل الفجوات يسمى pinosomes واتحاد هذه الفجوات أو الأغشية مع الأغشية الأولية التى سبق ذكرها تسمى الأغشية الثانوية Secondary lysosomes or Heterophagosomes

أو الفجوات الآكوله المتغيرة Heterophagosomes

وإبتلاع المواد الغذائية وهضمها يكون تحت تأثير النشاط الإنزيمى لهذه الأغشية الثانوية وهضم هذه المواد بواسطة الإنزيمات يحولها إلى جزيئات صغيرة ذات وزن جزيئى صغير حتى يمكن أن تمر خلال الغشاء الليزوسومى وتصبح جزء من الوسط المحيط matrix من السيتوبلازم.

الأجسام المتبقية: Residual bodies

بعد عملية الهضم الانزيمى بواسطة الأغشية الثانوية المتبقي من الجزيئات أو المواد الغير مهضومة والبقايا المتخلفة من الأغشية الثانوية تسمى الليزوسومات المتبقية والثانوية باسم الأجسام المتبقية أو الأثرية – معظم هذه الأثار من الأغشية المتبقية debris هى غالبا ماتكون من الدهون lipid وتطرد إلى الخارج عن طريق الأفراج الخلوى exocytosis وقد تبقى بعض هذه المواد المتخلفة كمواد مساعدة لبعض العمليات الحيوية فى الخلية.

– وقد يكون تكوين هذه المواد نتيجة لخلل فى بعض الإنزيمات في الليزوسومات والتي قد تؤدى إلى حدوث حوالى ١٢ نوع من الأمراض الهستوباثولوجية في الإنسان مثل الحمى fever والأحتقان أو ألتهاب الكبدي الوبائي hepatitis وغيرها من الأمراض.

الفجوات التلقائية الأكوله: Autophagic vacuoles

يظهر هذا النوع عندما تتغذى الخلية على العضيات الحيه الموجودة بين الخلايا مثل الأجسام السباحية (الميتوكوندريا) والأغشية الإندوبلازمية بواسطة البروزات الناتجة من الفجوات التلقائية الأكوله Autophagy. حيث ان الليزوسومات البدائية الموجودة تتركز حول العضيات الحيه فى الخلايا وتؤدى إلى هضمها. ودائما وجود الفجوات الأكوله Autophagic vacuoles يكون مرتبط بوجود بعض الامراض الهستوباثولوجية والفسيولوجية. وقد لاحظ ذلك كل من العالم س.دى دوف ١٩٦٧ (C. De. Duve) والعالم أليسون (Allison) ١٩٦٧ عندما تم تجويع starvation بعض العضيات ، ظهر العديد من الفجوات الأكوله Autophagic vacaroles فى الخلايا الكبدية وتغذت على المحتويات الخلوية.

