

الفصل الثاني

الخلية ومحتوياتها

الخلية الحيوانية

Animal Cell

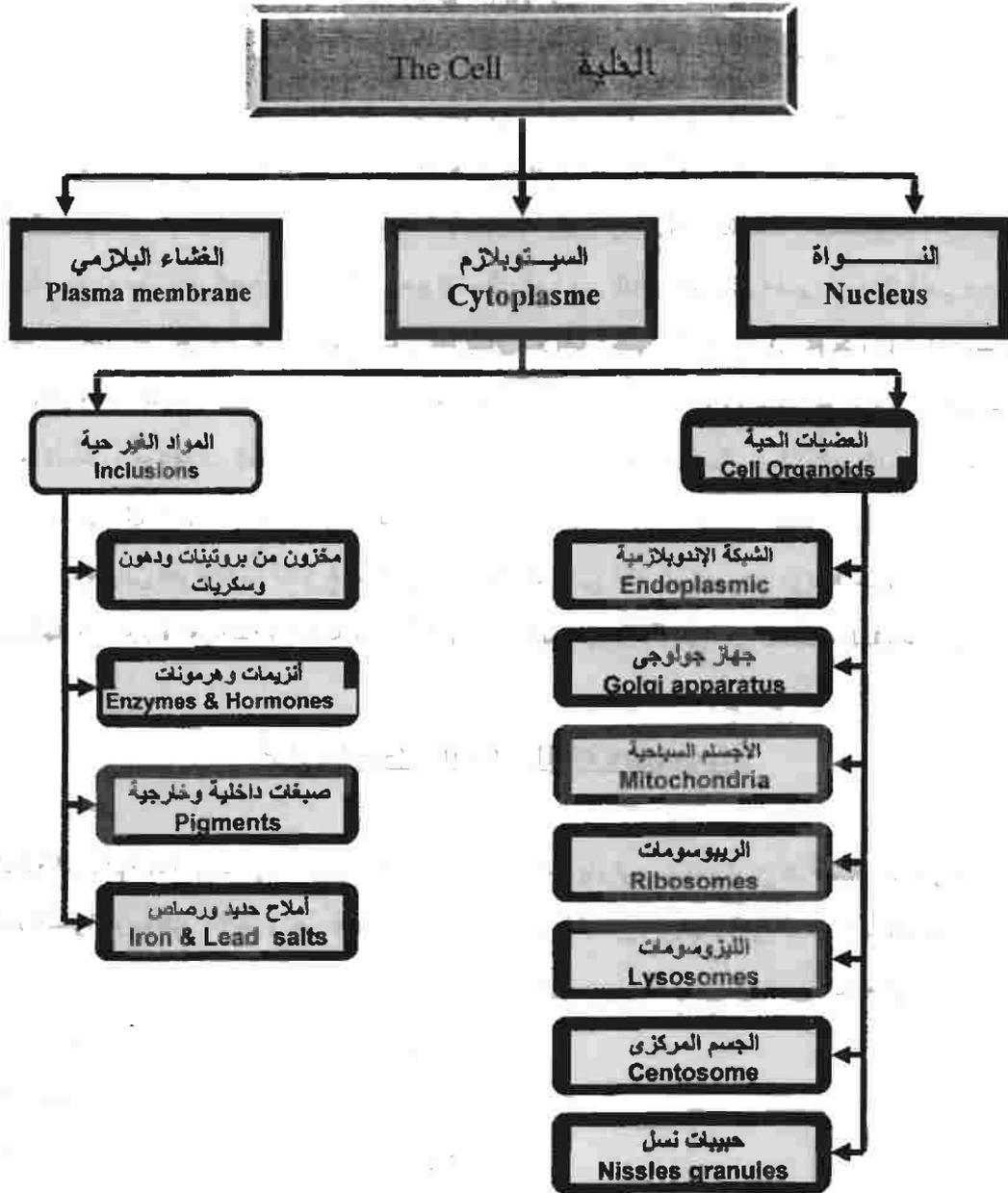
لاحظ روبرت هوك (Hook) وهو يبحث قطعة من الفيلين تحت الميكروسكوب أنها تتكون من عدد كبير من الغرف التي تشبه غرف الرهبان في الأديرة فأطلق على هذه الغرف اسم الخلايا ، ثم توالى الدراسة في هذا المجال ثم اكتشف براون وجود جسم صغيرة داخل الخلية أسماه النواة وفي عام ١٨٣٨ وضع شيلادن Schleiden اسم النظرية الخلوية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

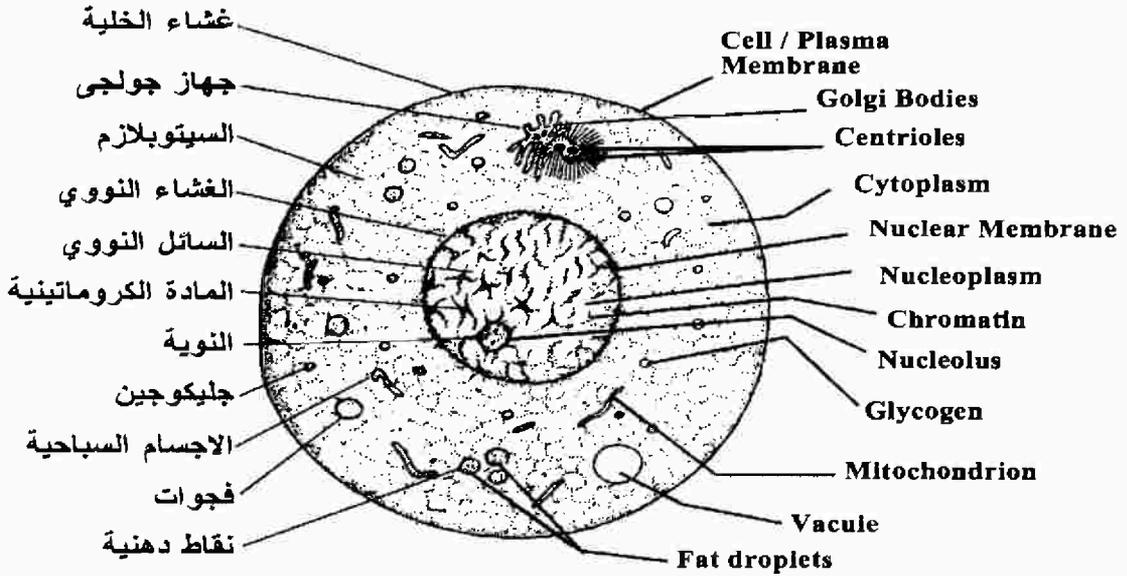
وبتوالى الدراسة تم اختراع الميكروسكوب الإلكتروني الذي استخدم في دراسة محتويات الخلية، والخلية هي عبارة عن كتلة من المادة الحية الأولية أو البروتوبلازم وهي التي اكتشفها العالم بركنج.

تركيب الخلية Structure of the Cell

الخلية الحيوانية كما في شكل (١-٢ ، ٢-٢) متعددة الأنواع ويتراوح حجمها بين ٧.٥ ميكرون في كرات الدم الحمراء وحوالي ٣٠ مم وأكبر كما في بيض النعامة حيث يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو كما في بعض الخلايا العصبية في الحيوانات الكبيرة التي تبلغ طولها حوالي متر أو أكثر ويمكن تمييز الخلية إلى:

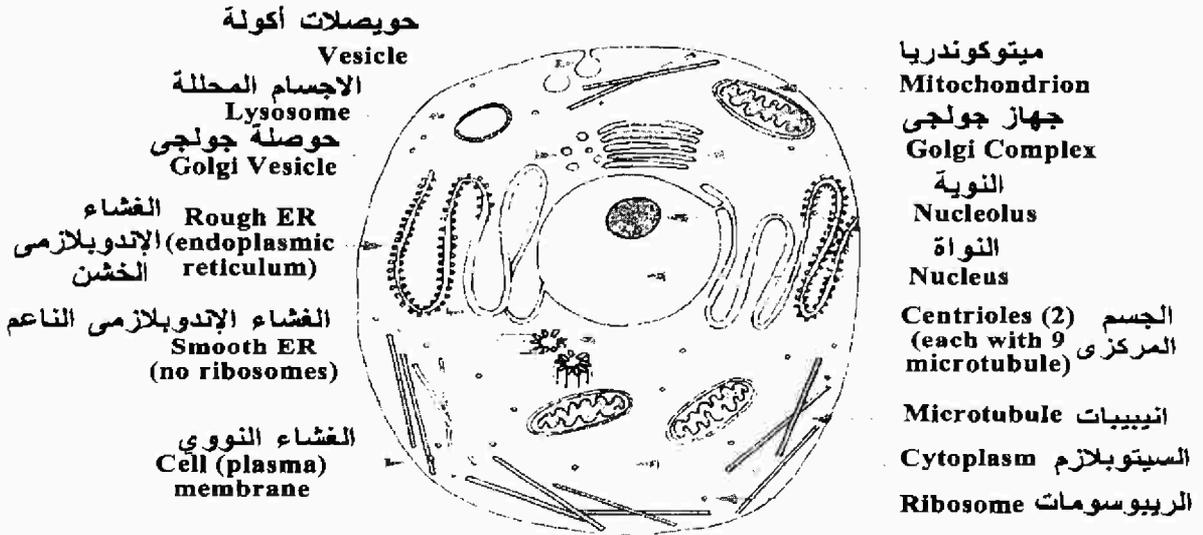
- | | |
|-----------------|---------------|
| ١ - غشاء الخلية | Cell membrane |
| ٢ - الميتوبلازم | Cytoplasm |
| ٣ - النواة | Nucleus |





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 الإلكتروني

شكل رقم (٢-٢)

غشاء الخلية Cell membrane أو الغشاء البلازمي Plasma membrane

كل خلية حيوانية محاطة بغشاء رقيق يتكون من بعض الدهون والبروتينات، وتتمثل في 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 امتدادات ليفية متغلظة من أغشية الخلايا المتجاورة.

