

« عام، كلياً »

1- تعريف الكلية 2- خواص الكلية

1 تعريف كلية :- من الصعب جداً وضع تعريف دقيق للخاتمة حيث
لأن أي تعريف للكلمة هو أيضاً محاولة لتعريف الكلية أو
أن كلية هي امزوجة المادة كمية يمكنها البقاء والاستمرار في كيانها
غير مبدية. فالكلمة تعتمد في تعويض المواد التي تستهلكها دائماً على
التي تحل محلها من الكمية. كما تعتبر كلياته امزوجة للمادة ككية كما
تولد دائماً غير انه في الالهة المتعددة كلياته ليست حل كلياته

انه ما يمكن كلياته المبدية للمادة ككية عن الفيروسات (الواضح) التي
حياته صفة انتكاش وابتاع النوع، هي ان الفيروسات لا تظهر
اكوام في محيط غير حي، بل تحتاج الى بيئاتها - داخل خلايا ملاحظة
صفاتها بالمادة ككية. اما راسخ قتل" تختلف عن البيئات الاخرى
ان تتناثر وتنتشر في محيط حلول غذائي بسيط.

وفي النتيجة فقد عرفت الكلية من جهة اخرى بأنها -
كتلة من البروتينات تخترق على نواة او اكثر (او كاد
على نواة في دورها احوارها او تحويها) مما طه بغداد و
النواة فقد خرد ان خلايا قتل اقران الدم الحمراء لا تحتوي على نواة
كانت قبل ظهورها تحتوي على نواة فعالة هذا من ناحية، ومن
وان خلايا من الناحية الباطنية العام تصنف ان خلايا ما قبل نواة (cells)
التي تتلوا الكثير من انواع الحياء البدائية ومبدية كلياته كالتوالي
فهذه خلايا تفتقد الى الغلاف النووي والمادة النووية فتتشرع في
ولا تتميز كترتيب محدود. اما النوع الثاني الذي تعتبره كلياته النوى

2- الخواص الفسيولوجية للخلية (كما قيست عند الأحياء وحيدة الخلية)

1- التنبه Irritability / وهي قدرة الخلية على اكتسب نتيجة تآثرها بالمحفزات كما هو الحال في الحشرات كإدراك الحرارة في كخط فراش الحشرات كتنبيهها أيضا آلية وفيزيولوجية كالضوء والتهاب كهربائي - الخ وكذلك قدرة الخلية على الاستجابة للمحفزات وفي الأحياء متعددة الخلايا تتطور هذه الخاصية وفي بعض الخلايا تطورا كبيرا.

2- التوصيل Conductivity / إن ووجهة التحريك الناتج من تآثر المحفز في نقطة معينة تنتقل على سطح الخلية أو للأجزاء الأخرى وفي بعض الخلايا تطورا كبيرا في كل الخلية العصبية.

3- قابلية التقلص (Contractility) / ويتجلى ذلك في انكماش الخلية تقصير أطراف معينين استجابة للإحساس معين وهذه خاصية وتطوره إلى أقصى حد في كل الخلية التي تؤدي بوجود هذه الخاصية إلى إنجاز العمل الذي للجسم.

4- الأختصاص والامتصاص (Absorption and Assimilation) /

وهو أخذ المواد لغذائه واستيعابها من كبد وكويك في مواد بناءه أو تحرير الطاقة.

5- الإفراز Secretion / وتظهر هذه الخاصية في بعض الخلايا بطرقه الخلية التي تخزن أن تكون مواد كيميائية معينة أو تطلقها إلى محيطها لتؤثر على فعاليات خلايا أخرى.

6- الأثران Ecretion / وهو قدرة الخلية على طرح المواد الزائدة وفضلات العمليات الكيميائية إلى الخارج.

التنفس / Respiration وهو تحويل الطاقة اللازمه لعمليات
 اكله المختلفه من هضم المواد لغذائه واهم
 الخطوات في هذه العملية هو استعمال الاوكسجين الذي يحصل قلبه بكائنات رحيبه من
 اجود الاوراقه من هضم المواد الغذائيه كالسكر لتحرير الطاقة

1- النمو والتكاثر (Growth and Reproduction)

تتكون خلايا تتركبه مواد خلوويه وايضا فتتكاثر اليها ثم بدلا من ان
 تنمو تنقسم لتنتج ما تحتاجه من خلايا تنقسم وتتكاثر اما ان كانت
 فتتعدد كليا فيتم تكاثر بطرقه اخرى فتتغير في بعض الطرق لا يندمج
 ولكنهما على طريقه التكاثر الجنسي

العمليات الايضيه Metabolism

الاجزاء الهضمية Catabolism

الاجزاء البنائيه Anabolism

(عمليات الاندماج) = (عمليات الانقسام) تتغير حاله مستقره (Steady State)

تركيبة الخلية - قبل البدا في دراسة تراكيبة الخلية الخلية
 علينا ان نذكر ان لكل خلية حية دورة حياة
 وان جسم الانسان بخلاياه الهائلة القيد هو نتيج الانقسام الخلوي
 للونضه المخصصه التي تعتبر اكبر خلية في جسم
 ان تسلسل هذه الانقسامات ينتج اكرم من 10¹⁵ خلية وتتأثر خلايا فرط الانقسام
 المتكرره بصحة الخلايا تدريجي طئه، اكلديات حيث ان مخرواات
 منها تصبح فتحمدهم او وظيفة معينة وذات صفاتا تركيبية محددة
 وبما زاد تخصص خلية فقدتها قدرتها على الانقسام بيئاتها فربما
 افرز تحتفظ بالقدرة على الانقسام في حالات معينة لتعويض خلية التالفة

ومن حيث عمر خلية وانقسامه فانه تجرد ثلث اواع
 لا يتجدد باعاليه لتخصصها بكونها خلايا رعا يتبدل طول حياة الخلية واي تلف او
 فقدان في هذه الخلايا لا يمكن تعويضه وسال ذلك اكلديات العصب والعضلات
 خلايا العفروت الخاطئة

النوع الثاني / خلايا تنقسم ببطا وعدم انتظام في حالات الطيفه ولكن
 يمكن تخزينها للانقسام السريع كما في حالات الاطمان او زيادة
 الطلب على الوظيفة التي تؤديها هذه الخلايا وسال ذلك خلايا الانسج الرابطة
 وخلايا العفد واخلديات الدهنية

النوع الثالث / اكلديات التي تنقسم باعاليه ومعتدلة في حالات الطيفه
 وفي هذه المجموعة فان اكلديات الناعمة تتحول الى خلايا متخضبة لها
 عمر قصير في جسم سان وذلك اكلديات الطلاية كالكبد وطانة لقناة الصفراء
 وبقوليات الكلى، ثم اكلديات المخ والانسج مناعية بينك ما يقارب سنين
 خلية كل كائنه ويستبدل بطنه الاضمار كل بضع ايام

الفصل الرابع

تركيب الخلية : النواة

قبل البدء في دراسة تراكيب الخلية المختلفة علينا ان نذكر بان لكل خلية حية دورة حياة ، وان جسم الانسان بخلاياه الهائلة العدد هو نتيجة الانقسام المتكرر للبويضة المخصبة التي تعتبر اكبر خلية في الجسم . ان تسلسل ٥٠ انقساماً ينتج اكثر من ١٠١٠ خلية . وتكاثر الخلايا خلال الانقسامات المتكررة يصحبه تمايز تدريجي لهذه الخلايا بحيث ان مجموعات منها تصبح متخصصة لوظيفة معينة وذات صفات تركيبية محددة . وكلما زاد تخصص الخلية فقدت قدرتها على الانقسام بينما تبقى خلايا اخرى محتفظة بالقدرة على الانقسام في حالات معينة لتعويض الخلايا التالفة .

ومن حيث عمر الخلية وانقسامها فانه توجد ثلاثة انواع : خلايا عالية التخصص يكون عمرها طويلا ربما يمتد لطول حياة الشخص واي تلف او فقدان في هذه الخلايا لا يمكن تعويضه ومثال ذلك الخلايا العصبية والى حد ما خلايا العضلات المخططة والنوع الثاني هو خلايا تنقسم ببطء وعدم انتظام في الحالات الطبيعية ولكن يمكن تحفيزها للانقسام السريع ، كما في حالات الاصابات او زيادة الطلب على الوظيفة التي تؤديها هذه الخلايا ومثال ذلك خلايا الانسجة الرابطة وخلايا الغدد والخلايا الدهنية . والنوع الثالث هو الخلايا التي تنقسم بنسب عالية ومنظمة في الحالات الطبيعية وفي هذه المجموعة فان الخلايا الناتجة تتحول الى خلايا متخصصة لها عمر قصير في الجسم مثال ذلك الخلايا الطلائية للجلد وبطانة القناة الهضمية ومولدات اقراص الدم الحمراء ، فالانسان مثلا يبدل ما يقرب من مليون خلية كل ثانية ويستبدل بطانة الامعاء كل بضعة ايام .