وظائف الليزوسومات: Function of lysosome

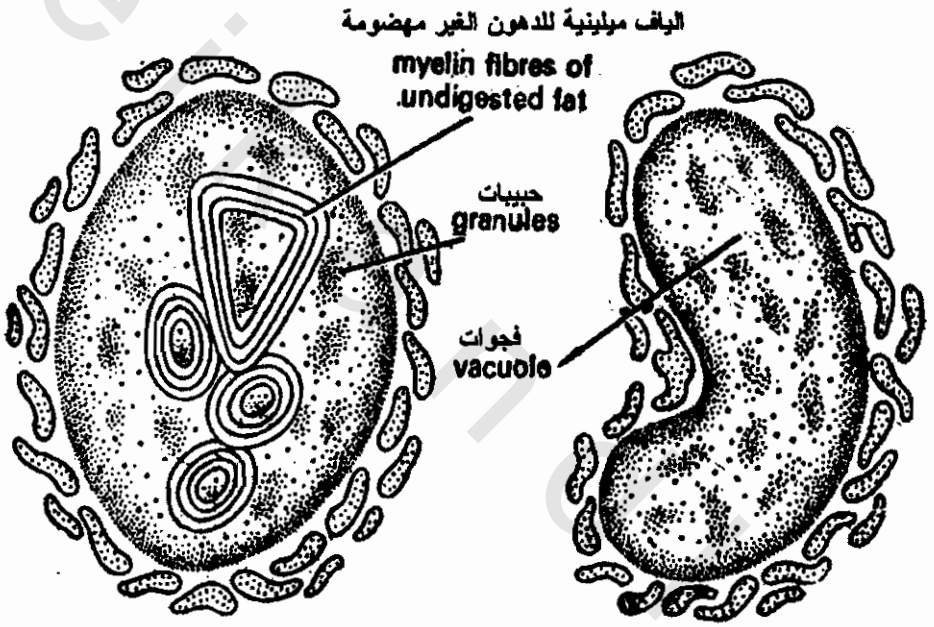
– هضم الكثير من الجزيئات او الحبيبات خارج الخلية مثل – الكرات الدم البيضاء على أى جسم غريب أو فيروس البكتريا يدخل الجسم

Digestion of large extracellular particles

– هضم بعض الجزيئات أو المواد داخل الخلية Digestion of intracellular substances

- التحلل Autolysis فى بعض الحالات المرضية الهستوباثيولوجية تقوم الليزوسومات بهضم المحتوى الخلوى من العضيات الحية بالخلية وتسمى بالتحلل Autolysis أو Cellular autophagy التآكل الخلوى الذاتى. مثل مايحدث فى عملية الانسلاخ أو التحول فى البرمائيات Metamorphosis
- الهضم الخلوى الخارجى Extracellular digestion بأن ليزوسومات بعض الخلايا مثل الحيوان المنوى يفرز بعض الإنزيمات مثل أنزيم الهيدليرونيز علىغشاء البويضة حتى يمكن ان يخترقها.
- الليزوسومات أساسية فى عملية بدء عملية الانقسام الخلوى
- الليزوسومات أساسية فى العمليات الحيوية والأيض السريع في الخلية وتغير معدل الغذاء والتركيز الاكسجينى وبعض العوامل ذات البيئة الداخلية للخلية الحية.

obeikandl.com



Two different kinds of lysosomes of the kidney cells of rat.

شكلان مختلفان من الليسوسومات لخلايا الكلية في الفأر (شكل ٢-٨)