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

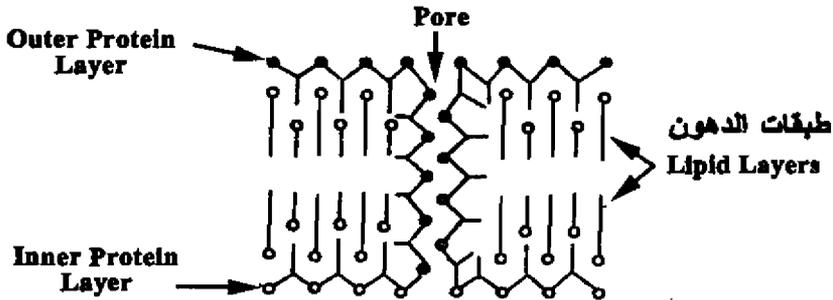
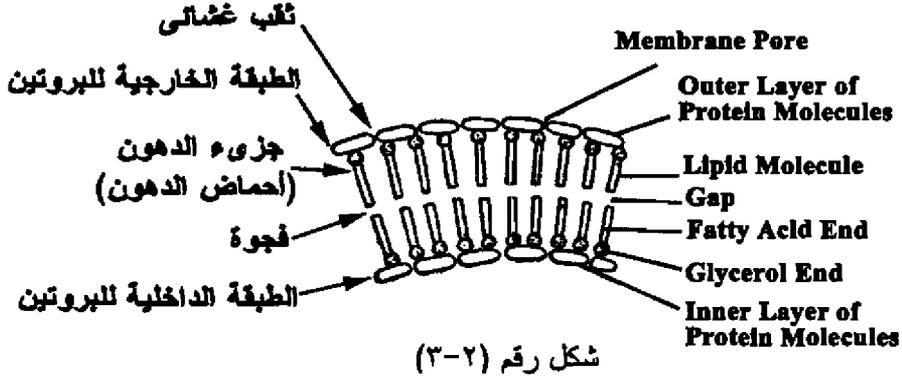
التركيب الجزيئي لهذه الأغشية :

وهي تنتظم على شكل طبقة من الدهون على هيئة صف مزدوج من الجزيئات محصورة بين طبقتين من جزيئات البروتين إحداها إلى الخارج والأخرى للداخل وتوجد ثقب صغيرة دقيقة في غشاء الخلية كما أوضحها العالم دانيلى فى عام ١٩٤٥ وأنها تحمل شحنات كهربية موجبة والبعض سالبة لعملية تنظيم مرور أيونات المواد الذائبة المختلفة إلى الداخل وإلى الخارج من الخلايا كما فى شكل (٢-٣)

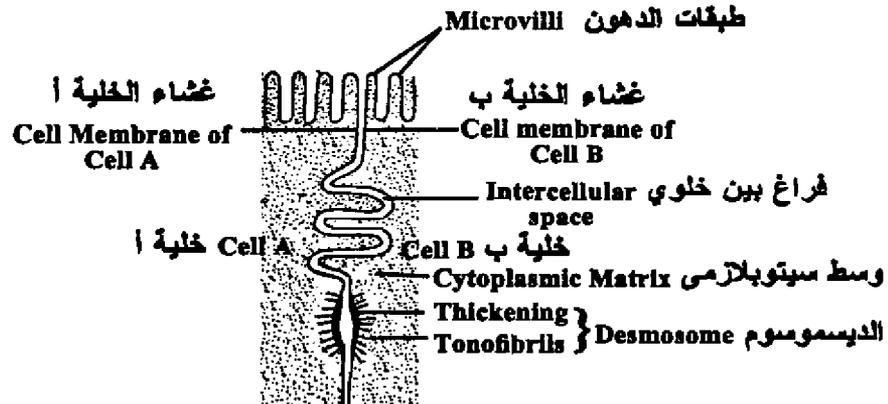
يوجد غشاء حول الخلية يحيط بكل محتوياتها الداخلية ويسمى هذا الغشاء بالغشاء البلازمي

Plasma membrane or plasma lemma

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



التركيب الجزيئي لغشاء الخلية
Molecular structure of cell membrane



غشاء الخلية لخلايتين متجاورتين
Cell membrane of two adjacent cells

شكل رقم (٢-٤)

- 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:

Palmitic, stearic, oleic, linoleic and arachidonic 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 تكنج "Tectings" والذي أشار إليه العالم مازى وريبي (Mazia & Ruby) في عام ١٩٦٨ حيث أن هذا البروتين يشبه بروتين الأكتين actin الموجود في الخلايا العضلية وفي الأنبيبات microtubules ومعظم هذه البروتينات تحتوى على الأحماض الأمينية مثل الأرجنين والليسين والهستادين والتروزين والتريقوفان والميثيونين والسيسئين. 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, Mg²⁺ ATPase, Na⁺-K⁺ activated Mg²⁺ 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 في طبقتين من جزيئات الدهون في شكل سلسلة وتوجد طبقتين الدهون في شكل متوازي 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 (Hydrophobic, Hydro water, phobe = hate) في طبيعتها. وبالتالي 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.

- وتربط 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 أنجستروم، 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 البلازمي 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 التي تمد الغشاء البلازمي بالطاقة والعمليات الحيوية المختلفة والنقل.

- التقاء بعض الأغشية البلازمية للخلايا أو الأرباط الخلوي

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 وفي بعض الخلايا الطلائية (مثل الخلايا الطلائية الحرشفية المركبة) الغشاء البلازمي الملاصق لخليتين يصبح الغشاء البلازمي 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 البلازمي لكلا الخليتين والتي تتفصل عن بعضها البعض بمسافة تتراوح من ٣٠٠ - ٥٠٠ أنجستروم والمساحة بين الخلايا بين كل الدسموسومات (التقلظات) تحتوى على مادة مغطاة والتي تؤدى إلى عملية التصاق الخلية كما فى شكل (٢-٤)

- وأهمية هذا التقلظ 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 باللياف الكولاجين.

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 أنجستروم ولكن تبقى متصلة ببعضها البعض بواسطة حواجز عرضية متوازية مكونة 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 اليرتوبلازمية tonofibrils وفى نهاية هذه العوارض يوجد منطقة تغلظ والسيوتوبلازم بها أكثر تركيزاً. وتوجد هذه العوارض فى الجزء الداخلى الوسطى للغشاء البلازمى فى بعض الخلايا الطلائية العمودية تحسب السطح قليلا Intermediary portion of the plasma membrane.

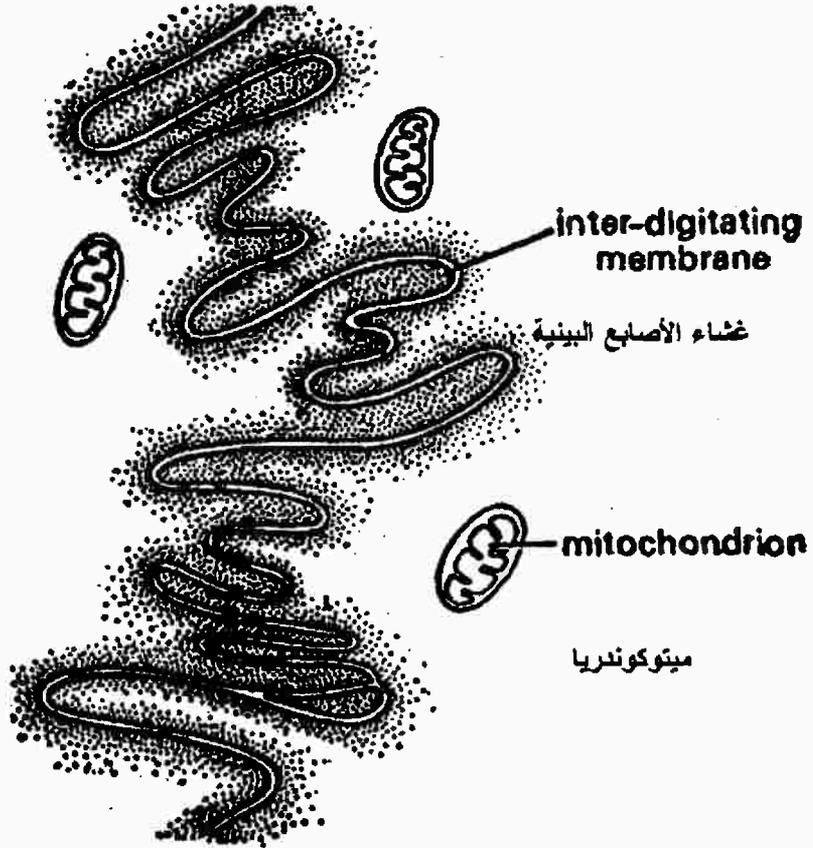
الأصابع البينية: Inter-digitations

فى بعض الأماكن للأغشية البلازمية خلطيتين 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 القلبي تحتوى الخلايا فيما بينها على مسافة بين خلوية يصل عرضها ٢٠ أنجستروم وشكل هذه الفجوات هو سداسى Hexagonal وعرضها من ٧٠-٧٥ أنجستروم وتسمى هذه الفجوات بفجوة الاتصال gap-junction عندما تكون للمصافاة بين الخليتين المتجاورتين ٤٠-٧٠ أنجستروم ويكون هذا الاتصال يسمى الاتصال المقفل close junction

- والغشاء البلازمي يعمل كحاجز رقيق فعال يفصل بين المحتوى السائلي الداخلي للخلية الحية.
- ففي الحيوانات الأولية مثل البروتوزوا Protozoa وغيرها يكون الوسط الخارجي لهذه الخلايا هو مياه الأنهار أو البحيرات بينما في الحيوانات عديدة الخلايا تكون الخلايا محاطة بالخارج بواسطة الدم أو الليف والعصارات وسوائل المعدة والأمعاء المختلفة.