حجم وشكل الخلية :

تكون خلية «الاحياء وحيدة الخلية» كبيرة الحجم وهي مستقلة تقوم بكل فعاليات المادة الحية وبتماس مباشر مع المحيط الخارجي في حين ان الخلايا الصغيرة

المختلفة الاشكال في الحيوانات العليا لا يمكن طبيعيا ان توجد مستقلة عن بعضها البعض ، فمثلا ان الخلايا المتخصصة في الجسم البشري لا تستطيع ان تعيش الا بمحيط محدد من حيث درجة الحرارة والتراكيب الكيميائية والتوازن الايوني ، وفي داخل الجسم تنظم ذلك خلايا متخصصة اخرى .

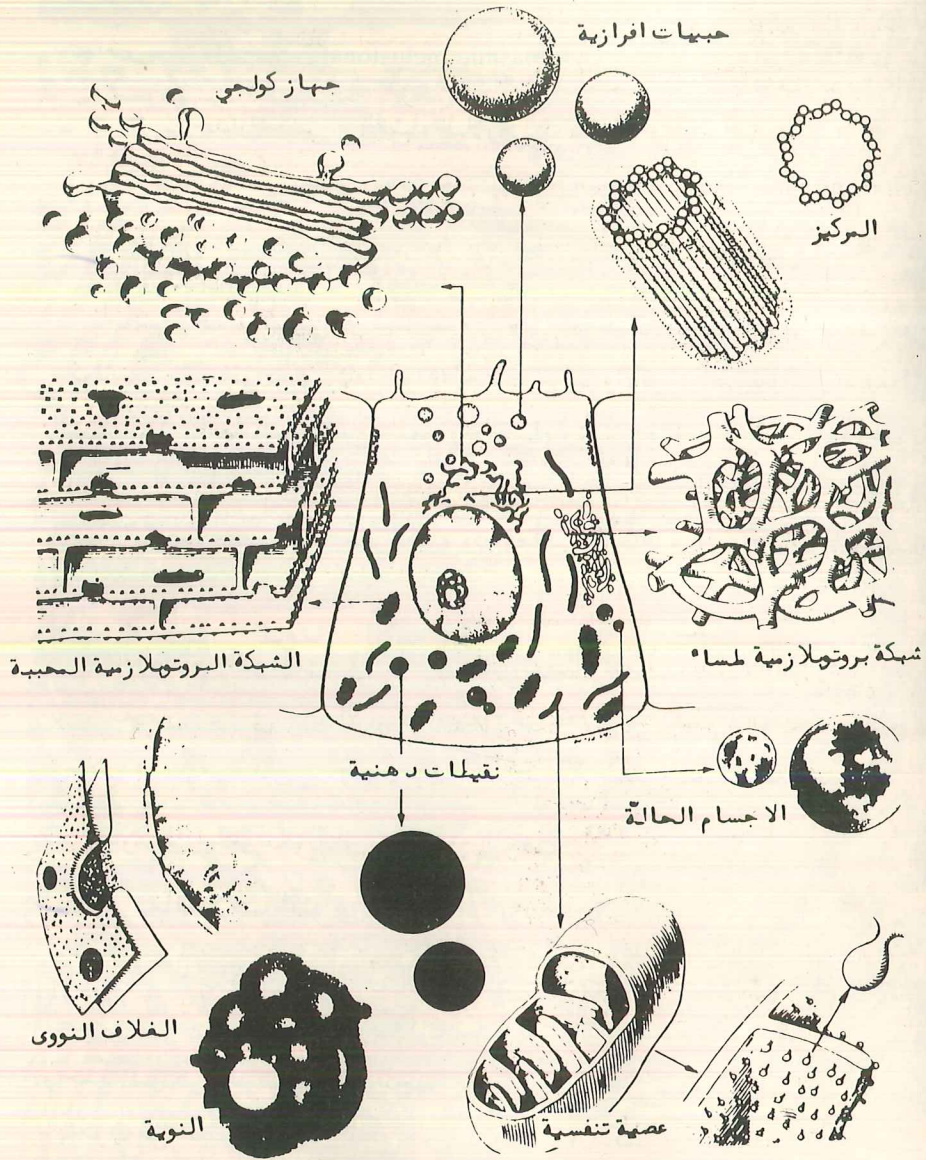
ان معظم خلايا الجسم هي ذات قطر بين ١٠ الى ٤٠ مايكرون وخلية اقراص الدم الحمراء ذات قطر ٧ - ٨ مايكرون وهي اصغر خلية بينما تكون البويضة اكبر خلية في الجسم اذ يبلغ قطرها حوالى ١٠٠ مايكرون وبعض الخلايا لها شكل غير اعتيادي كـ الخلايا العصبية . فلو اخذنا الخلية التي تغذي جلد الاصابع الاكبر في القدم فان جسم هذه الخلية موجود في الفراغ القطني الخامس (فوق عظم العجز) بينما يمتد منها امتداد محوري يذهب الى اصبع القدم المذكور يبلغ طوله حوالى مترين (مليونين من الماكرونات) واخر يتجه الى اعلى في الحبل الشوكي ليصل الى النخاع المستطيل في الجمجمة . وخلايا العضلات الهيكلية المخططة تكون على شكل الياف اسطوانية متعددة النوى ممتدة على معظم طول العضلة بينما تكون بطانة جدران الاوعية الدموية والخلايا الطلائية الداخلية منبسطة تماما وثنخها اقل من مايكرون واحد ، وكرية الدم الحمراء مثال آخر على التحويرات التي تطرأ على الشكل الخارجي . . . فهي مقعرة من الجهتين لتكون اكثر كفاءة في عملية نفاذ الاوكسجين الى داخل الخلية . . وهكذا نجد ان شكل الخلية الخارجي وتركيبها الداخلي ايضا يتحول بشكل يلائم الوظيفة التي تؤديها ، وفي الجسم اواع كثيرة من الخلايا المتكيفة لادوار خاصة بها ولكن لدراسة الخلية فاننا نأخذ كافة المكونات الاساسية والصفات العامة .

تتكون الخلية من :

١ - النواة Nucleus

٢ - السايروبلازم Cytoplasm وهو الذي يشغل الحيز الاكبر من حجم

الخلية ويحتوي على عدد من التراكيب الهامة :



(شكل رقم ١)

رسم تخطيطي يبين خلية نموذجية (افتراضية) في مركز الصورة كما تبدو بالمجهر الضوئي وعلى الجوانب التراكيب المختلفة كما تظهر بالمجهر الالكتروني .

أ - العضيات Organalles وهي تراكيب مغلقة بالاغشية Membrane

ب - المشتلات. Cytoplasmic Inclusions.

٣ - جدار الخلية او الغشاء البلازمي (انظر شكل رقم ١)

Cell membrane or plasma membrane)

النواة : The Nucleus

النواة جسم كروي او شبه كروي على الاغلب وهي مكون اساس من مكونات الخلية وتوجد في كافة انواع الخلايا تقريبا والانواع القليلة التي تفتقد الى النواة تكون فاقدة القدرة على النمو والانقسام ومحدودة جدا في فعاليتها الحيوية كأقراص الدم الحمراء ويختلف مظهر النواة بين الأنواع المختلفة من الخلايا ، وفي الخلية الواحدة حسب فعاليات الخلية ودورة حياتها خاصة بالنسبة لمراحل انقسام الخلية .