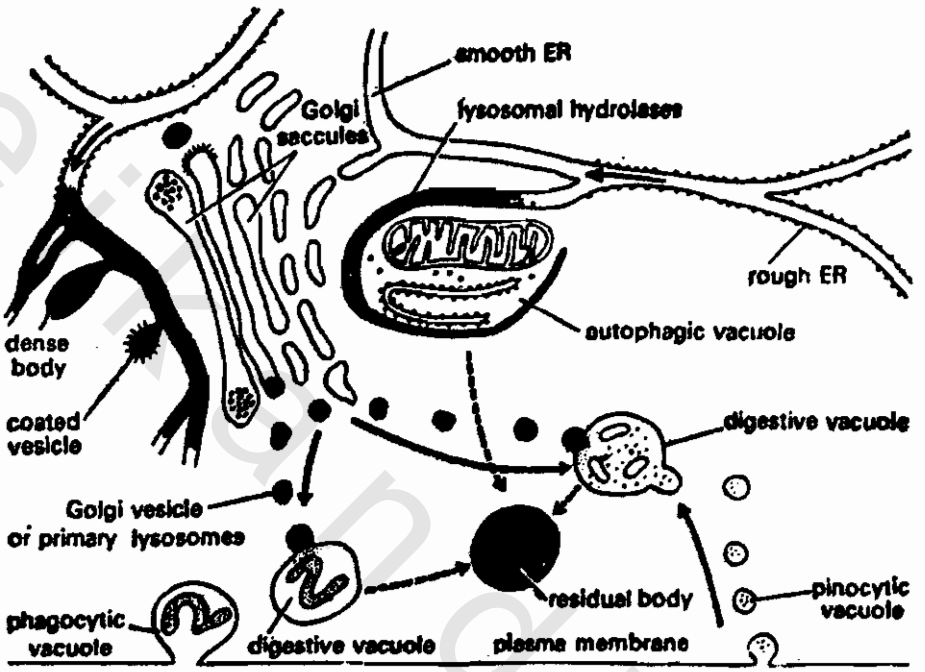


Diagram suggesting probable interrelations of some organelles in the transport of lysosomal hydrolases and the formation of lysosomes.

شكل يوضح عملية تكوين الليزوسومات رقم (٢-٩)

*الجسم المركزي Centrosome

ويقع بالقرب من النواة وبه نقطتان مركزيتان تسمى الحبيبتان المركزيتان Centriols يحاطا من الخارج بغشاء مركزى التى تنشأ منه الأشعة النجمية فى بداية إنقسام الخلية وتظهر هذه الحبيبة المركزية تحت الميكروسكوب الألكترونى على هيئة جسم إسطوانى يحتوى جداره الخارجى على مجموعة من الأنيبيبات الدقيقة منتظمة فى تسع مجموعات تتكون كل مجموعة من ثلاث أنيبيبات فى أتجاة المحور الطولى لهذا الجسم ومن أهم وظائفه أنه يساهم فى عملية انقسام الخلية كما فى شكل (٢-١٠).

الحبيبة المركزية والأجسام القاعدية

Cenrtrioles & Basalbodies

يحتوى سيتوبلازم الخلايا الحقيقية Eukaryotic cells على عمودين إسطوانيين الشكل cylindrical rod-shaped وانيبيبات صغيرة microtubules وتسمى هذه التراكيب باسم الحبيبات المركزية centrioles قريبة من النواة وعندما تحمل الحبيبات المركزية أهداب أو أسواط تسمى بالجسم القاعدي basal body.

وجوده: Occurrence

هو موجود في معظم الخلايا النباتية والحيوانية مثل الفطر والطحالب والأوليات والحيوانات المنوية والخلايا الحيوانية وغيرها ، ووجودها في بعض الخلية الأولية Prokaryotes والدياتومي Diatoms والخمائر yeast.

ويحتوى الجسم المركزي Centrosome على حبيبتين تسمى Diplosome أو Centriole وهى بعيده عن الأجسام السباحية والريبوسومات وهى وموجودة بالقرب من النواة ومحاطة بالسيتوبلازم وغشاء ليفي يسمى غلاف السنتروسفير Centrosphere طبقاً لما ذكره العالم روبن Robbins وآخرين في عام ١٩٦٨ والعالم بورتر Porter ١٩٦٩

التركيب: Structure

هو تركيب اسطواني الشكل يبلغ نصف قطره حوالي ١٥ ، - ٢٥، ميكرون وطوله حوالي ٣، - ٧، ميكرون وبعضه قصير ويبلغ ١، ميكرون والأخر طويل ويبلغ ٨، ميكرون كما أوضح العالم فولنتن ١٩٧١.

- الجدار الاسطواني للحبيبة تحت الميكروسكوب الإلكتروني يتركب من ٩ أنابيب ثلاثية الأنيبيبات متساوية البعض بينهما. وتتركب هذه الأنيبيبات على شكل مروحة صغيرة بزاوية ٤٠ درجة لكل ريشة منها أو نصف القطر للاسطوانه وهذه الأنيبيبات الثلاثة triplets هي المكونة لجدار الأسطوانه وهى غير متميزة من بعضها البعض ويبلغ نصف القطر لكل انيبوبه منهم ٢٠٠ –٢٦٠ انجستروم وهذه الأنيبيبات الثلاثة متوازية لبعضها البعض وللمحور الأساسى أسطوانى.