الأصابع البينية للغشاء البلازمي
(شكل ٥-٢)

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 الآخر 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 وهي:

١- خاصية النفاذية: Permeability

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

- عدم النفاذية: Impermeable

ففي حالة البويضة غير المخصبة في بعض الأسماك لايسمح الغشاء البلازمي بمرور أى جزيئات ماعدا الغازات.

- نصف نفاذية: Semi-permeable

وهي تسمح بمرور الماء فقط وليس جزيئات المواد وهو غالبا ليس موجودة في الخلية الحيوانية.

- خاصية النفاذية: Selective permeability

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

٢- الضغط الأسموزي: Osmosis

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

- دخول الماء: Endosmosis

هو عملية دخول الماء إلى الخلية من خلال الغشاء البلازمي يسمى التثرب (Endosmosis) .

- خروج الماء: Exosmosis

وهي عملية خروج جزيئات الماء من الخلية من خلال الغشاء البلازمي تسمى هذه العملية بالأخراج الأسموزي Exosmosis.

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

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

٣- الانتشار أو النقل: Diffusion or passive transport

وهي 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) الذي يتم خلال الغشاء البلازمي، وهذا الانتشار لهذه الجزيئات لا يحتاج إلى طاقة ولكن يكون نتيجة للفرق في تركيز الأيونات في الغشاء البلازمي في الداخل والخارج وفرق الجهد الكهربائي Electrical gradients. وهناك نوعان من الانتشار هما :-

أ- الانتشار البسيط: Simple diffuse

فهناك مواد تذوب في الماء بسهولة وبذلك يكون من السهل مرور هذه المواد عبر الغشاء الخلوي ومواد غير متشابه ولا تختلط مثل الدهون والزيوت ومثل الهرمونات والغازات تمر أيضا بسهولة لأن 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 وهي 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 البلازمي فإن ذلك يتطلب قدر من الطاقة وهذه الطاقة يمكن الحصول عليها بواسطة انزيم أو اثنين ثلاثى الفوسفات (ATP) والذي يحدث أكسدة في الاجسام السباحية (Mitochondria) والذي غالبا ما يحدث في الخلايا العصبية والكلوية. بعض جزيئات المواد الكيميائية تستطيع المرور من خلال ثقب الغشاء البلازمي مثل الفورماميد والجليسرول واليوريا. وهذا يحدث في حالة مرور المواد في عكس تركيزها أى مرور المواد من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى وفي هذه الحالة تحتاج إلى طاقة في صورة ATP.

٥- الأذخال والأخراج الخلوي: Endocytosis and Exocytosis

معظم خلايا العضيات الخلية وعديدة الخلايا Unicellular or multicellular organisms تأخذ الطعام في صورة محاليل فعلى سبيل المثال في الحيوانات عديدة الخلايا فإن الطعام يهضم بواسطة الإنزيمات الهاضمة وامتصاصها بواسطة الأمعاء ومرور الجزيئات الممتصة إلى سوائل الجسم لداخلية مثل الدم والليف وغيرها وهذه المواد الغذائية تكون في صورة جزيئات مثل السكريات الأحادية، الأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية، والجليسرول، الفيتامينات وغيرها. وتر هذه المواد المختلفة من خلال الغشاء البلازمي بواسطة خاصية النفاذية والضغط الاسموزي والانتشار والانتقال النشط.

وتتأكسد المواد الغذائية جزئيا في السيتوبلازم وتكتمل الأكسدة تماما في الأجسام السباحية Mitochondria وأحيانا الغشاء البلازمي ويدخل في هضم بعض الجزيئات الكبيرة وهذه العملية تسمى الهضم الخلوي أو الدخول الخلوي Endocytosis (Gr., Endon = Within, kytos = Cell)

وهناك عملية عكسية أخرى تختلف عنها وهي الأخراج الخلوي (Exocytosis) وهي عملية اخراج الأفرارز الخلوي مثل الخلايا البنكرياسية التي تقوم بإفراز الإنزيمات خارج الخلية حسب طبيعة الغذاء أو المادة الخارجية.

أ- وينقسم الأذخال أو الهضم الخلوي Endocytosis إلى نوعين هما:

• التشرب الخلوي Pinocytosis

• البلعمة الخلوية Phagocytosis

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

وأول من لاحظ عملية التشرب الخلوي هو العالم انوارد والعالم لويس (Lewis) في عام (١٩٣١) في الأميبيا.

وفي عملية التشرب الخلوي، يقوم الغشاء البلازمي بعمل فجوات غشائية تحيط بالجزيئات أو الحبيبات الصغيرة الحرة في السائل الداخل إلى الخلية وتقوم هذه الفجوات بإبتلاع هذه المواد السائلة إلى داخل الخلية وهذه الفجوات المحاطة بالغشاء البلازمي تسمى Pinosomes وتقوم هذه الفجوات بعمل الوسيط في نقل هذه المواد السائلة إلى الجزء الأمامي من الخلية والتي تتحد مع الحبيبات الإفرازية 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 ميكروبينوسيتوسس وهذه الحويصلات أو الفجوات الصغيرة هي عبارة عن اندغامات من الغشاء البلازمي Invagination of plasma membrane نحو الداخل ويبلغ نصف قطرها حوالي ٦٥٠ أنجستروم. وهذه الحويصلات مفتوحة من كلا الطرفين الداخل والخارج حتى يمكن نقل أو توصيل الاقرازات أو السوائل من الحويصلة إلى داخل الخلية أو العكس وقد شوهدت هذه الحويصلات الصغيرة Micropinocytosis في الخلايا الاندوتلميم Endothelial cells وخلايا شوان Schawn في العقد العصبية والخلايا العضلية والخلايا الشبكية.

*البليعة أو الخلايا الآكولة Phagocytosis

وهي عملية تناول بعض المواد أو الجزيئات الصلبة الكبيرة ودخولها إلى داخل الخلية خلال الغشاء البلازمي. وعملية تناول هذه الحبيبات أو الجزيئات الكبيرة من المواد داخل الخلية تسمى بعملية البليعة phagocytosis

وجودها: Occurrence

وعملية البليعة أو التآكل Phagocytosis تحدث غالباً في الأوليات وبعض الحيوانات عديدة الخلايا وهذا النوع من الخلايا موجود ونشط في حبيبات خلايا كرات الدم البيضاء leucocytes وبعض الخلايا نو المنشأ الميزوبلاست والتي تسمى ماكروفاج Macrophage والجهاز الاندوتلميمي الشبكي Reticulo-endothelial والخلايا في المناطق المكونة لكرات الدم (مثل نخاع العظام والغدد الليمفاوية والطحال) أما الخلايا الاندوتلميمية endothelial cells والتي تبطن الجدار الداخلي للجيوب الدموية داخل الكبد والغدة الادرنالية Adrenal gland وهذه الخلايا الآكولة Macrophagi cells تستطيع ان تبتلع البكتريا وبعض الأوليات والخلايا المتفتته حتى بعض الحبيبات أو الغروية Colloidal particles بواسطة عملية البليعة أو الأكل Phagocytosis. (شكل ٢-٦)

عملية البليعة: Process of phagocytosis

في هذه العملية يحدث تواجد بعض الحبيبات أو الجزيئات الغريبة حول الغشاء البلازمي وتقرب منه ويقوم الغشاء البلازمي بعمل اندغام إلى الداخل يسمى الحويصلة Vesicles أو فجوة vacuole وهذه العملية تسمى بعملية التحوصل أو التجوف (Vacuolization) والغشاء الخارجي لهذه الحويصلة أو التجوف يسمى الغلاف الأكل Phagosomes ونتيجة هذا التجوف إلى الأمام ليتحد مع بعض الليزوسومات حيث توجد بعض الإنزيمات المحللة التي تقوم بهضم الغذاء داخل الحويصلة إلى حبيبات صغيرة سهلة الأمتصاص كمواد تشبه مواد السيترولازم وتدفع فيه أما المواد التي لم تهضم undigested food تطرد إلى خارج الغشاء البلازمي عن طريق عملية الطرد Ephagy أو الأخراج Egestion.