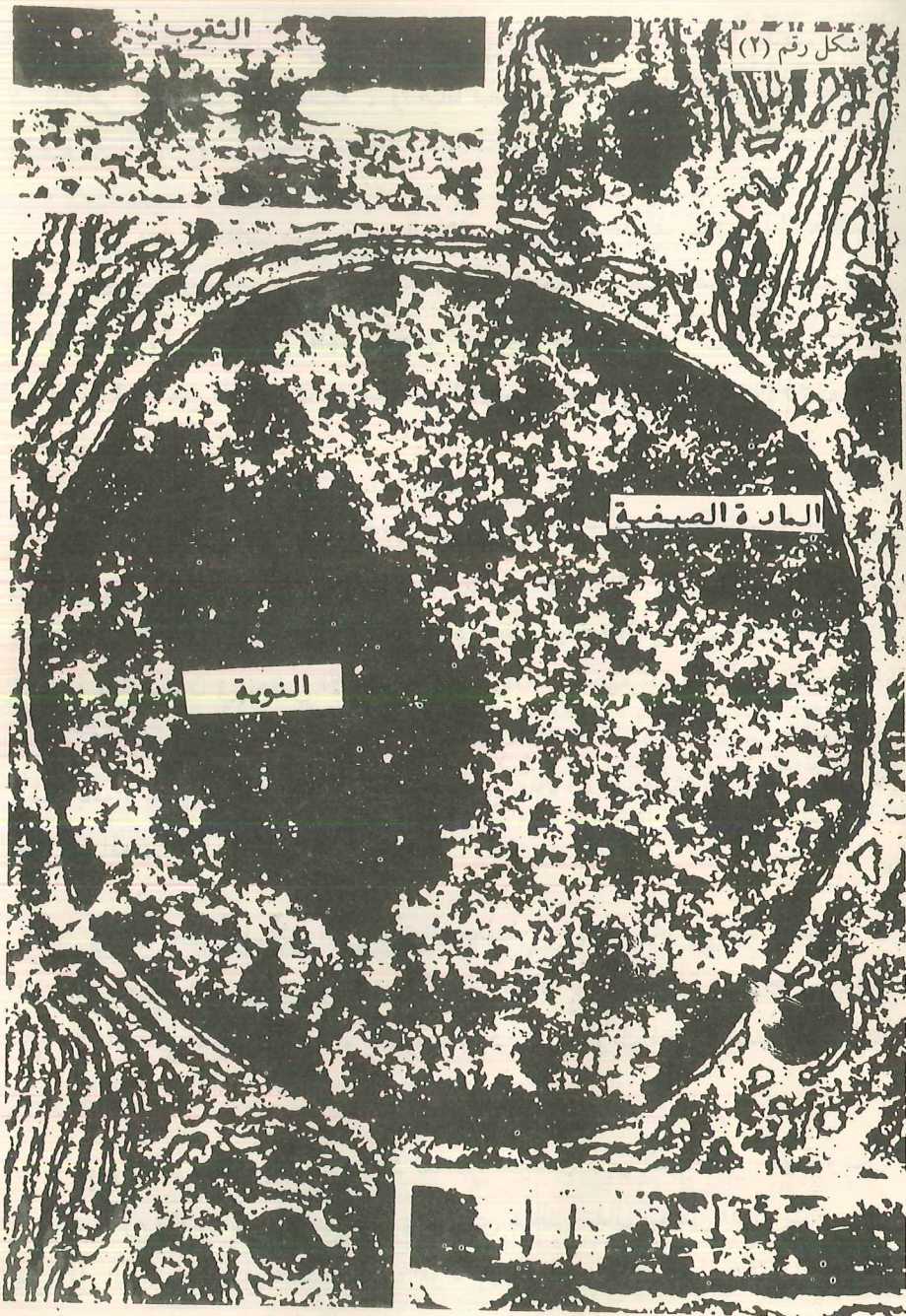
والوضع المثالي لدراسة النواة هي في المرحلة البينية (Interphase) وهي الفترة بين انقسامين وتوازي حالة الاستقرار عند الخلايا التي لا تنقسم طيلة فترة حياتها ، وخلال هذه الفترة تمارس الخلية الوظائف الطبيعية وتتخذ النواة شكلا محددًا .

وهناك اربعة مكونات اساسية في النواة :

١ - الغلاف النووي Nuclear membrane

وهو الذي يحيط بالنواة من الخارج ويفصلها عن السايوبلازم ويظهر بالمجهر الضوئي كانه خط محدد غامق وقد كان سابقا يعتقد بانه غشاء رقيق مكون من طبقة واحدة ، ولكن بدراسته تحت المجهر الالكتروني يتبين بانه تركيب اكثر تعقيدا ويتكون من طبقتين رقيقتين ثخن الواحد منها ٧٠ انكستروم يفصلها فراغ يقرب من ٢٠٠ انكستروم وتختلف الطبقتان قليلا من حيث الكثافة ان الخارجية اقل كثافة واحيانا يلتصف بها العديد من الاجسام الريبوسومية كما تظهر الطبقة الخارجية احيانا ، وخاصة في الخلايا التي تكون في حالة التكاثر متصلة ببعض الاغشية السايوبلازمية وخاصة «المحبة» منها والخشنة مما يعزز الرأي القائل بان الغلاف النووي يتكون اصلا من هذه التراكيب السايوبلازمية

(A) ١



صورة فوتوغرافية مأخوذة بالمجهر الالكتروني لنواة نموذجية فيها نوية واضحة وتكدس كروتيني على احدى جهات غلاف النواة من الداخل . يحيط بالنواة غلاف فيه ثقوب (او فتحات) عديدة (اسهم) . جزء الصورة الذي الى اليمين والاعلى تمثل فتحات جدار النواة مكبر تكبيراً عالياً لتبين الاحجية الموجودة في الفتحات والصورة الى الاسفل واليمين تبين المواد الموجودة الى الجهة الداخلية من جدار النواة في بعض انواع الخلايا .

اما الطبقة الداخلية من الغلاف النووي فتتجمع بالقرب منها وتلتصق بها كميات من المواد النووية المحببة ، و احيانا ليفية الخواص مؤلفة ما نسميه الطبقة الليفية .

وعلى بعد مسافات منتظمة من الغلاف النووي توجد ثقوب في هذا الغلاف تسمى الثقوب (الفتحات النووية Nuclear Pores) وهذه الفتحات لها قطر يقرب من ٧٠٠ انكستروم بالمعدل فلا تظهر بالمجهر الضوئي يفصل بعضها عن البعض حوالي ٠,١ الى ٠,٢ من المايكرون وقرب هذه الثقوب تقترب طبقتا الغلاف النووي من بعضهما . (شكل رقم ٢) .

ان الدراسات التفصيلية لهذه الثقوب تبين انها تراكيب معقدة نوعا ما وهي بالاساس على شكل قنوات باتجاه داخل النواة من جهة و باتجاه الساييتوبلازم من جهة اخرى ومن الداخل يوجد حول فتحة هذه القناة طبقة مكثفة من المواد الصبغية النووية وقد تكون في بعض الاحيان حاجزا واما من جهة الساييتوبلازم فمحاطة بـ ساييتوبلازم اكثر كثافة يدعى (Cytoplasmic cuff of the pore) وتسمى محتويات القناة بالمواد القنوية Channel material وتحوي عادة ليفات دقيقة لا تظهر واضحة حتى في المجهر الالكتروني .

وهناك بعض المسائل التي لا تزال معلقة : فيما اذا كانت هذه الثقوب او القنوات مفتوحة تماما او أن فيها بعض العوائق فهناك بعض الادلة على وجود احجية كما ذكرنا داخل هذه الثقوب او القنوات ولكن في حالات اخرى تبدو القنوات مفتوحة تماما .

ومن المعروف جيدا ان هناك تفاعل متبادل بين النواة من جهة وبين الساييتوبلازم ومحتوياته من جهة اخرى . . اي هناك انتقال لبعض المركبات ومرور من الى النواة وتفاصيل عملية انتقال المواد بين الساييتوبلازم والنواة خلال الفتحات او الممرات التي ذكرناها لا زالت غامضة ، ولا تبدو الحركة في هذه الممرات حركة حرة او تعتمد على حجم الجزيئات فقط بل هناك عملية «نقل فعال» وانتخابية نوعا ما . . وربما تسهم في ذلك خمائر (انزيمات) معينة لتسهيل انتقال جزيئات معينة وهذا

ما يستدل عليه من انتقال بعض الجزئيات الضخمة بأسرع مما تنتقل به جزئيات او ايونات صغيرة اخرى .

ان الغلاف النووي يختفي في بداية عملية انقسام الخلية ويعود الى التكوين من اتصال مركبات غشائية تدعى الشبكة البروتوبلازمية التي هي في الحقيقة اكياس مغلفة اي لها غشاءان تفصلهما مسافة هي نفس المسافة التي تفصل بين طبقتي الغلاف النووي .

٢ - المادة الصبغية The Chromatin

اعطيت هذا الاسم لقابليتها على التلون في نواة الطور البيني Interphase فتبدو زرقاء داكنة من اثر صبغة الهيماتوكسولين ولذا تعتبر ذات خواص صبغية «قاعدية» لانها تصطبغ بالاصباغ القاعدية (basic dyes) وهي اصباغ تحمل شحنات موجبة فتتحد مع المواد التي تحمل شحنات سالبة .

والمادة الصبغية النووية تفقد هذه الخواص عند معاملتها (اي معاملة الشرائح) بخميرة (DNA - ase) دي اوكسي رايونوكليليز الذي يفكك مادة ال (DNA) لذا فان الخواص التلوينية لهذه المادة ترجع لاحتواءها على الحامض النووي المذكور .

وتحت المجهر الالكتروني، في المقاطع المحضرة بالثبيت بمادة Gluteraldehyde ، ثم بالاوزميوم الرباعي (Osmium tetroxide) تظهر المادة الصبغية النووية كمادة حبيبية غامقة .

تتوزع المادة الصبغية عادة في ثلاث مناطق من النواة :

١ - على المحيط، وفي اغلب الاحيان ملتصقة بالطبقة الداخلية للغلاف النووي وربما يكون سبب ظهور هذه الطبقة غامقة أو كثيفة يعود الى التصاق المواد الصبغية، وتسمى هذه المواد بـ المادة الصبغية المحيطة لنواة المرحلة البينية .