الأنيبيبات و الخطيطيات Microtubules and Microfilaments

وهي من التراكيب التي تميز الخلايا الحيوانية حقيقية النواة Eukaryotic cell وهذه التراكيب تتميز بأنه طويلة وضيقة وموجودة في الخلية و بين الخلايا Cellular and intracellular وذلك لتدعيم شكل ووظيفة الخلية و يتضح تأكيد الأنيبيبات الصغيرة تحت الميكروسكوب الإليكتروني أنها تتركب من جدار اسطواني يبلغ سمكه حوالي ١٥٠ أنجستروم يحيط بفراغ مركزي يبلغ نصف قطره حوالي ١٠٠- ١٥٠ أنجستروم وهذ الجدار يتكون من تحت وحدات Subunits تبلغ حوالي ١٣ متصلة ببعضها البعض بجسور عرضية بين الأنيبيبات المتلاصقة أو المتجاورة Adjacent microtubules.

والتركيب الكيميائي لهذه الأنيبيبات معظمه واحد وهو يتكون من الجزيئات المتبلرة من التيبولين Polymerization of molecules of tubulin وثنائي البروتين adimer protein ووزنه الجزيئي يصل ١١٠,٠٠٠.

يمكن لهذه الأنيبيبات التي تتحرك من قطب إلي آخر أو من قطب إلي كروموسوم أثناء عملية الأنقسام الخلوي و تكوين خيوط المغزل و التي تتصل أو تتمسك من الطرف الأخر بواسطة الكينيتوكوريا Kinetochore وتتماسك الأنيبيبات بهذا التركيب لعمل خيوط المغزل التي يحدث بها الشد و الجذب و الإستقطاب للكروموسومات نحو قطبي الخلية أثناء الإنقسام الخلوي Cell division والتغير في درجات تركيب وأطوال هذه الأنيبيبات ووجودها داخل الخلية يعمل علي أن تكون من ضمن الدعائم القوية لهيكل الخلية وحمايتها وابقاء الشكل الثابت المميز لها cytoskeleton.

وهذه الأنيبيبات توجد ايضا في تكوين الأهداب والأسواط المحركة للخلايا و التي تنتظم و تتخصص في وظائف معينة.

التركيب : Structure

أنيبيباتان مركزيتان Two central microtubule محاطتان بتسعة أزواج من الأنيبيبات وهذه الأنيبيبات منتظمة ومغمورة داخل وسط الخلية في حالة انقباض الأسواط او الأهداب فإنها تعطي الخلية القدرة علي الحركة.

وفي حالة تركيب كل من الأهداب أو الأسواط فإن هناك تراكيب تسمي بالأجسام القاعدية Basal bodies والأنيبيبات المكونة لها تنتظم في تسع صفوف ثلاثية nine triplets وداخل في تركيبها الأجسام القاعدية (٩+٢) (9+2 arrangement of microtubules).

والجسم القاعدي مشتق أساسا من الحبات المركزية Centrioles .

وايضا أنيبيبات الجسم المركزي Centrioles يتكون من تسع أنيبيبات ويوجد الجسم المركزي فوق النواة أثناء الإنقسام الخلوي الي حبيبتين مركزيتين وتتجه كل واحده نحو أحد القطبين لعمل اتصال خيوط المغزل بها حتي تتم عملية الإنقسام الخلوي .

الخطيطات أو الخيوط الصغيرة : Microfilaments

وهي أصغر قليلا من اللوفات وهي تشبهها تماما ويبلغ نصف قطره حوالي ٤٠- ٨٠ أنجستروم.