أنواع البلعمة Phagocytosis

١- البلعمة الدقيقة Ultraphagocytosis or Colloidopexy

وفيها يقوم الغشاء البلازمي بتناول أو إدخال الجزيئات الصغيرة الغروية
smaller colloidal particles

٢- البلعمة الكبيرة أو كروموبكسي Chromopexy

وفيها تقوم الخلية بتناول أو ابتلاع الجزيئات الغروية الكروموجينية وتسمى هذه
العملية بالكروموبكسي Chromopexy

ب - الإخراج أو الطرد: Exocytosis or Emeiocyctosis or cell vomiting

في بعض الخلايا مثل الخلايا البنكرياسية تقوم الفجوات التي تحتوى على الإفرازات المختلفة من
الانزيمات وتحرك من داخل الخلية إلى سطح السيتوبلازم حيث تتحد هذه الفجوات مع الغشاء البلازمي
وتخرج هذه المواد إلى خارج الخلية وهذه العملية تسمى بالإخراج أو الطرد أو القيء Emeiocyctosis or
exocytosis or cell vomiting

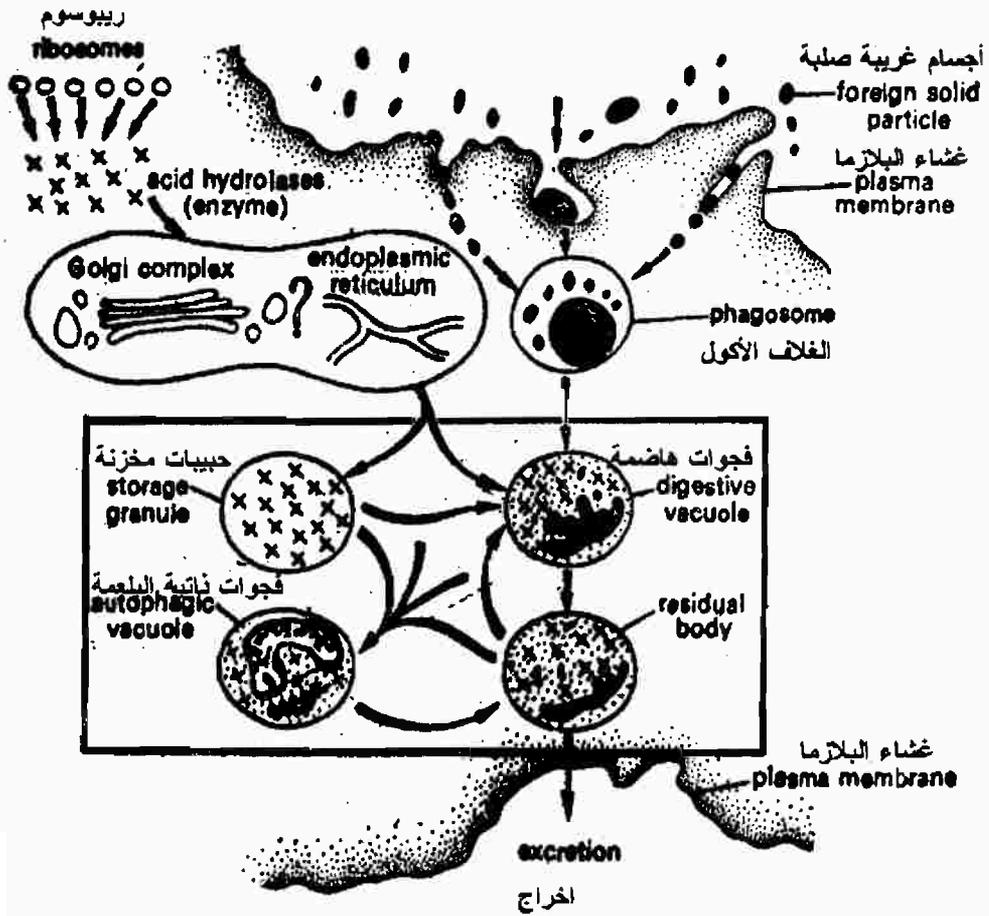
Microvilli الزوائد البروتوبلازمية

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

- وترى هذه الخمائل أو 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 ٦-٢)

الهيكل الخلوي Cytoskeleton

وهو يتكون من شبكة من القنيتات البروتينية protein tubules تتركب من مادة الأكتين وهذا النوع من البروتين هو المكون لهذه القنيتات والزوائد البروتوبلازمية أو الخملات المكونة لسطح الغشاء البلازمي وكل من القنيتات والخيوط filaments سواء من مادة الكرياتينين أو الألياف العصبية أو الألياف العضلية أساسيان في تكوين الهيكل الخلوي وهذه المكونات المسنولة عن المظهر والشكل الخارجي للخلية كما تساعد في عملية تنظيم وترتيب مكونات السيتوبلازم داخل الخلية وتدعيم الهيكل الأساسي لها. الأنيبيبات الدقيقة الموجودة في السيتوبلازم الموجودة في الجسم المركزي تؤدي إلى دعم الخلية.

ومن أهم الوظائف الأساسية لغشاء الخلية هي:-

- 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 التي يجعلها تختار من المواد والمركبات والأيونات وما تسمح له بالنفاذ خلالها سواء إلى الداخل أو الخارج حسب الاحتياجات الفسيولوجية للخلية ،

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

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

- يقوم بالحماية لجميع محتويات الخلية الداخلية

- يقوم بتدعيم والحفاظ على الشكل والهيكل الأساسي للخلية بما تحتويه من شبكة من القنيتات والأنبيبات والخيوط .

٢- السيتوبلازم Cytoplasm

وهو الوسط الداخلى للخلية الحيوانية والتي 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 وهي:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Endoplasmic reticulum (ER) | ١- الشبكة الإندوبلازمية |
| Golgi complex | ٢- جهاز جولجى |
| Mitochondria | ٣- الأجسام السباحية (الميتوكوندريا) |
| Ribosomes | ٤- الريبوسومات |
| Lysosomes | ٥- الاجسام المحللة أو الليزوسومات |
| Centrosome | ٦- الجسم المركزى |
| Nissl's granules | ٧- حبيبات نسل |

الشبكة الإندوبلازمية (ER) Endoplasmic reticulum

تتكون من مجموعة التجاويف المحاطة بأغشية رقيقة والتي يتصل بعضها ببعض لتكون شبكة متصلة داخل الخلية وتسمى هذه التجاويف بالصهارج Cisternae وهي أنبوبية الشكل وغير منتظمة وهي عادة ما تظهر كمجموعة تجاويف منفصلة مستديرة أو بيضاوية الشكل تحت الميكروسكوب الإلكتروني 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 وأنو (Fawcett and Ito) ١٩٥٨، العالم ثيري (Theiry) ١٩٥٨ والعالم روز والعالم بوميرت (Rose and Pomerat) ١٩٦٠.

Occurrence وجودها

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. وتحتوي 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 وهي:

١- تجاويف محببة طويلة متوازية أو صهارج تسمى Cisternae

٢- حويصلات Vesicles

٣- أنابيب Tubules

التجاويف أو الصهارج Cisternae

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

الحويصلات Vesicles

هي تركيب بيضاوي 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.

الأنايب: Tubules

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

التركيب الفوق خلوي: Ultrastructure

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

- غشاء داخلي وغشاء خارجي مكون من جزئيات البروتين وبينهما طبقة شفافة رقيقة من الفوسفوليبيد Phospholipids وتبقى الأغشية الإندوبلازمية على اتصال بالغشاء البلازمي وجهاز جولجي.
- تتميز الشبكة الإندوبلازمية بوجود التجاويف المملوءة بالإقراوات النشطة التي يمكن مرورها منها.

أنواع الشبكة الإندوبلازمية Types of Endoplasmic reticulum

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

١- الشبكة الإندوبلازمية الملساء أو غير المحببة:

A granular or smooth endoplasmic reticulum

ويحتوي 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 غني بها. ، وتتصل هذه الشبكة بغشاء الخلية من الخارج وبالغشاء النووي من الداخل عن طريق وصلات بين خلوية كما في شكل (٧-٢)

٢- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو المحببة:

Granular or rough endoplasmic reticulum

يحتوي 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 الإندوبلازمية 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 الكروموفيه أو أجسام نسل

Ergastoplasm, Basiophilic bodies, Chromophilic substance or Nissl bodies

وتحتوى الشبكة الإندوبلازمية في بعض الأحيان على ثوب 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:

- الاستريزيمات المختلفة مثل:

NADH-cytochrome c reductase, NADH diaphorase glucose-6-phosphatase and Mg⁺⁺ activated ATPase.

- بعض الإنزيمات مثل ثنائي الفوسفاتيدات النيكوتيدية

Nucleotide diphosphate

والتي تدخل في تخليق كل من الفوسفوليبيد والحامض الاسكروبيط

phospholipids, Ascorbic acid, gluconide steroids

ومن أهم وظائف هذه الإنزيمات هي:

- تخليق الجلسريدات Glycerides وثلاثى الجلسيريدات Triglycerides والفوسفوليبيد Phospholipids

- تخليق الأحماض الدهنية Synthesis of fatty acids

- تخليق الاسترويدات Biosynthesis of the steroids مثل الكلسترول والاسترويدات الستيرويدية.