٢ - حبيبات او جزر المادة الصبغية Chromatin granules and islands تظهر بالمجهر الضوئي ككتل غير واضحة الحدود او على شكل جزر او حبيبات

مصبوغة باللون الازرق منتشرة داخل النواة بين الغلاف النووي والنوية .

٣ - المادة الصبغية في النوية : وتسمى المادة الصبغية المرتبطة بالنوية (nucleolus associated chromatin) عندما تمر الخلية بمرحلة انقسام تعاني النواة تغيرات جذرية عن حالة المرحلة البينية واهم هذه التغيرات هي التي تخص المادة الصبغية . . اذ تتخذ هذه المادة شكلاً جديداً وتنظم على شكل اجسام مستطيلة تشبه القضبان تدعى الصبغيات او الكروموسومات (chromosomes) (والكروموسومات عبارة عن اجسام قضيبية الشكل تصطبغ بصبغة داكنة). وعملية انقسام الخلية تسمى الانشطار والكروموسومات التي تشاهد اثناء عملية الانقسام تدعى الكروموسومات الانشطارية Mitotic chromosomes

لقد مضى وقت طويل كانت فيه عملية تحول البقع او حبيبات المادة الصبغية الى اجسام قضبانية الشكل غامضة جداً وكان يظن بان الكروموسومات تنقسم على نفسها الى نصفين كل شطر يدعى (chromatid) ، وكل نصف كروموسوم (كروماتيد) يذهب الى خلية وليدة ليصبح بدوره كروموسوماً في الخلية الجديدة التي تدخل بعد ذلك المرحلة البينية ومن ثم يتحلل الكروموسوم الى حبيبات وجزئيات او جزر المادة الصبغية النووية المعروفة والتي نراها في المجهر .

ان هذا التصور يجعل عملية انقسام وانتظام الجينات عملية عشوائية تفتقد الى التنظيم وهذا غير متوقع اذ ان الجينات هي عوامل الوراثة في الخلية . ان هذه المسألة بدأت تتوضح عندما وجد ان الـ «كروماتيد» في الكروموسومات الانشطارية هو عبارة عن خيط هائل الطول ملتف على نفسه بشكل دقيق عدداً من اللفات (coils) وبشكل يبدو عند تحضير المقاطع النسيجية المألوفة وتحت المجهر الضوئي كاجسام صلبة داكنة قضبانية الشكل وذلك بعد ان وجد ان معاملة الكروماتيدات ببعض العوامل الكيماوية تؤدي الى ان لفات الكروماتيدات تنفك وتنفصل جزئياً عن بعضها واصبح واضحاً انه بعد عملية الانقسام ودخول الخلية في المرحلة البينية (interphase) لا تنفسخ الكروموسومات الى اجزاء مبعثرة منفصلة عن بعضها ، كما كان يظن ، بل ان الخيوط الصبغية التي كانت ملفوفة تماما وبشكل كامل ، تنفتح او تنفك لفاتها في مناطق معينة على طول هذه الخيوط ، وبذا فان هذه الخيوط الصبغية

نوية



الشبكة البر

رسم توض

الكروموسومات

فيه عملية استنسا

جدار النواة .

في نواة المرحل

ملفوفة في بع

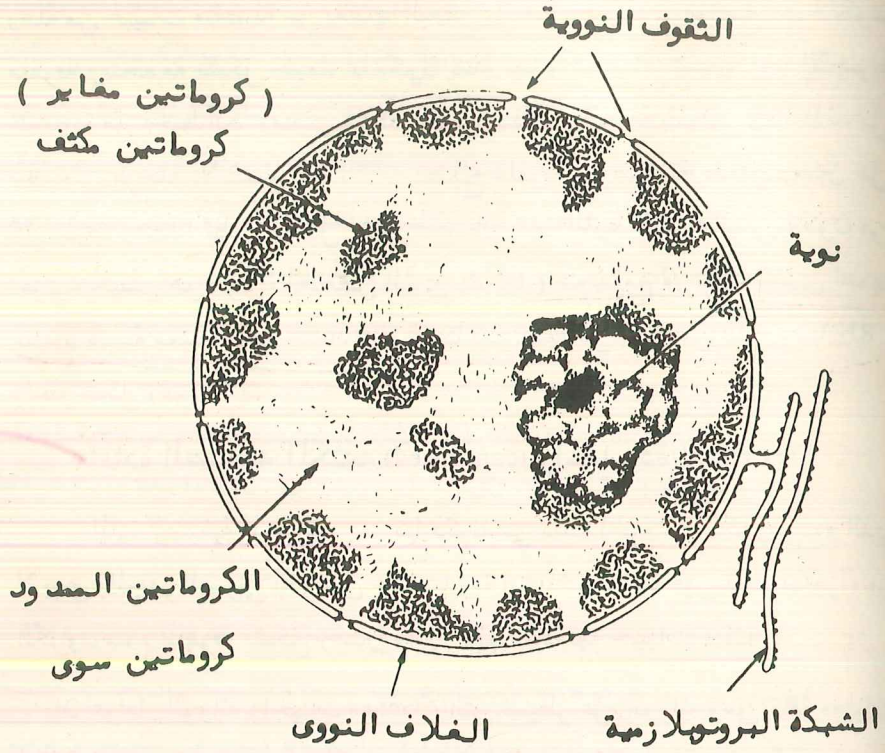
جداً بحيث

ان المناطق

كاجسام صف

الصبغية ،

(



شكل رقم ٣

رسم توضيحي يبين حالة المادة الصبغية (الكروماتين) في نواة المرحلة البينية الجزء المكثف من الكروموسومات (كروماتين مفاير) غير فعال نسبياً والجزء الممدود (كروماتين سوى) هو الموضع الذي تجري فيه عملية استنساخ فعالة. وإلى الجهة اليمنى: نشاهد استرارية تراكيب الشبكة البروتوبلازمية المحيطة مع جدار النواة.

في نواة المرحلة البينية تبقى محافظة على وجودها كخيوط متصل لكل منها. . ولكن ملفوفة في بعض المناطق وممدودة في مناطق أخرى، وبما أن هذا الخيط رفيع ودقيق جداً بحيث لا يمكن أن يشاهد في المجهر في المناطق غير الملفوفة (الممدودة) في حين أن المناطق الملفوفة بشكل متراص منه تكون كثيفة وبشحن كاف لتصبح مرئية كاجسام صغيرة يمكن صبغها ومشاهدتها، وتلك هي التي ندعوها بالحبيبات الصبغية، (شكل رقم ٣) فالمادة الصبغية (الكروماتينية) ليست مكونة كما يبدو لأول

وهلة من حبيبات منفصلة عن بعضها البعض بل من «خيوط» في مواضع معينة تكون ملفوفة ومتجمعة بشكل كثيف مما يكون كتلة تبدو كحبيبة صبغية اما الاجزاء الممدودة من الخيط الكروماتيني فليست ثخينة لتظهر واضحة بالمجهر وعندما تدخل الخلية في مرحلة الانقسام فان الخيوط الكروماتينية تصبح ملفوفة ومرصوصة بشكل رصين على كل طولها وهكذا تظهر بشكل يشبه القضبان . ان الخيط الكروماتيني مكون من جزيء خيطي هو جزيء الحامض النووي (DNA) متحد مع مركبات اخرى اهمها مادة بروتينية معينة تدعى (Histones) وكذلك كمية من الحامض النووي (RNA) (انظر شكل رقم ١١).

المادة الصبغية المكثفة (condensed) والممدودة (extended)

المادة الصبغية الممدودة . . . كما ذكرنا هي ذلك الجزء من الكروموسوم الذي لا يرى بالمجهر الضوئي لكونه في حالة ممدودة اما المادة المكثفة فهي تلك الأجزاء من الكروموسوم الملفوفة بشكل رصين والتي تظهر بالمجهر حبيبات داكنة .

إن عوامل الوراثة (الجينات Genes) التي تسيطر على الوراثة وعلى كافة فعاليات الخلية . . . تتوزع على طول الكروموسوم ، وفي المرحلة البينية تقوم الجينات في المناطق الممدودة (غير الملفوفة) من الخيط الكروموسومي باعطاء المعلومات التي توجه بها كافة فعاليات الخلية . . . عن طريق توجيه عملية تكون البروتينات في الخلية . أما الجينات في المناطق الملفوفة من الخيط الكروموسومي فمن الأرجح بأنها لا تمارس وظيفتها بالتأثير على نشاطات الخلية . (أنظر شكل رقم ١١) .