التركيب : Structure

وهي تتركب من تحت وحدات بروتينية Protein Subunit وهذا البروتين يشبه تماما Actin وهو علي شكل خيوط صغيره داخل الخلية العضلية وانقباض العضلات يكون نتيجة للتفاعل بين خيوط الأكتين وخيوط و ألياف الميوسين الكبيرة مع وجود طاقة لتنفيذ هذا التفاعل أو الإنزلاق ووجود هذه الخيوط في الخلايا الغير عضلية و الآلية يؤدي الي تغير شكلها ودائما توجد في حزم حول الغشاء الخلوي . كما أن حركة الخلايا و بين الخلايا كلها تعتمد علي الأنيبيبات.

كل من الخلايا حقيقية النواة و أولية النواة Eukaryotic& Prokaryotic cell بها نظام حركي يعتمد اساسا علي الأهداب و الأسواط ولكن يختلفان عن بعضهما كيميائيا فمثلا أسواط البكتيريا تتكون من بروتينات البسلين Protein Bacillin وعلي شكل شريط فردي Single strand دون أي تراكيب داخلية.

بينما الأسواط و الأهداب في الخلايا حقيقية النواة مبنية علي اساس نظامي هو (٢+٩) من الأنيبيبات ومتصلة بالجسم القاعدي (٠+٩) بواسطة تيوبيولين tubulin هو البروتين الأساسي له، ولا يوجد أنيبيبات في الخلايا الأولية .

و الأنيبيبات و الأهداب و الأسواط تلعب دوراً هاما في حركة الخلايا و بنائها و شكلها وتكوين خيوط المغزل في الخلايا ذات الأنوية الحقيقية (Eukaryotic cell) .

التركيب الكيميائي: Chemical composition

تتركب الأنيبيبات الخاصة بالحبيبة المركزية من البروتين والتيبولين tubulin مع جزيئات من الدهون lipid molecules كما أشار إليه العالم فولتون (١٩٧١) وتحتوى الحبيبة المركزية على نسبة عالية من الإنزيمات الفوسفاتيزية ATPase enzyme

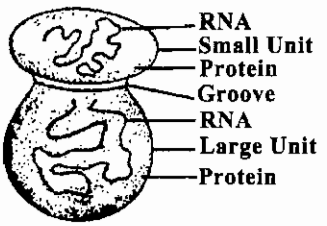
* حبيبات نسل Nissl`s granules

وهى توجد فى الخلايا العصبية فقط وهى على شكل عصى أو حبيبات صغيرة داخل السيتوبلازم وهى تتكون من مواد بروتينية ومن حامض الريبوز النووى وهى تقوم بتخزين كميات من الأكسجين أو الطاقة لحين الأستخدام .

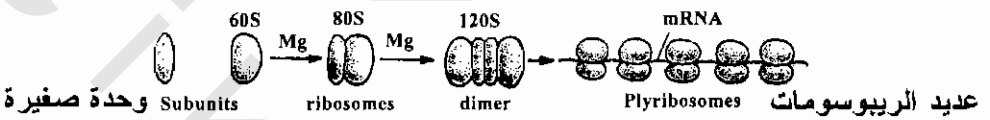
ب- المحتوى السيتوبلازمى الغير حى Cytoplasmic Inclusions وهى تتمثل فى :-

- مخزون غذائى من البروتينات والسكريات والدهون
- أفرازات مختلفة من أنزيمات وهرمونات وخلافه
- صبغات داخلية مثل الهيموجلوبين وصبغات خارجية مثل الكاروتين
- أملاح مثل الحديد والرصاص وغيرها .