- تخليق حامض الاسكروبيك L-ascorbic acid synthesis

أهم الوظائف الخاصة لهذه الشبكة:

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

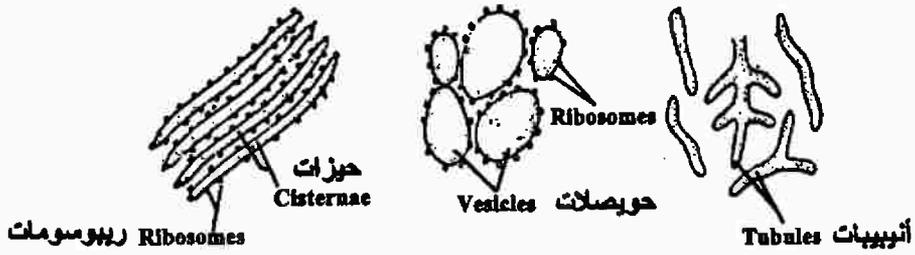
- تسمح بتبادل الجزيئات من وإلى داخل الخلية عن طريق عبورها من خلال الثغرات أو الفتحات التي توجد به بواسطة الضغط الاسموزي أو للنشاط النقلي لهذه الأغشية.
- تحتوى الشبكة الإندوبلازمية على عدد كبير من الإنزيمات التي تشارك في كثير من العمليات الحيوية والتخليقية في الخلية.
- وتعمل الشبكة الإندوبلازمية كنظام أو وسيلة ناقلة نشطة فمثلا
Golgi membrane → lysosomes or secretory Granular ER → Agranular ER → granules
- وتعمل الشبكة الإندوبلازمية كوسيلة ناقلة للنبضات المختلفة بين الخلايا

Conduct intro-cellular impulses

مثل:

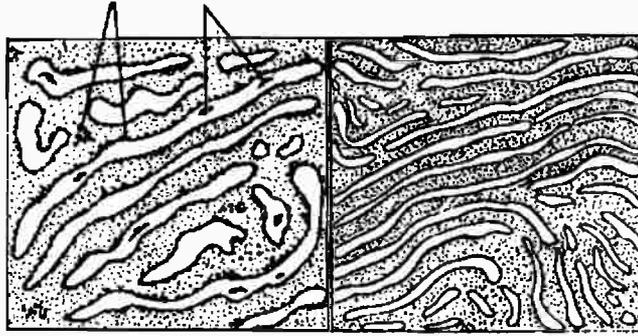
Sarcoplasmic reticulum transmits impulses from the surface membrane into the deep region of the muscle fibres.

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



Different Components of Endoplasmic Reticulum.

محتويات بين الفراغات Intracisternal inclusions محتويات بين الفراغات
Ribosomes ريبوسومات



Rough الخشن

Smooth الناعم

Endoplasmic Reticulum.

الغشاء الإندوبلازمي

شكل رقم (٧-٢)

جهاز جولجي: Golgi complex

ومن أهم العضيات الخلوية التي تقوم بتخليق السكريات العديدة والبروتينات والإفرازات المختلفة والإنزيمات بأنواعها هو جهاز جولجي في سيتوبلازم الخلية الحيوانية والنباتية. وهو عبارة عن أغشية على شكل قنيات مقلطحة متوازية طويلة وأكياس صغيرة sacs تصبغ بواسطة أملاح الفضة ورباعي أكسيد الأوزميوم وأول من لاحظ وجود هذا الجسم هو العالم كاميلو جولجي ١٨٩١ في الخلايا العصبية في القطط. وهناك عدة تسميات لجهاز جولجي فهو يسمى أيضا

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

وفي الخلية النباتية واللافقاريات الدنيا يسمى جولجي Golgi body أو ديكيتيسوم Dictyosome

وجوده Occurrence.

يوجد جهاز جولجي في معظم الخلايا ذات الأنوية الأولية مثل البكتريا والطحالب الخضراء وبعض الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells مثل بعض الطحالب fungi والخلايا الدم الحمراء في الحيوانات ومعظم الخلايا الحيوانية.

التوزيع Distribution

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

الشكل Morphology

يتكون شكل جهاز جولجي في الخلية الحيوانية والذي يبلغ طوله ١-٢ ميكرون وارتفاعه ٥، ميكرون من قرصي الشكل disc-shaped ويتكون من:

١- عدد من التجاويف أو الحويصلات الكبيرة Plate-like compartments أو تسمى العوارض

Cisternae

٢- شبكة جانب من الأنابيب المتصلة ببعضها البعض

Peripheral network of interconnecting tubules

٣- حويصلات جانبية تحيط بالعوارض تسمى الحويصلات الصغيرة وفجوات جولجي

Vesicles and golgian vacuoles

وتحت الميكروسكوب الإلكتروني يتركب من ثلاثة أجزاء هي:-

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

٢- عدد من التجاويف أو الحويصلات الكبيرة المستديرة Secretory vesicles

٣- مجموعة من التجاويف أو الحويصلات الصغيرة Microvesicles

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

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 كوث 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 وهي 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 ميكرون $6 \mu m$.

وفي 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 وفي 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 ٥-١ ميكرون متقبه fenestrated وفي 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

وهي عبارة عن حويصلات صغيرة متصلة بالأنابيب حول المنطقة 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

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

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.

- فـجـهـاز جـولـجـى يـحـتـوى عـلى الفوسفوليد Phospholipids مثل سيفالين وليسن (e.g., Cephalin & Lecithin) والبروتينات والإنزيمات، الفوسفاتيز الثلاثية والثنائية ADPase, ATPase, CTPase والثيامين بروفوسفاتيز، السيتوكروم NADH-cytochrome C - reductase السيتوكروم الفوسفاتى NADPH-cytochrome C reductase والسكر السداس الفوسفاتى glucose-6-phosphatase وبعض الفيتامينات والأحماض الدهنية وغيرها.

الوظيفة: Function

- وظيفته هو عملية تكوين المواد الإفرازية وتجهيزها packaging وتصديرها أو إخراجها من السيتوبلازم إلى خارج الخلية عن طريق الغشاء البلازمي بواسطة خاصية التشرّب pinocytosis.
- ومن أهم هذه الوظائف هي تكوين الحويصلات الإفرازية لعمل الإنزيمات digestive enzymes.
 - تكوين الجسم القمي للحيوان المنوي الذي يحتوي على الإنزيمات المحللة لغشاء البويضة مثل الهيليرودينيز او ماشبه التريسن
 - ذات أهمية كبيرة في إفراز بعض الإنزيمات والهرمونات.
 - يختص بإنتاج العصارة الصفراوية والمواد المخاطية ولذلك فإن أجهزة جولوجي تكثر جدا في الخلايا الإفرازية في المعدة والأمعاء والكبد وغيرها .

الأجسام السباحية (الميتوكوندريا) Mitochondria

أول من لاحظ الأجسام السباحية هو العالم كوليكر 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 بالألترين 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 هوجيوم Hogeboom توضيح أهمية الأجسام السباحية على أنها هى المركز الأساسى فى تنفس الخلية Cellular respiration وفى عام ١٩٥٧ استطاع العالم شيفرمونت Chevremont أن يتوقع وجود جزيئى د ن أ (DNA) فى الأجسام السباحية وفى عام ١٩٦٣ استطاع العالم ناس Nass مشاهدة وبرهنه وجود جزيئى د ن أ DNA فى الأجسام السباحية

وعلى ذلك فإن للأجسام السباحية عدة أسماء وهى كالتالى:

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

الشكل Morphology

العدد Number

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

الحجم: Size

يختلف حجم الأجسام السباحية من خلية إلى أخرى فهو يتراوح من ٢,٠٢ ميكرون وطولها يتراوح من ٣ - ٤٠ ميكرون فمثلا الخلايا البكتيرية في الثدييات يبلغ طول الأجسام السباحية ١٠ ميكرون وفي 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 خارجي Outer membrane وغشاء داخلي Inner membrane ويبلغ سمك كل منهما حوالي ٦٠-٧٠ انجستروم.

وكلا الغشائين الداخلي والخارجي يتكون من جزيئات من البروتين يتراوح سمكها من ٢٠-٢٥ انجستروم من الطرفين وفي الوسط يبلغ السمك حوالي ٢٥ انجستروم من طبقتين من الدهون lipids ويفصل بين الغشائين غشاء بيني يسمى

Inter membrane space called outer compartment or perimitochondrial space of 60-80 Å°.

يبلغ عرضه حوالي ٦٠ - ٨٠ انجستروم ويحيط الغشاء الداخلي بمعظم الحجات والمكونات الداخلية للأجسام السباحية ومنها الوسط الداخلي لها matrix.

والوسط matrix يحتوى على الدهون والبروتينات، وجزيئات دن أ الدائري circular DNA molecules، ٧٠ أس (70s ريبوسوم Ribosomes) وبعض الحبيبات التي لها القابلية لتجميع وتخزين الأيونات وانتقال الماء خصوصا في خلايا الانبيبات الكحولية والخلايا الطلانية والامعاء وغيرها.

والغشاء الداخلي Inner membrane يحتوى على امتداد خارجي Outer Perimitochondria cytosol or c face towards نحو المنطقة الداخلية المحيطة بالغشاء الداخلي Inner matrix or M face نحو الوسط Matrix ويزيد الغشاء الداخلي المساحة الداخلية له بتكوينه ثنيات وإنزيمات البويبه تسمى عوارض الأجسام السباحية Mitochondrial crest or Cristae mitochondriales والتي تخترق وسط الأجسام السباحية.

الجدار الداخلي لتحت الوحدة او الوحدات الأساسية:

Inner membrane subunits or elementary particles

تحت التكبير العالى للميكروسكوب الإلكتروني يظهر الجدار الداخلي للأجسام السباحية من وحدات أو جسيمات صغيرة مثل كرات التنس يبلغ نصف قطرها حوالي 70-100 أنجستروم وهى حبيبات منتظمة على مسافات ثابتة تبلغ 100 أنجستروم وتتصل هذه الحبيبات أو الكرات الثابتة المسافة وبين الجدار الداخلي بواسطة ساق أو عصا قصيرة يبلغ طولها من 15-50 أنجستروم ويبلغ عددها من 10-10 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 65-70% من البروتينات 20-30% من الدهون ، 5% من ر ن أ (RNA) وكمية صغيرة من د ن أ (DNA) وتحتوى الأجسام السباحية على 90% من الفوسفوليد (مثل الليثين lecithin، سيفالين cephalin) 5% أو أقل من الكسترول، 5% من الدهون الحرة وثلاثى الدهون والجدار الداخلي للأجسام السباحية يحتوى على كمية كبيرة من الفوسفوليد Cardioliipoprotein and phospholipids.