إن مظهر النواة من حيث الحجم والكثافة يتأثر بمدى نشاط المادة الصبغية والوراثية فمن المعروف ان كمية السائل النووي تتغير طردياً نسبة الى المادة الصبغية الممدودة وبالعكس فان كميته تقل مع زيادة المادة الصبغية المكثفة . فالنواة النشيطة . . . أي التي تكون الخيوط الكروماتينية غير ملفوفة بنسبة كبيرة لتقوم بتوجيه بناء كميات كبيرة من البروتينات في الخلية ، يكون فيها قليل من المادة الصبغية المكثفة ، لذا تظهر تحت المجهر ذات حبيبات صبغية صغيرة ومتباعدة وتكون على العموم نواة كبيرة وباهتة الصبغ ويكثر فيها السائل النووي وعادة تدعى مثل هذه النواة بـ (Euchromatic nucleous) (سوى الصبغة) وتسمى احياناً النواة الفاعلة .

في حين تكون النواة التي تكون نسبة المادة الصبغية المكثفة (الملفوفة) كبيرة، اي انها غير نشيطة وان اغلب العوامل الوراثية على الخيط الكروماتيني لا تمارس نشاطها ، نواة صغيرة وداكنة اللون او تحتوي على كتل كبيرة وكثيرة من جزء المادة الصبغية ، وتدعى مثل هذه النواة ب(Hetero chromatic) (مغاير الصبغة) وهناك امثلة كثيرة يمكن ان تشاهد فيها الخلايا غير النشيطة تحوي نوى صغيرة داكنة ولكن عندما تحفز بعامل او سبب ما تصبح كبيرة الحجم وتحتوي على نسبة اكبر من المادة الصبغية الممدودة . كذلك يمكن ان نلاحظ ان النواة في الخلية العصبية كبيرة الحجم باهتة اللون تحتوي على حبيبات صغيرة متباعدة من المادة الصبغية توصف عادة بانها نواة مثيرة (Vesicular nucleus) ذلك لأنها تحتوي على مادة صبغية ممدودة بنسبة كبيرة ، لأنها خلية تحتاج الى تكوين البروتينات بكميات واسعة وتستثمر معلومات جينية واسعة .

جسيم بار الكتلة الصبغية الجنسية (Sex chromatin or Barr Body) اكتشف العالمان بار وبروترام هذه الأجسام عرضاً عندما كانا يفحصان خلايا عصبية . . . اذ لاحظا وجود اجسام صغيرة داكنة داخل النواة قريبة من النوية او قرب الطبقة الداخلية للغلاف النووي وفي اغلب الأحيان على شكل عود الطبال ، في بعض خلايا الأناث بالمرحلة البينية وهذه الأجسام غير موجودة في خلايا الذكور . وسميت هذه الأجسام بالصبغية الجنسية او أجسام بار وتظهر هذه الأجسام باوضح ما يكون في خلايا الأناث التي في المرحلة البينية التي تكون فيها المادة الصبغية النووية ممدودة . وبعض خلايا الأناث لا تظهر فيها هذه الأجسام وذلك يعود الى المستوى الذي يمر به المقطع المأخوذ في الشريحة وربما ان هناك خلايا اخرى خالية من هذا الجسم لسبب غير مفهوم .

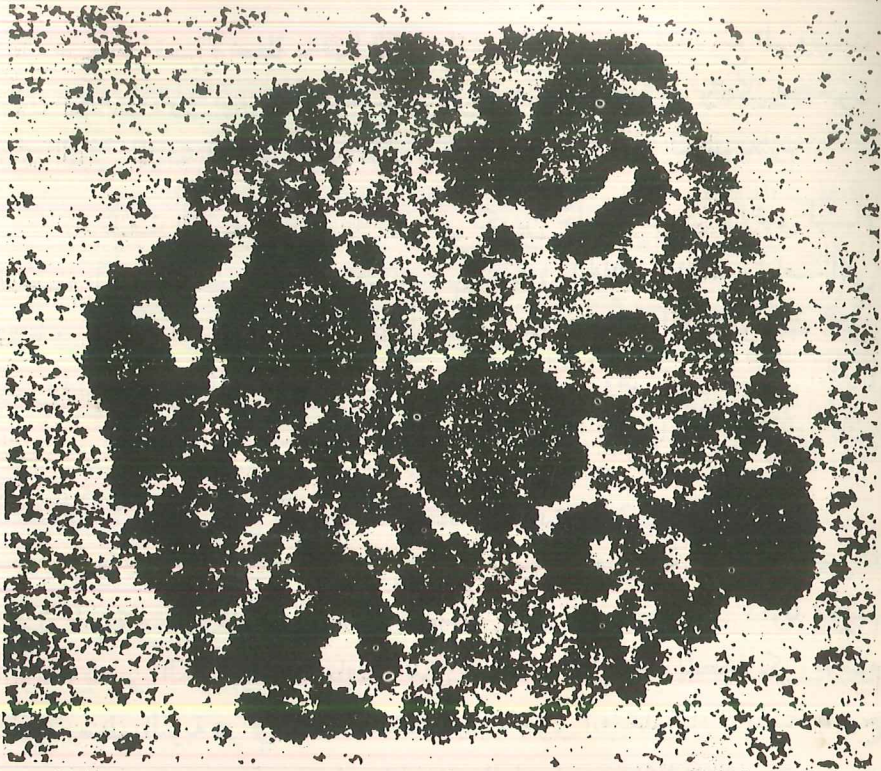
إن الخلايا الجسمية للأُنثى تحتوي من بين كروموسوماتها على كروموسومين جنسيين أنثويين (XX) في حين ان خلايا الذكر تحتوي (XY) ويبدو ان الخلية لكي تمارس فعاليتها الطبيعية تحتاج إلى وجود كروموسوم (X) واحد فقط بحالة نشيطة وفاعلة ، وفي الخلية الأنثوية يكون أحد هذين الكروموسومين بحالة ممدودة لتأدية فعالياته أما الثاني فيبقى في حالة مكثفة وملوف بشكل رصين وثخين مما يمكن رؤيته

ككتلة صبغية ، ويبدو ان هناك ميكانيكية معينة تمنع احد الكروموسومين من ان يمارس وظيفته وتبقيه ملفوفاً ومكثفاً . وفي الحالات غير الطبيعية عندما يوجد هناك ثلاثة كروموسومات (XXX) فإنه يظهر جسامان من أجسام بار وهذا يؤيد ان جسيم بار عبارة عن كروموسوم (X) مكثف وغير فاعل وان الخلية تحتاج لكروموسوم (X) واحد فقط .

٣ - النوية Nucleolus (شكل رقم ٤)

اكتشفت النوية من قبل العالم فونتانا في عام ١٧٨١ . وهي تظهر بالمجهر الضوئي جسماً كروياً صغيراً واضحاً يقع عادة حول مركز النواة . وقد يوجد اكثر من نوية واحدة في الخلية وهي على اوضح ما يكون في الخلية التي تكون اغلب المواد الصبغية النووية في النواة بحالة معدودة وكمية السائل النووي كبيرة وهي اكبر حجماً في الخلية النشطة في تكوين البروتينات ويظهر ذلك في الخلية العصبية على عكس النواة الصغيرة التي تحوى مادة صبغية مكثفة حيث ان المادة الصبغية (الكروماتين) قد تغطي النوية . وعند استهمال صبغة الهيماتوكسلين تتلون النوية باللون الأزرق نظراً لاحتواءها على كمية كبيرة من الأحماض النووية . وتحيط بالنوية طبقة من المادة الصبغية الكروماتينية . وقد لوحظ انه كلما زاد عدد النويات صغر حجمها . وتتكون النوية من تجمعات جزئيات تشبه الأجسام الريبوسومية ، وهي في الحقيقة الوحدات التي تبني منها هذه الأجسام وتحتوي على نوع من الحامض النووي (RNA) يسمى (Ribosomal RNA) الذي يتكوّن من استنساخ اجواء من الـ (DNA) الذي يكون المادة الصبغية النووية ، وهي اجزاء من الكروموسومات تمتلك « توابع » ومثل هذه التوابع توجد فقط في خمسة ازواج من كروموسومات الانسان وهذه الاجزاء من الجزيء الخيطي للـ (DNA) التي تمتلك توابع تدعى منظمات النوية (Nucleolus organiser) . وعندما تتكون اجزاء النوية من هذه المنظمات تتجمع مع بعضها لتكون عدداً اقل من النويات وأغلب الأحيان نوية واحدة .

وتبدو النوية تحت المجهر الالكتروني بأنها مكونة من جزئين رئيسيين احدهما مادة داكنة منتظمة على شكل اسفنجي والجزء الآخر هو مادة باهتة اللون تملأ الفراغات الموجودة خلال المادة الداكنة الأسفنجية التركيب ، وتحتوي المادة الفاتحة



شكل رقم ٤ : صورة فوتوغرافية من المجهر لنوية تين مركباتها والأجزاء المحببة وغير المحببة فيها.
على السائل النووي . إن بعض الثقوب والفراغات خلال التركيب الأسفنجي
للمادة الداكنة هي بالحقيقة قنوات متعرجة تبدو في المقاطع على شكل ثقوب .