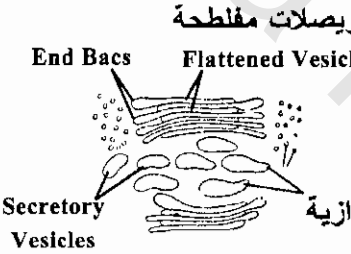
CELL ORGANOIDS عضيـــــات الخلية



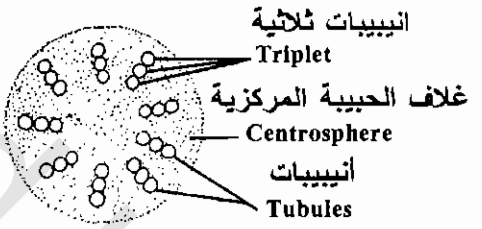
A RIBOSOME ريبوسومات



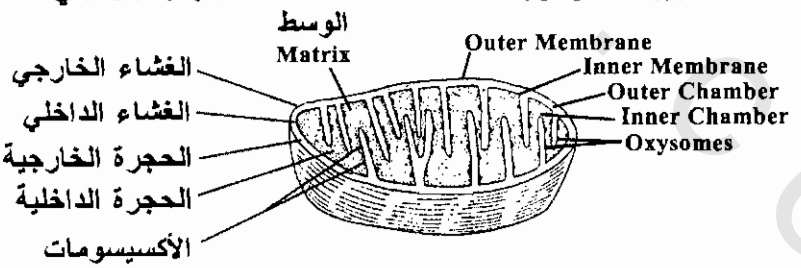
Diagrame of The Subunit, Structure of the Ribosome and The Influence of Mg^{++} ions (after De Robertis *et al.*, 1970)



GOLGI COMPLEX
جهاز جولجي

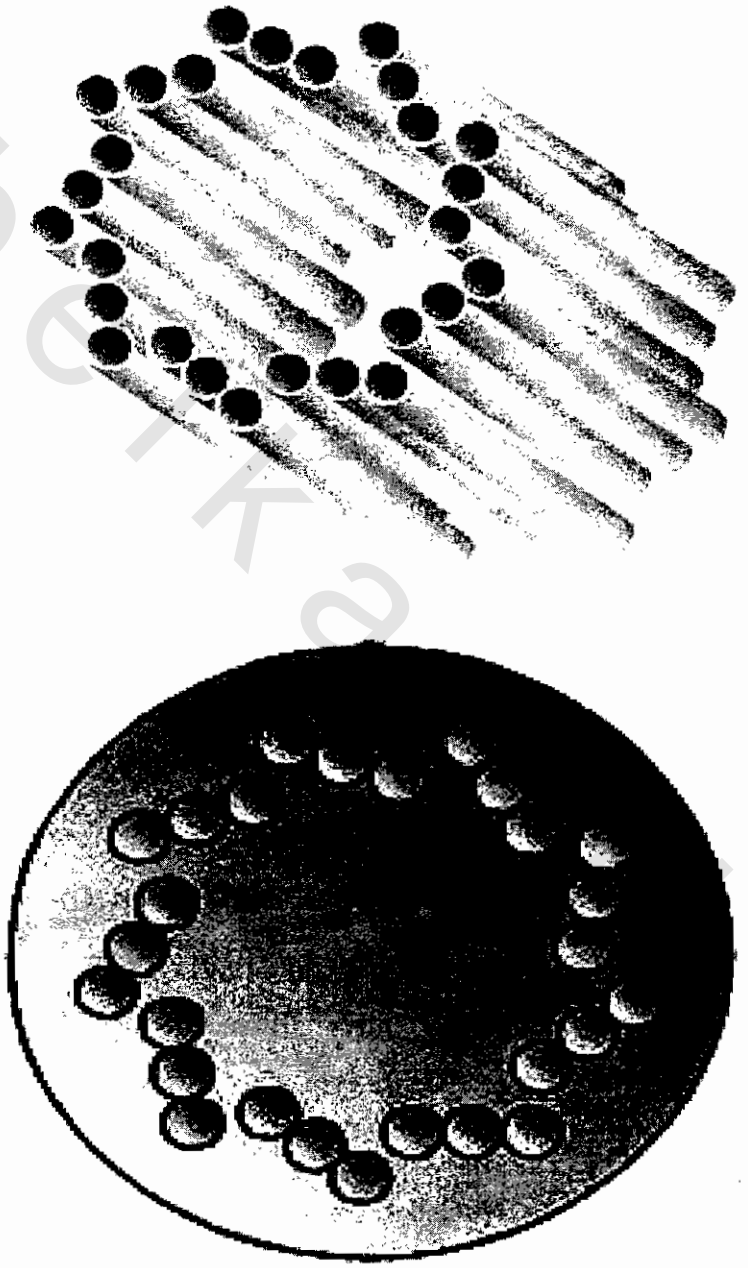


SECTION OF A CENTRIOLE.
الحبيبة المركزية



A MITOCHONDRION
الجسم السباحي (الميتوكندريا)