The enzymes of mitochondrial bodi666es

إنزيمات الأجسام السباحية:

تحتوى الأجسام السباحية على حوالى اكثر من 70 نوع من الإنزيمات والإنزيمات المساعدة.

وتتوزع هذه الإنزيمات فى الوسط matrix والجدار الداخلى والخارجى للأجسام السباحية.

وهذه الإنزيمات هى:

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

الإنزيمات الاحادية المؤكسدة:

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

٢- إنزيمات الغرفة الخارجية للأجسام السباحية:

The enzyme of outer mitochondrial chamber

Adenylate kinase nucleoside وهي ادينيلات كينيز

٣- إنزيمات الغشاء الداخلى للأجسام السباحية

The enzymes of inner mitochondrial membrane

ومعظم هذه الإنزيمات هي 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 في وسط الأجسام السباحية وهي

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 هي:

- الأكسدة وعمليات التنفس في الخلية ونتاج الطاقة.

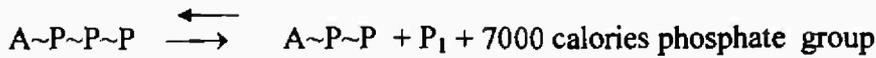
Oxidation, dehydrogenation, oxidative phosphorylation and respiratory chain of the cell.

- معظم السكريات والدهون تتأكسد إلى ثنائي أكسيد الكربون والماء. وينتج عنها طاقة كبيرة نتيجة لوجود

ATP إنزيمات الفسفرة ثلاثي ادينيزوزين فوسفات (ATP) Adenosine Triphosphate

حيث أن الأجسام السباحية هي بيت الطاقة (Power House) ويوجد ثلاثي أدينيزوزين ثلاثي

الفوسفات بهذه الصورة



في هذا التفاعل السابق نتج عن انكسار الرابطة الثلاثية لثلاثي الأدينين هذه الطاقة ٧٠٠٠ كلورى

وحدث طاقة والطاقة الناتجة من الرابطة الكيميائية لإنتاج الطاقة ٣٠٠ كلورى من وحدة الطاقة. وهناك

أنواع أخرى لإنتاج الطاقة مثل

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

الريبوسومات Ribosomes

والريبوسومات هي عبارة عن حبيبات صغيرة مركزية كروية أو مدورة الشكل من الريبونيكليوبروتين Ribonucleoprotein وهي موجودة حرة داخل وسط السيتوبلازم أو الاجسام السباحية أو متصلة بالأغشية الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum. وهي موجودة في معظم الخلايا الحقيقية والأولية كمصدر أساسي لتخليق البروتينات وسلسلة الببتيدات العديدة polypeptide chain.

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

وجوده وتوزيعه Occurrence & Distribution

يوجد الريبوسوم في 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 الجزيئي له 2.7×10^6 دالتون وأحجامة تحت الميكروسكوب الإلكتروني للجزيئات الجافة من ٧٠ أس (70S Ribosomes) هو $170 \times 170 \times 200$ أنجستروم طبقا لما وجده العالم أستير في عام ١٩٥٩ والعالم هكسلي Huxely وزويى Zubay في عام ١٩٦٠.

٢- نوع ٨٠ أس (80S Ribosomes)

وهو يبلغ من الوزن الجزيئي 40×10^6 دالتون وهذا النوع من الريبوسوم موجود في الخلية الحيوانية الحقيقية.

تركيبه: Structure

وهو تركيب كروي يبلغ نصف قطره حوالي ١٥٠ - ٢٥٠ أنجستروم وهو منقّب ويكتسب الماء وهو مكون من تحت وحدتين :

- واحدة من هذه تحت الوحدة subunit نو حجم كبير يشبه الدوم بينما الأخر صغير الحجم يوجد فوق تحت الوحدة الكبيرة على شكل تركيب يشبه الطاقية 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 اثنتين تحت وحدة ٦٠ أس (60 S)، ٤٠ أس (40 S).

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

- أما النوع الآخر ٤٠ أس (40 S) هو النوع تحت الوحدة الأصغر في 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 في الوسط، كل من هذه في الوحدات تتفصل عن بعضها البعض.

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

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

التركيب الريبوسومي بالميكروسكوب الإلكتروني:

في عام ١٩٦٧ تمكن العالم نانجا مشاهدة تحت الوحدة ٥٠ أس (50 S) من الوحدة ريبوسوم ٧٠ أس (70 S) والذي يأخذ الشكل الخماسي pentagonal وذو الجزئيات المتماسكة والذي يبلغ ١٦٠-١٨٠ أنجستروم.

- في داخل تحت الوحدة توجد مسافة دائرية حوالي ٤٠-٦٠ أنجستروم وقد تمكن العالم فلورندو عام ١٩٦٨ من مشاهدة وجود مسافة شفافة متقبة في تحت الوحدة ٥٠ أس وهذه الثقوب لاتسمح بمرور الأنزيمات المحللة أو إنزيمات الريبونيكليز enzyme ribonuclease وقد شوهدت هذه الفتحات أن الثقوب في تحت الوحدة ٦٠ أس من الوحدة ٨٠ أس 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 الكيميائي: Chemical structure

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

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

فمثلا فى حالة الريبوسوم ٧٠ أس 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 انتيميا 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 فى 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 L₃₅ to L₁) يتراوح بين 9000 to 22000.

بروتينات إنزيمات الريبوسوم Ribosomal enzymatic proteins

- معظم بروتينات الريبوسومات تعمل كأنزيمات وتعمل كأنزيمات 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 البائدة Initiation factors

فى معظم عمليات تخليق البروتين توجد أنزيمات معينة مثل ف_١، ف_٢، ف_٣ (F₁, F₂ & F₃) تبدأ فى عملية تحفيز وتنشيط عملية تخليق البروتين وهى تسمى العوامل البائدة أو الأولية.
- العوامل الانتهاية terminal factors وهى بروتينات تسمى ر_١، ر_٢ تؤدي إلى إخراج وانتاج سلسلة من عديد الببتيدات من الريبوسومات بعد الإنتهاء من الترجمة.

* الاجزاء المعطلة أو الليزوسومات Lysosomes

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

ومنشأ الليزوسومات Origin of lysosomes

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

وجودها :- Occurrence

هو موجود فى معظم الخلايا الحيوانية والنباتية. وان معظم الخلايا الحيوانية خلايا إفرازية مثل الخلايا البنكرياسية للكبدية 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 الأنبيبات الكلوية ومثل الخلايا الأكلية 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 الإنزيمات هي:

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 في الخلية العادية وهناك بعض المواد الكيميائية التي تجعله أكثر ثباتاً مثل الكليسترون والكورتيزون ، والكلوروكسين والعكس من ذلك بان هناك مواد تؤدي إلى إثارة الغشاء وخروج المحتوى الإنزيمي 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 الأكله أو الوحدة الليزوسومية Autophngic vacuole or cytolysosome

١- الليزوسومات الأولية Primary lysosomes

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

٢- الليزوسومات الثانوية: Secondary lysosomes

وهي عبارة عن الفجوات الهاضمة digestive vacuoles أو heterophagosomes أو الفجوات الأكله المتغيرة. فعندما تتغذى الخلية على مواد خارجية أو داخلية بواسطة بروتات أو امتدادات بروتوبلازمية لهذه الفجوات من الغشاء البلازمي وامتدادته فإن هذه المواد يتم هضمها داخل هذه الفجوات وتسمى هذه الفجوات الأكله باسم phagosomes أو تسرب أو تظل السائل داخل الفجوات يسمى pinosomes واتحاد هذه الفجوات أو الأغشية مع الأغشية الأولية التي سبق ذكرها تسمى الأغشية الثانوية Secondary lysosomes or Heterophagosomes

أو الفجوات الأكله المتغيرة Heterophagosomes

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

Residual bodies

الأجسام المتبقية:

بعد عملية الهضم الإنزيمي بواسطة الأغشية اللثوية المتبقية من الجزيئات أو المواد الغير مهضومة والبقايا المختلفة من الأغشية اللثوية تسمى الليزوسومات المتبقية والثانوية باسم الأجسام المتبقية أو الأثرية - معظم هذه الأثار من الأغشية المتبقية debris هي غالبا ماتكون من الدهون lipid وتطرد إلى الخارج عن طريق الأخراج الخلوى exocytosis وقد تبقى بعض هذه المواد المختلفة كمواد مساعدة لبعض العمليات الحيوية فى الخلية.

- وقد يكون تكوين هذه المواد نتيجة لخلل فى بعض الإنزيمات فى الليزوسومات والتي قد تؤدي إلى حدوث حوالي ١٢ نوع من الأمراض الهستوباثولوجية فى الإنسان مثل الحمى fever والأحتقان أو التهاب الكبدى الوبائى hepatitis وغيرها من الأمراض.

Autophagic vacuoles

الفجوات التلقائية الأكله:

يظهر هذا النوع عندما تتغذى الخلية على العضيات لحيه الموجودة بين الخلايا مثل الأجسام للسباحية (الميتوكوندريا) والأغشية الإندوبلازمية بواسطة البروزات الناتجة من الفجوات التلقائية الأكله Autophagy. حيث ان لليزوسومات اللبثوية الموجودة تتركز حول العضيات لحيه فى الخلايا وتؤدي إلى هضمها. ودائما وجود الفجوات الأكله Autophagic vacuoles يكون مرتبط بوجود بعض الامراض الهستوباثولوجية والفسيولوجية. وقد لاحظ ذلك كل من العالم مندى دوف ١٩٦٧ (C. De. Duve) والعالم أليسون (Allison) ١٩٦٧ عندما تم تجويع starvation بعض العضيات ، ظهر العديد من الفجوات الأكله Autophagic vacuoles فى الخلايا الكبدية وتغذت على المحتويات للخلوية.