والمادة الداكنة التي هي على شكل كتل متصلة مع بعضها البعض أو على
شكل خيوط غليظة وملتوية متصلة مع بعضها ، تتألف كما يبدو تحت المجهر
الالكتروني مع مواد ليفية أو خيوط دقيقة قصيرة في وسط المادة الداكنة وتسمى المركز
الليفي (Fibrillarcentre) وعلى خارجها مواد حبيبية . والمواد الحبيبية هي اللبنة
الأولية التي منها تتكون أجزاء الأجسام الريبوسومية ويرمز لها بـ(60S) أما مركز المادة
الداكنة فتمر فيه خيوط كروماتينية هي اجزاء من الخيوط الكروموسومية الممدودة
وهي تحتوي على مناطق جزيء (DNA) ويمكن اثبات ذلك باستعمال خميرة (انزيم
(DNA - ase) الذي يذيب هذه المادة وعلى ضوء تركيب الـ (DNA) تتكون جزيئات
من الحامض الريبوزي (r RNA) ويرمز له عادة بـ(45 S r RNA) وهذه تكون على

شكل خيطات قصيرة محيطة بالخيطة الكروماتيني والتي بعد ان تتحد مع البروتينات تكون اللبنة الأولى لبناء اجزاء الجسيمات الرايبوزومية والتي تبدو وكحبيبات حول المركز الليفي للمادة الداكنة وهذه الحبيبات تنتقل بعد ذلك الى السايوتوبلازم .

فالوظيفة الأساسية للنوية اذن هي تكوين حامض نووي بروتيني لبناء الأجسام الرايبوزومية ، وقد لوحظ تضخم النوية في الخلايا النشيطة وخاصة التي تنشط في تكوين البروتينات ذلك لأن النوية هي محل تكوين الرايبوسومات التي بدورها تكون بمثابة المعمل الذي فيه تبنى البروتينات . وهي تبدو كبيرة في الخلايا التي تنمو بسرعة كالخلايا الجنينية والسرطانية وكذلك في الخلايا الافرازية التي تنتج كميات كبيرة من البروتينات .

ومن دراسة التغيرات التي تحصل على النوية اثناء عملية الانقسام يظهر ان تكون النوية متعلق بمنطقة معينة لكر وموسوم معين وتسمى هذه كما ذكرنا بمنظم النوية ويسمى الكروموسوم الخاص الذي توجد فيه مثل هذه المنطقة بكر وموسوم النوية ومنظم النوية يمر في المنطقة الداكنة او بالاحرى انه بعد اتمام الانقسام يصبح فعالاً ويمتد وتتكون حوله جزئيات الحامض الرايبوزي (r RNA) التي تتحد مع البروتينات ، ويبقى هو محتلاً المركز .

٤ - السائل النووي (Nuclear sap)

وأطلق عليه ايضاً العصير النووي او السداة النووية (Nuclear Matrix) وهو محلول غروي نصف - سائل ويحتوي على مواد بروتينية وله كثافة غير شديدة لذا لا يبدو باهتاً في المجهر الالكتروني بالاضافة الى انه لا يتلون الا بشكل ضعيف بالاصباغ المستعملة للمجهر الضوئي ، وتنتشر في السائل النووي الكروموسومات الخيطية الممدودة التي لا ترى بالمجهر وهي في حالة نشيطة لتكوين الجزئيات الضخمة . والوظيفة الاساسية للسائل النووي كونه الوسط الذي خلاله تنفذ مواد التفاعلات الحيوية وتتحرك فيه لبنات الأجسام الرايبوسومية وجزئيات الحامض النووي الريبوسومي (r RNA) والحامض النووي الرسولي (r RNA) والناقل (t RNA) بالاضافة الى ذلك توجد في النواة خمائر (انزيمات) متعلقة بتركيب

الأحماض الأمينية بالعملية التي تسمى البلمرة (polymerisation) وهذه الخيثر تدعى (Nucleic acid polymerases) وهي (DNA polymerase) الذي يعمل على اصلاح العطب الذي قد حصل لجزء ال RNA - polymerase, DNA الذي يساعد في تركيب جزئيات RNA وكذلك خيثر polynucleotid ligase كما توجد خميرة اخرى لها ارتباط بتكوين مركب هام في السلسلة التنفسية (NAD) ويطلق على هذه الخميرة NMN adenyl transferase وتوجد خيثر اخرى تمكن من تكوين جزئيات (ATP) من جزئيات (AMP) وعند موت النسيج تعاني خلاياه من تغيرات سريعة في الساييتوبلازم وكذلك في النواة وتبدأ تغيرات النواة بانكماشها انكماشاً شديداً وتراكيبها الداخلية تفقد انتظامها لتكون كتلة كثيفة من مادة داكنة الصبغة وتسمى هذه الحالة بالكتلة الداكنة ويصطلح عليها بـ (Pyknosis) ، ثم بعد ذلك تتفتت النواة الى كسر واجزاء متناثرة Karyorrhexis ، وهذه ليست مراحل منتظمة التتابع بل قد تكون اولى علامات موت الخلية هو تفتت النواة او تحللها واختفاءها .

الفصل الخامس

السايتوبلازم :

إن معظم عمل وفعاليات الخلية تجري في السايتوبلازم الذي يحوي مكونات وأجزاء كثيرة ومختلفة ومنها الغاية في التخصص ويوصف السايتوبلازم بأنه مكون من السايتوبلازم الراقق أو الحشوي أو السداة السايتوبلازمية (Cytoplasmic matrix) والعضيوات أو التراكيب الغشائية . وسداة السايتوبلازم هو المادة الأساسية المتجانسة الخالية من التبلور والتي تملأ الفراغات بين التراكيب الغشائية المختلفة في الخلية وتحتوي السداة السايتوبلازمية على كمية كبيرة من البروتينات والماء . إن الكثير من التفاعلات الكيميائية الحيوية تجري في سداة السايتوبلازم . أما وجود التراكيب الغشائية في السايتوبلازم فهو مهم لتتركيز بعض التفاعلات الحيوية ولعزل بعض المواد الكيميائية عما يحيطها وتقليل تأثير بعض العوامل الموجودة في السداة فمن المعروف بأنه لو تركت جميع الخماثر مع المواد الأولية لها طليقة في السايتوبلازم وبشكل يسمح لها جميعاً بالامتزاج ، فإن الخلية ستتحلل وتموت .

وهكذا فإن أهمية الأغشية هو تقسيم السايتوبلازم إلى وحدات وظيفية تعزل إلى حد ما التفاعلات الكيميائية ولكنها تسمح أيضاً بالتفاعل المحدد بين محتويات هذه الأقسام مع المحيط الذي يكون خارجها .

إن الخماثر تؤدي عملها بالشكل المطلوب حسب تتابع معين لذا لا بد من أن توجد مرتبة بشكل يسهل تسلسل التفاعلات الكيميائية ، وإن أهم التفاعلات الحيوية تحصل على سطح الأغشية السايتوبلازمية وفيما بينها .

إن التراكيب الغشائية في السايتوبلازم تسمى العضيات (مصغر عضو) Organalles وتحتل هذه معظم مساحة السايتوبلازم وتكون تجاوير وقنوات متصلة ممتدة من جدار الخلية إلى النواة ، وبالإضافة إلى العضيات توجد

أيضاً في السايوبلازم مواد غير حية أو صبغات أو مواد مخزونة في السايوبلازم تدعى
المشتملات أو المواد الضمنية (Inclusions) .

إن التوصل إلى المعلومات الحالية عن طبيعة وتركيب ووظائف مكونات
الخلية أصبح ممكن بفضل تطور الوسائل الحديثة في دراستها ومن أهم هذه الوسائل
هي المجهر الإلكتروني وطريقة تجزئ الخلية وطريقة تصوير الإشعاع الذاتي .

إن أهم العضيات والتراكيب الغشائية في الخلية هي :

١ - جدار الخلية أو غشاء البلازما .

٢ - العصيات التنفسية (الميتوكوندريا) Mitochondria

٣ - الشبكة البروتوبلازمية الخشنة أو المحببة Rough endoplasmic
reticulum (rER) .

٤ - جهاز كوجلي Golgi apparatus .

٥ - أجسام الخمائر الحالة (أجسام التخلمو) Lysosomes .

٦ - الحويصلات المغطاة Coated vesicles .

٧ - الشبكة البروتوبلازمية المساء Smooth surfaced endoplasmic
reticulum (SER) .

أما العضيات غير الغشائية فأهمها :

١ - الأجسام الريبوزية الطليقة Free ribosomes .

٢ - الأنابيب الدقيقة (الانبيبات) Microtubules .

٣ - الحبيبات أو الجسيمات المركزية Cerntrioles .

٤ - الأهداب والأسواط cilia dn flagellae .

٥ - الخيوط الدقيقة والليفات Filaments and fibrils .

أما المشتملات فأهمها :

١ - المواد الغذائية المخزونة وخاصة الكاربوهيدرات ومنها الكلايكوجين ،
والدهنيات .