شكل رقم (٢-١٠)



شكل رقم (٢-١١)

النـــــــــــــــواه Nucleus

- يحيط بها **غشاء نووى** karyotheca or Nuclear membrane وأهم ما يتميز بها غشاء النواة بـــأن لها خاصية النفاذية Selective Permeability التى يجعلها تختار من المواد والمركبات والأيونات وما تسمح له بالنفاذ خلالها سواء إلى الداخل أو الخارج حسب الاحتياجات الفسيولوجية للخلية شكل (٢-١١)

-البلازما النووية Nucloplasma

وتشمل النواه ومحتوياتها من سائل نووى وشبكة كروماتينية ونووية وهى عديمة اللون وتملأ حيز النواة

- الشبكة الكروماتينية Chromatin net

وهـــى المكـــونة لـــنواة الخلية كما فى شكل (٢-١١). وهى تتركب من شبكة من الخيوط المزدوجة مصـــنوعة من DNA بصفة أساسية وتتقطع هذه الخيوط أثناء الانقسام الخلية منتجة العصى أو الصبغات الوراثـــية المعـــروفة باســـم الكروموسومات Chromosomes التى تحمل الصفات الوراثية أو الحبيبات ويختلف عدد الكروموسومات من حيوان إلى آخر ففى الاسكارس ٢- والذبابة المنزلية ١٢ والضفدعة ٢٦ والإنســـان ٤٦ (٢٣ زوجا) وهذه الأرقام زوجية Diploid number بينما يوجد العدد الفردى فى الخلايا التناسلية Haploid number .

DNA is composed of Adenine (A) – thymine (T) and Guanine (G)-cytosine (c).

(G-C) (A-T)

-جسم بار Barr body

وهو جسم عدسى الشكل يتكون من مادة كروماتينية ويقع تحت الغشاء النووى مباشرة وملاصقا له فى خلايا الاناث فقط وتستخدم هذه الظاهرة حاليا فى التعرف على جنس الجنين وهو فى بطن أمه.

-البلازما النووية أو النيكلوبلازم Nucleoplasm

وهـــى أبســـط تـــركيبا من السيتوبلازم وتنفصل منه بغشاء نووى ويحتوى فى باطنه على السائل النووى الذى يملئ فراغ النواه ويحتوى على العديد من المواد الغذائية .

-النووية Nucleolus

وقـــد تـــوجد منها اثنين أو ثلاثة وهى أجسام مستديرة تتكون أساساً من RNA بعكس الشبكة الكروماتينية تتكون من DNA وتلعب دوراً هاماً فى عملية الاشراف على تخليق البروتين فى الريبوسومات الموجودة

فى السيتوبلازم وهو يتكون من ريبونيكلوتيد رن ا وهو الحامض النووى ريبوزى ومتحدة مع بعض البروتينات القاعدية مثل الهستونات والبروتوامين ويتكون من ثلاث صور هى – رن ا الرسول – رن ا الناقل – رن ا الريبوسومى . RNA is made up from the ribonuclotides ofويتركب رنا من

أدنين – سيتوسين وجوانين – يوراسيل

Cytosine (C) Adenine (A) (A-C)

uracil (U) Guanine (G) (G-U)