Function of lysosome

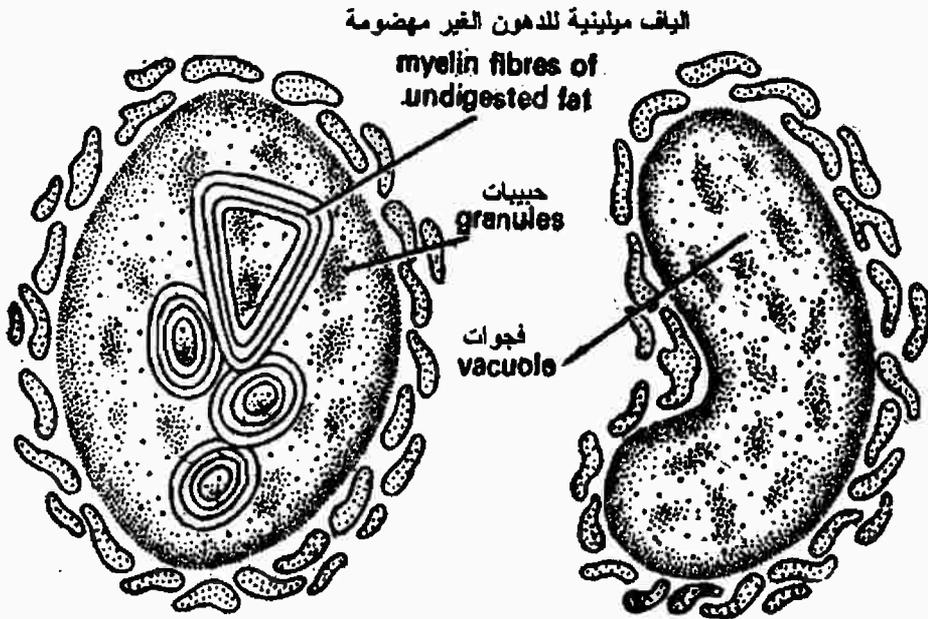
وظائف الليزوسومات:

- هضم الكثير من الجزيئات او الحبيبات خارج للخلية مثل - الكرات الدم البيضاء على أى جسم غريب أو فيروس للبكتريا يدخل الجسم

Digestion of large extracellular particles

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

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



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

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

Centrosome *الجسم المركزي*

ويقع بالقرب من النواة وبه نقطتان مركزيتان تسمى الحبيبتان المركزيتان Centriols يحاطا من الخارج بغشاء مركزي التي تنشأ منه الأشعة النجمية في بداية إنقسام الخلية وتظهر هذه الحبيبة المركزية تحت الميكروسكوب الإلكتروني على هيئة جسم إسطواني يحتوى جداره الخارجى على مجموعة من الأنابيب الدقيقة منتظمة في تسع مجموعات تتكون كل مجموعة من ثلاث أنابيب في اتجاه المحور الطولى لهذا الجسم ومن أهم وظائفه أنه يساهم في عملية انقسام الخلية كما في شكل (٢-١٠).

الحبيبة المرکزية والأجسام القاعدية

Centrioles & Basalbodies

يحتوى سيتوبلازم الخلايا الحقيقية Eukaryotic cells على عموديين إسطوانيين الشكل cylindrical rod-shaped وانبيبات 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 وهي بعيدة عن الأجسام السباحية والريوسومات وهي موجودة 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 والآخر طويل ويبلغ ٨ ، ميكرون كما أوضح العالم فولنتن ١٩٧١ .

- الجدار الاسطواني للحبيبة تحت الميكروسكوب الإلكتروني يتركب من ٩ أنابيب ثلاثية الأنابيبات متساوية البعض بينهما. وتتركب هذه الأنابيبات على شكل مروحة صغيرة بزواوية ٤٠ درجة لكل ريشة منها أو نصف القطر للاسطوانه وهذه الأنابيبات الثلاثة triplets هي المكونة لجدار الأسطوانه وهي غير متميزة من بعضها البعض ويبلغ نصف القطر لكل انيبوبه منهم ٢٠٠-٢٦٠ أنجستروم وهذه الأنابيبات الثلاثة متوازية لبعضها البعض وللمحور الأساسي أسطواني.

الأنابيبات 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 الأنابيبات الصغيرة تحت الميكروسكوب الإلكتروني أنها تتركب من جدار اسطواني يبلغ سمكه حوالي ١٥٠ أنجستروم يحيط بفرغ مركزي يبلغ نصف قطره حوالي ١٠٠-١٥٠ أنجستروم و هذا الجدار يتكون من تحت وحدات Subunits تبلغ حوالي ١٣ متصلة ببعضها البعض بجسور عرضية بين الأنابيبات المتلاصقة أو المتجاورة Adjacent microtubules. والتركيب الكيميائي لهذه الأنابيبات معظمه واحد وهو يتكون من الجزئيات المتبلرة من التيبولين Polymerization of molecules of tubulin وتثنائي البروتين adimer protein ووزنه الجزيئي يصل ١١٠,٠٠٠.

يمكن لهذه الأنابيبات التي تتحرك من قطب إلى آخر أو من قطب إلى كروموسوم أثناء عملية الانقسام الخلوي و تكوين خيوط المغزل و التي تتصل أو تتمسك من الطرف الأخر بواسطة الكينيتوكوريسا Kinetochores وتتماسك الأنابيبات 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 أطوال هذه الأنابيبات ووجودها داخل الخلية يعمل علي أن تكون من ضمن الدعائم القوية لهيكل الخلية و حمايتها و إبقاء الشكل الثابت المميز لها cytoskeleton. وهذه الأنابيبات توجد أيضا في تكوين الأهداب والأسواط المحركة للخلايا و التي تنتظم و تخصص في وظائف معينة.

التركيب : Structure

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

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

والجسم القاعدي مشق أساسا من الحبات المركزية Centrioles .
وأيضا أنابيبات الجسم المركزي Centrioles يتكون من تسع أنابيبات ويوجد الجسم المركزي فوق النواة أثناء الإقسام الخلوي الي حبيبتين مركزيتين وتوجه كل واحد نحو أحد القطبين لعمل اتصال خيوط المغزل بها حتى تتم عملية الإقسام الخلوي .

الخطيطات أو الخيوط الصغيرة : Microfilaments

وهي أصغر قليلا من الليفات 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 صغيرة 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 الألية يؤدي الي تغير شكلها ودائما توجد في حزم حول الغشاء الخلوي . كما أن حركة الخلايا و بين الخلايا كلها تعتمد علي الأنابيبات.

كل من الخلايا حقيقية للنواة 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 الأنبيبات و متصلة بالجسم القاعدي (٠+٩) بواسطة تيوبولين tubulin هو البروتين الأساسي له، ولا يوجد أنبيبات في الخلايا الأولية .

و الأنبيبات و الأهداب و الأسواط تلعب دوراً هاماً في حركة الخلايا و بنائها و شكلها و تكوين خيوط المغزل في الخلايا ذات الأنوية الحقيقية (Eukaryotic cell) .

التركيب الكيميائي: Chemical composition

تتركب الأنبيبات الخاصة بالحببية المركزية من البروتين و التيوبولين tubulin مع جزيئات من الدهون lipid molecules كما أشار إليه العالم فولتون (١٩٧١) و تحتوي الحببية المركزية على نسبة عالية من الإنزيمات الفوسفاتيزية ATPase enzyme

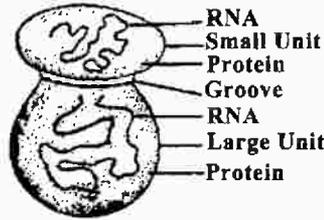
* حبيبات نسل Nissl's granules

وهي توجد في الخلايا العصبية فقط وهي على شكل عصي أو حبيبات صغيرة داخل السيتوبلازم وهي تتكون من مواد بروتينية و من حامض الريبوز النووي وهي تقوم بتخزين كميات من الأكسجين أو الطاقة لحين الاستخدام .

ب- المحتوى السيتوبلازمي الغير حي Cytoplasmic Inclusions وهي تتمثل في :-

- مخزون غذائي من البروتينات و السكريات و الدهون
- إفرازات مختلفة من أنزيمات و هرمونات و خلافة
- صبغات داخلية مثل الهيموجلوبين و صبغات خارجية مثل الكاروتين
- أملاح مثل الحديد و الرصاص و غيرها .