٢ - مواد الصباغ (Pigments) كالميلانين واليوتين والصبغات
الدهنية (lipochromes) .

٣ - البلورات .

٤ - حبيبات الإفراز .

الأجسام الريبوزية : Ribosomes

لوحظ قبل استعمال المجهر الالكتروني أن السابتوبلازم يحتوي على مواد تأخذ
صبغة قاعدية (basic stains) مما يتشابه مع المادة الصبغية النووية ، وبعد التحري
وجد أنها ليست حامض (DNA) ولكن تحتوي على الحامض
الريبوزي (RNA) .

إن هذه الأجسام صغيرة كروية أو مضلعة الشكل قطرها حوالي (١٥٠ - ٢٥٠)
انكستروم تتكون من وحدات هي عبارة عن جزئيات الـ (rRNA) المتحد مع
البروتين بعضها كبير وبعضها صغير ، وكما ذكرنا سابقاً فإن هذه الوحدات تتكون
في النوية ثم تخرج إلى السابتوبلازم حيث تصبح فعالة . . فهي مراكز أو معامل
تكون البروتينات حيث تربط الأحماض الأمينية مع بعضها لتكون سلسلة وبالتالي
جزء البروتين ، وعندما تكون عملية تكوين البروتينات في الخلية نشطة فإن
أعداد كبيرة من هذه الأجسام تتحد مكونة أجساماً كبيرة تدعى (Polyribosomes) .

إن عدد الأجسام الريبوزية الموجودة في الخلية يعطي فكرة عن مدى اتساع
نطاق عملية تكوين البروتينات كما هو الحال في الخلايا التي تنمو بسرعة كالخلايا
الجينية والسرطانية ، وعندما تكثر الأجسام الريبوزية يميل السابتوبلازم لأخذ
الصبغات القاعدية التي تعطي لونا أزرقاً .

وتكون الأجسام الريبوزية في الخلية على حالتين :

١ - طليقة أو منتشرة في السائل الحشوي أو سداة السابتوبلازم .

٢ - ملتصقة على سطوح الأغشية الساييتوبلازمية التي تحيط بالتراكيب الموجودة في الساييتوبلازم من حويصلات وتجاويف وقنوات وخاصة التي تدعى الشبكة البروتوبلازمية .

الأجسام الرايبوزية الطليقة : (Free Ribosomes) :

وهي الأجسام التي لا تتصل بالأغشية الساييتوبلازمية وهذه معنية بتكوين بروتينات السائل الحشوي أو سداة للساييتوبلازم أي البروتين الذي لا يدخل ضمن التراكيب الخاصة (العضيات) وتنشط هذه الأجسام الرايبوزية في حالات كثيرة أهمها :

- تكوين الخيثرات الموجودة في الساييتوبلازم الحشوي (أو السداة) إذ ان هذه البروتينات معرضة للهدم والتفكك فيجب تعويضها باستمرار .

٢ - عندما تنمو أو تتكاثر الخلية فتحتاج إلى تكوين كمية كبيرة من السائل الحشوي الساييتوبلازمي إذ أن هذه الخلية تنقسم إلى خليتين .. لذا فإن الأجسام الرايبوزية الطليقة تكون موجودة بكثرة في الخلايا السرطانية .

٣ - تكثر الأجسام الرايبوزية الطليقة (أو الحرة) في مراحل معينة من مراحل تكون وتطور الخلايا التي في طريقها إلى « التمايز » والنضج كما يلاحظ في الخلايا المولدة لكريات (أو أقراص) الدم الحمراء (Erythroblastis) . حيث تقوم هذه الأجسام بتركيب مادة البروتين الموجودة في الهيموكلوبين (اليحمور) لذا تنتشر بشكل كثيف في الساييتوبلازم الذي يصبح عند التكوين مائلاً بشدة إلى الزرقة .

وكما ذكرنا ، تظهر الأجسام الرايبوزية - كما يبدو في المجهر الالكتروني ميلاً إلى أن تتجمع مؤلفة أجساماً كبيرة (التجمع الرايبوزي Polyribosomes) ورغم انه بإمكان الجسم الواحد منها ان يربط الأحماض الأمينية لتكوين جزيء البروتين ولكن تكون البروتينات يحصل في الغالب في التجمع الرايبوزي حيث يرتبط هذا التجمع بحامض الـ (mRNA) الذي يحمل المعلومات الضرورية لتكوين البروتين ويقوم التجمع الرايبوزي بالتدحرج على

طول جزء (mRNA) (لقراءة رموزه) ، وتكون الأجسام الريبوزية الداخلة في تكون التجمع مناسبة مع طول جزيء البروتين المطلوب بناءه .

إن المعلومات تؤكد بأن الأجسام الريبوزية غير متخصصة لتكوين بروتين معين . . فإذا كانت في وقت معين تكون بروتيناً محدداً فإنه يمكنها أن تعمل في تكوين بروتين من نوع آخر في خلية أخرى ، وحتى إذا كان البروتين من غير المعتاد في الخلية الأصلية كما هو الحال عندما تصاب الخلية بغزو رشحي (فيروسي) .

الشبكة البروتوبلازمية Endoplasmic reticulum

تظهر الشبكة البروتوبلازمية في المجهر الالكتروني على شكل أشرطة أو خطوط متشابكة أو بما يشبه رباط الحذاء وقد أعطيت اسم شبكة . والأسم الأصلي لهذه الشبكة مبنية على ملاحظات محدودة في بداية تشخيص وجود هذه التراكيب على إنها محصورة في أجزاء السائتوبلازم القريب من النواة والتي كانت تسمى البروتوبلازم الداخلي* (Endoplasm) غير ان الدراسات اللاحقة أثبتت عدم صحة كون هذه الشبكة محصور في تلك المنطقة بل يمكن أن توجد في أي جزء من السائتوبلازم بضمنها المناطق القريبة من جدار الخلية .

إن هذه الشبكة تبدو في المقاطع بشكل خيوط مزدوجة تحصر فراغاً بينها وتمتد متصلة مع بعضها البعض على نحو شبكي وقد توحي هذه المقاطع بأنها مقاطع لقنوات ضيقة ، وقد تكون بعضها فعلاً قنوات ولكن معظمها في الواقع أكياس منضغطة وتجاويف أو حويصلات محاطة بأغشية سائتوبلازمية لها عمق غير ما توحي به المقاطع ولجدرانها قابلية التمدد في حالة امتلاء هذه الأكياس أو الحويصلات بمواد سائلة .

ان جميع انواع الخلايا تقريباً تحتوي على كمية من هذه الشبكة ولو قليلة ويختلف اتساع هذه التراكيب في الخلية باختلاف انواع الخلايا وفعاليتها . ويمكن ان نميز نوعين من الشبكة البروتوبلازمية : في احدهما تكون الجدران الغشائية

* لذا « ارتأينا حذف ذلك في التسمية العربية المقابلة وأن تكون الشبكة البروتوبلازمية » .

للشبكة « ملظومة » باجسام رايبوزية ملتصقة على سطوحها لذا يسمى هذا النوع بالشبكة البروتوبلازمية المحببة أو الخشنة Rough surfaced endoplasmic reticulum (or granular endoplasmic reticulum) اما النوع الثابت فان جدرانها الغشائية خالية من الاجسام الرايبوزية فتظهر ملساء وتسمى بالشبكة البروتوبلازمية الملساء او غير المحببة :

(Smooth surfaced endoplasmic reticulum (or: Agranular endoplasmic reticulum).

ويتصل النوعان في بعض المناطق وتكون نسبة احدهما الى الآخر في الخلية مختلفة حسب تخصص الخلايا .

وخلال هذه الشبكة من التجاويف والقنوات تنتقل البروتينات (بما فيها الخمائر) والدهون وبعض المواد الاخرى وتوزع الى مختلف اجزاء الخلية . وفي بعض الاحيان تتجمع وتخزن داخل هذه الشبكة لفترات معينة (انظر شكل رقم ١) .

الشبكة البروتوبلازمية المحببة :

Rough Surfaced (granular) endoplasmic reticulum

وهي كالمعتاد تتكون من أكياس أو حويصلات مفلطحة (جدرانها العليا والسفلى مستعرضة . وعند فحص مقطع منها تبدو كأنها قنوات) وهي منضدة بشكل متواز ، ويلتصق على سطوح جدرانها الغشائية من الخارج عدد لا يحصى من الأجسام الرايبوزية كما يوجد عدد آخر من هذه الأجسام غير ملتصق بالأغشية بل بين هذه الجدران . ان بعض هذه الأجسام يوجد بصورة منفردة والبعض الآخر يتكتل على شكل تجمعات . ان الأجسام الرايبوزية الملتصقة على سطوح الأغشية تعمل لتكوين بروتينات بمعزل عن السائل الحشوي أو سداة السايروبلازم وهذه البروتينات تصنع بصورة خاصة للتصدير إلى أماكن بعيدة أو إلى خارج الخلية على شكل إفرازات . ومن المحتمل ان مناطق مختلفة من الشبكة المحببة تعمل لتكوين بروتينات مختلفة غير ان ذلك ليس ثابتاً علمياً ومتروك لبحوث المستقبل .