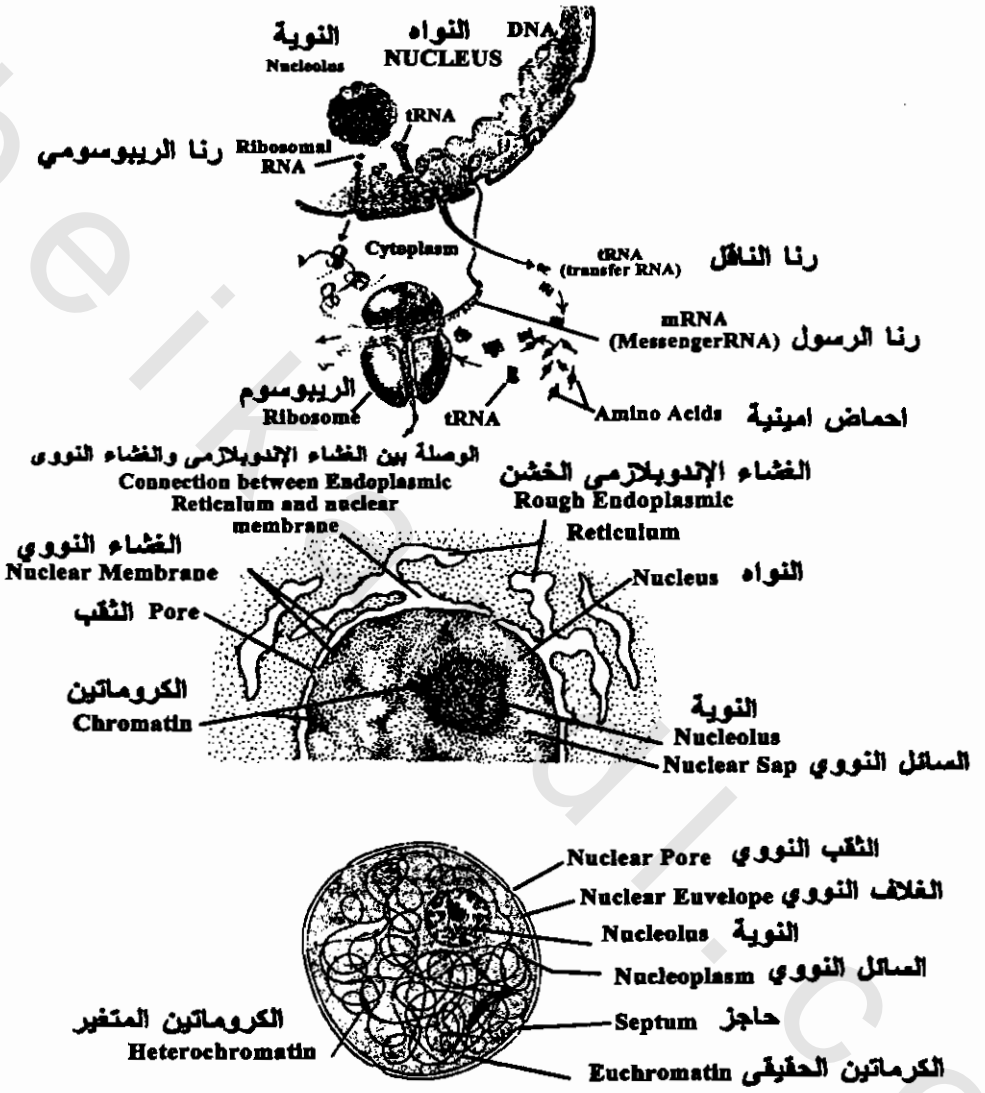
وله ثلاثة مظاهر منه:

1- Messenger ribonucleic acid (mRNA) رن ا الرسول

2- Ribosomal –nucleic acid (rRNA) رن ا الريبوسومى

3- Transfer Ribonucleic acid (tRNA) رن ا الناقل

obeikandl.com



Structure of a metaphase nucleus.

شكل رقم (٢-١١)