عضيات الخلية CELL ORGANOIDS



A RIBOSOME ريبوسومات

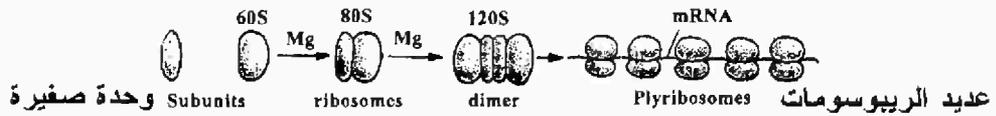
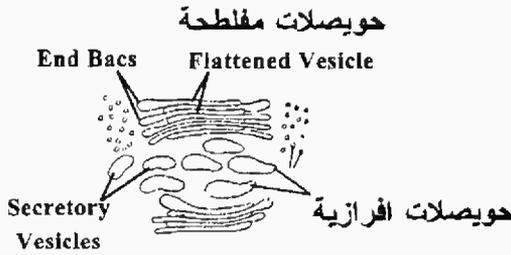
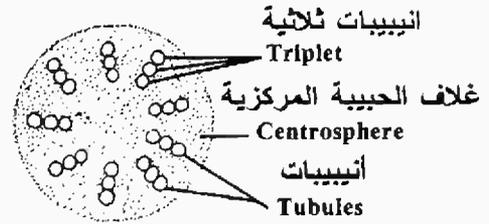


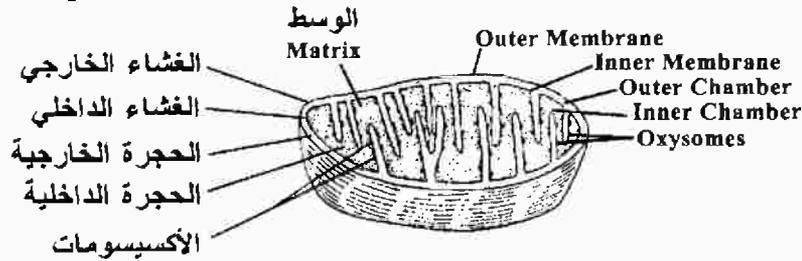
Diagram of The Subunit, Structure of the Ribosome and The Influence of Mg^{++} ions (after De Robertis *et al.*, 1970)



GOLGI COMPLEX
جهاز جولجي

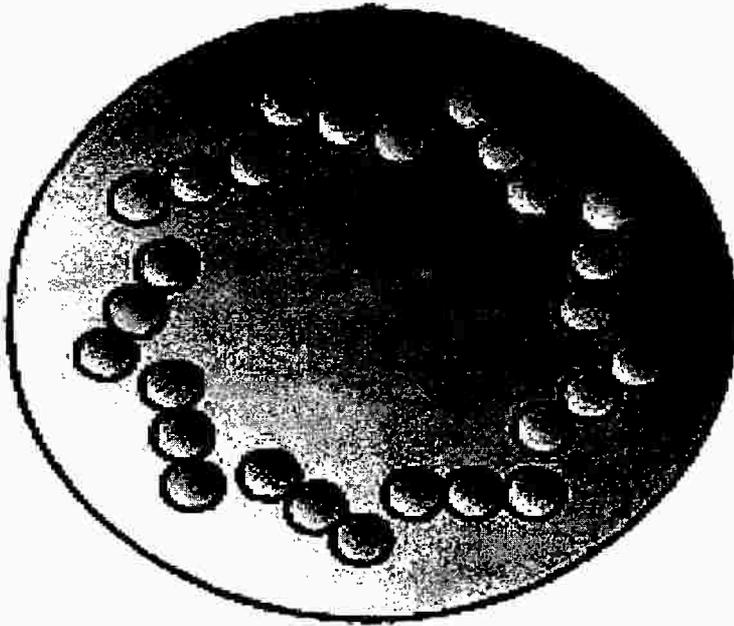
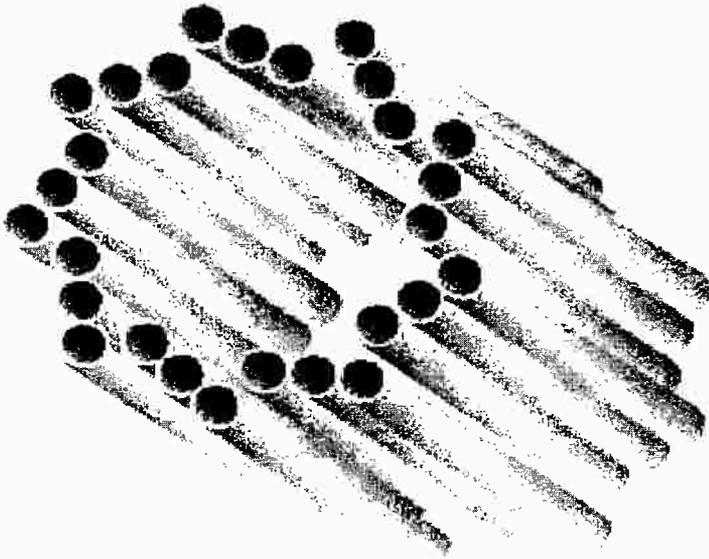


SECTION OF A CENTRIOLE.
الحبيبة المركزية



A MITOCHONDRION
الجسم السباحي (الميتوكوندريا)

شكل رقم (١٠-٢)



شكل رقم (١١-٢)

النواة Nucleus

- يحيط بها غشاء نووى karyotheca or Nuclear membrane وأهم ما يتميز بها غشاء النواة بأن لها خاصية النفاذية Selective Permeability التي 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 Nucleoplasma

وتشمل النواه ومحتوياتها من سائل نووى وشبكة كروماتينية ونووية وهي عديمة اللون وتملاً حيز النواة

الشبكة الكروماتينية Chromatin net

وهي المكونة لنواة الخلية كما في شكل (٢-١١). وهي تتركب من شبكة من الخيوط المزدوجة مصنوعة من DNA بصفة أساسية وتتقطع هذه الخيوط أثناء الانقسام الخلية منتجة العصى أو الصبغات الوراثية المعروفة باسم الكروموسومات Chromosomes التي تحمل الصفات الوراثية أو الحبيبات ويختلف عدد الكروموسومات من حيوان إلى آخر ففي الاسكارس ٢- والذباب المنزلية ١٢ والصفدعة ٢٦ والإنسان ٤٦ (٢٣ زوجاً) وهذه الأرقام زوجية Diploid number بينما يوجد العدد الفردى في 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 في خلايا الاناث فقط وتستخدم هذه الظاهرة حالياً في التعرف على جنس الجنين وهو فى بطن أمه.

البلازما النووية أو النيكلوبلازم Nucleoplasm

وهى أبسط تركيباً من السيروبلازم وتتفصل منه بغشاء نووى ويحتوى فى باطنه على السائل النووى الذى يملئ فراغ النواه ويحتوى على العديد من المواد الغذائية .

النوية Nucleolus

وقد توجد 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 ريبونوكليوتيد رن ا وهو الحامض النووى ريبوزى و متحدة مع بعض البروتينات القاعدية مثل الهستونات والبروتامين ويتكون من ثلاث صور هى - رن ا الرسول - رن ا الناقل - رن ا الريبوسومى . RNA is made up from the ribonucleotides of

أدينين - سيتوسين وجوانين - يوراسيل

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

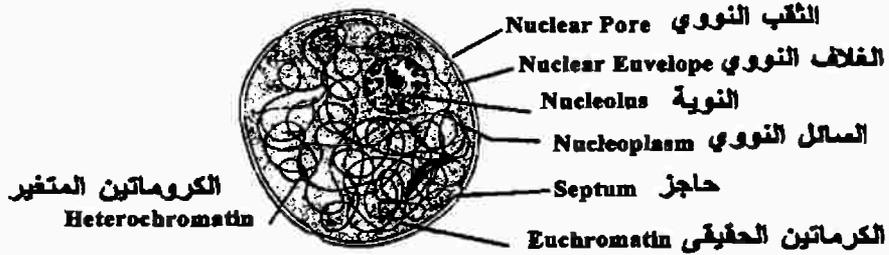
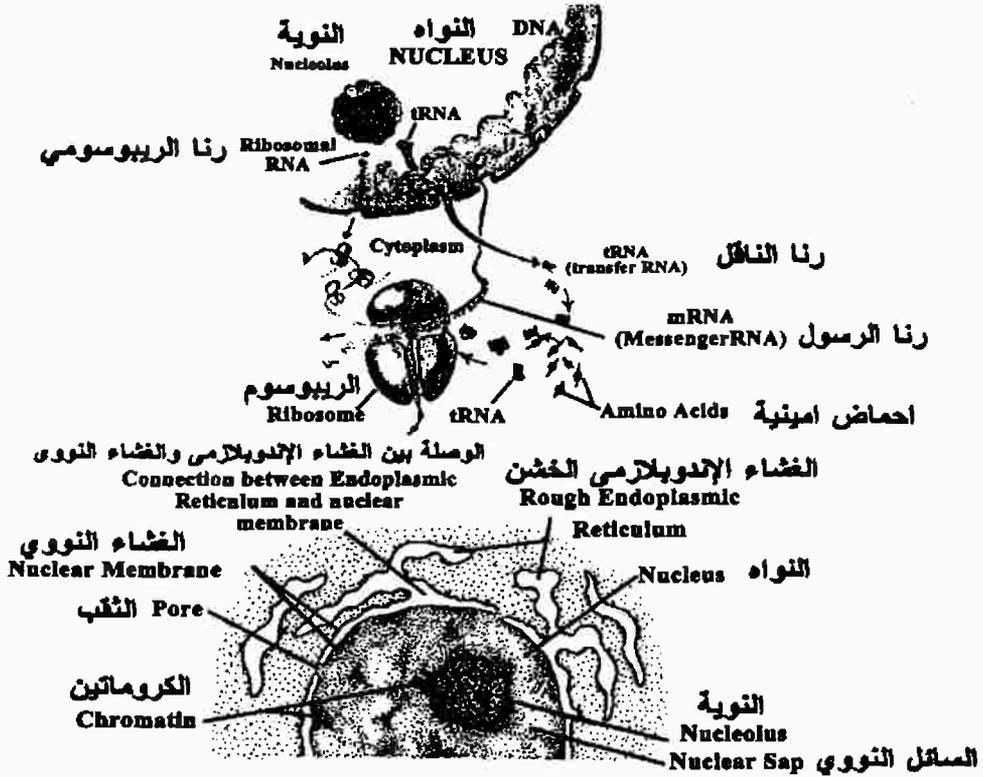
(G-U) Guanine (G) uracil (U)

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



Structure of a metaphase nucleus.

شكل رقم (٢-١١)