إن تركيب جزئيات البروتين يتم في الجهة الخارجية من غشاء الشبكة البروتوبلازمية المحببة ، حيث توجد الأحماض الأمينية والحامض الرايبوزي الناقل (t RNA) والرسولي (m RNA) في السائل الحشوي (أو سداة السايوتوبلازم) المتاخم للأجسام الرايبوزية أو لتجمعات هذه الأجسام . وبعد ان تتكون جزئيات البروتين تنفذ خلال الغشاء إلى داخل الشبكة وقنواتها ، وبعض البروتينات المتكونة حديثاً تصبح محاطة كالحويصلات بغشاء لتكون معزولة عن السايوتوبلازم وتنقل كذلك إلى جهاز كولجي وبعضها الآخر ينتقل من خلال قنوات الشبكة البروتوبلازمية إلى جهاز كولجي أو إلى مناطق أخرى في الخلية . إن الحويصلات المذكورة حول البروتينات التي تم تركيبها حديثاً تكون على الأغلب بواسطة التبرعم الحاصل في جدار الشبكة البروتوبلازمية وتدعى بالحويصلات الناقلة (Transfere Vesicles) .

إن توزيع الشبكة البروتوبلازمية المحببة في الخلية يختلف حسب نوع الخلية ، ويمكن الاستدلال على وجود هذه التراكيب وتوزيعها في الخلية بالمجهر الضوئي من ظاهرة وجود عدد كبير من الأجسام الرايبوزية ملتصق في أغشية هذه التراكيب وفيما بينها .

ولهذه التراكيب خواص قاعدية في التلون فيميل لونها ميلاً شديداً إلى الزرقة بواسطة هذه الأصباغ . وفي حالة كثرة الأجسام الرايبوزية الطليقة أو الحرة في السايوتوبلازم ، فإن ذلك يعطي خواص تلون السايوتوبلازم بشكل متجانس ومنتشر في حين أنه في حالة الشبكة البروتوبلازمية المحببة تظهر هذه الخاصية في التلون بالزرقة في أغلب أنواع الخلية وتكون محصورة بمنطقة أو مناطق معينة من الخلية حسب وجود الشبكة المحببة التي عادة تمثل منطقة معينة في الخلية ففي خلايا حويصلات البنكرياس تكون الشبكة البروتوبلازمية المحببة قرب قاعدة الخلية أي بين النواة والقاعدة . أو تتوزع هذه الشبكة على شكل مناطق أو « بقع » في السايوتوبلازم كما هو الحال في خلايا الكبد والخلايا العصبية وفي حالات نادرة تكون منتشرة في السايوتوبلازم بشكل متجانس كما هي الحال في الخلايا البلازمية التي تكون الأجسام المضادة .

الشبكة البروتوبلازمية الملساء (غير المحببة) - Smooth

: Surfaced (Angranular) endoplasmic reticulum

تتكوّن هذه الشبكة من تجاويف أنبوبية أو قنوات تمتد بتعرج في السائتوبلازم وتتصل بعضها ببعض بشكل متشابك وفي معظم أنواع الخلية تكون الشبكة الملساء عبارة عن تجمعات قليلة من هذه التراكيب ولكنها متطورة ومتسعة في بعض الأحيان أو على شكل حويصلات كبيرة نسبياً . وأغشية هذه الأنابيب والقنوات لا تحمل أجساماً ريبوزية بل هي ملساء لذا فهي ليست معنية بتكوين البروتين بل لها وظائف أخرى في التفاعلات الكيميائية الحيوية لمواد مختلفة مثل الدهون من عائلة الكلسترول وتريغليسيريد وإفراز هورمونات الستيرويد التي لها علاقة بعائلة الكلسترول كإيوايا . . ومن الأمثلة على ذلك خلايا الطبقة القرنية للغدة الكظرية التي تفرز هورمونات مهمة . ومن الخلايا التي تكون فيها الشبكة الملساء متطورة ومهمة بالإضافة إلى وجود مناطق من الشبكة البروتوبلازمية المحببة هي الخلايا الكبدية ، إذ إن هذه الخلايا تكون معظم المواد البروتينية - الدهنية (Lipoprotein) الموجودة في الدم ، فالبروتين يتكوّن في الشبكة البروتوبلازمية المحببة ثم يذهب إلى الشبكة الملساء حيث يضاف الدهن إليها ثم تعبر هذه الجزئيات المركبة إلى جهاز كولجي ومن هناك تطرح إلى سطح الخلية على شكل إفراز يذهب إلى مجرى الدم . وكذلك فإن سائتوبلازم خلايا بطانة الأمعاء التي تقوم بامتصاص الدهون والشحوم التي جرى تحليلها في جوف الأمعاء بواسطة خائرهاضمة إلى مركبات أبسط ، وعندما تقوم الخلايا بامتصاص هذه المركبات يجري إعادة تركيب الشحوم في الشبكة البروتوبلازمية الملساء على شكل بقع دهنية صغيرة تطرح من قبل الخلايا إلى السائل بين الأنسجة حيث تنتهي هذه المركبات بالمرور إلى الأوعية اللمفاوية ثم بعد ذلك إلى مجرى الدم .

كما إن الشبكة الملساء خاصة في خلايا الكبد هي مركز التفاعلات الخاصة بإبطال التأثير السمي لبعض العقاقير كال (Barbiturates) وكذلك العمليات المتعلقة بالكلايكوجين حيث توجد خميرة (Glucose - 6 - phosphate) كما هي الحال أيضاً بالنسبة للخلايا العضلية .

أما في بعض خلايا المعدة فإن الشبكة الملساء تقوم بتركيز أيونات الكلور وتفرز حامض الهيدروكلوريك .

أما منشأ وتكوين الشبكة الملساء فيعتقد أن أجزاء أغشيتها تتكون في الشبكة البروتوبلازمية المحيطة .

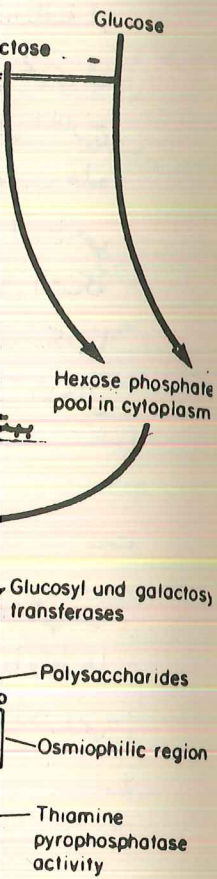
الفصل السادس

جهاز كوجلي Golgi Apparatus

ان هذا الجهاز لا يتكون من اجسام صلبة مثل الاجسام الرايوزية بل ذو تكوين شبكي ويفضل استعمال مجمع كوجلي بدلا من اجسام كوجلي وقد اعطى اسم العالم الايطالي المشهور كاميلو كوجلي الذي اكتشفه في عام ١٨٩٨ . لا يظهر هذا التركيب باستعمال المجهر الضوئي في الخلية ، عند تلوينها بالاصباغ الاعتيادية (او الروتينية كما تسمى) وانما قد يستدل الى موضعه من وجود منطقة خالية او باهتة الصبغة قريبة من النواة ولكن يمكن تلوينه بطرق خاصة عند تحضير الشرائح وعند استعمال المجهر الالكتروني ، اتضح انه جهاز معقد ومهم وخاصة في الخلايا التي وظيفتها تكوين الافرازات والخمائر مثل خلايا البنكرياس اشبه ما يكون بالمجمع الذي يعمل على تجميع المواد واعدادها .

يتكون مجمع او جهاز كوجلي من رفوف متراسة من التراكيب الغشائية موضوعة بعضها فوق بعض ، وهذه التراكيب الغشائية تكون كيسات (Saccules) مفلطحة تبدو في اغلب الاحيان مقوسة قليلا ، والجهة المقعرة من هذه التقوسات تكون باتجاه النواة .

يحتوي جهاز كوجلي على (٣ - ١٢) من هذه الكيسات التي تبدو نهاياتها منتفخة نتيجة امتلائها بالمحتويات شبه السائلة ، وتتخذ هذه الاجزاء المنتفخة شكلا كرويا لا تلبث ان تنفصل عن الكيس الذي نشاءت او تبرعت منه لتصبح طليقة في السايوبلازم كفقوة محاطة بغشاء ، وهي تبدو باهتة اللون ولكنها ليست فارغة بل تحتوي على مادة خفيفة تزداد كثافتها تدريجيا ، لذا تسمى بالفقوة المتكثفة Condensing Vacules . وتشاهد هذه في الخلايا التي تنهك بتكوين وطرح الافرازات كما في البنكرياس حيث تكون هذه الفقوات حبيبات مولدة الخمائر Zymogen granules .

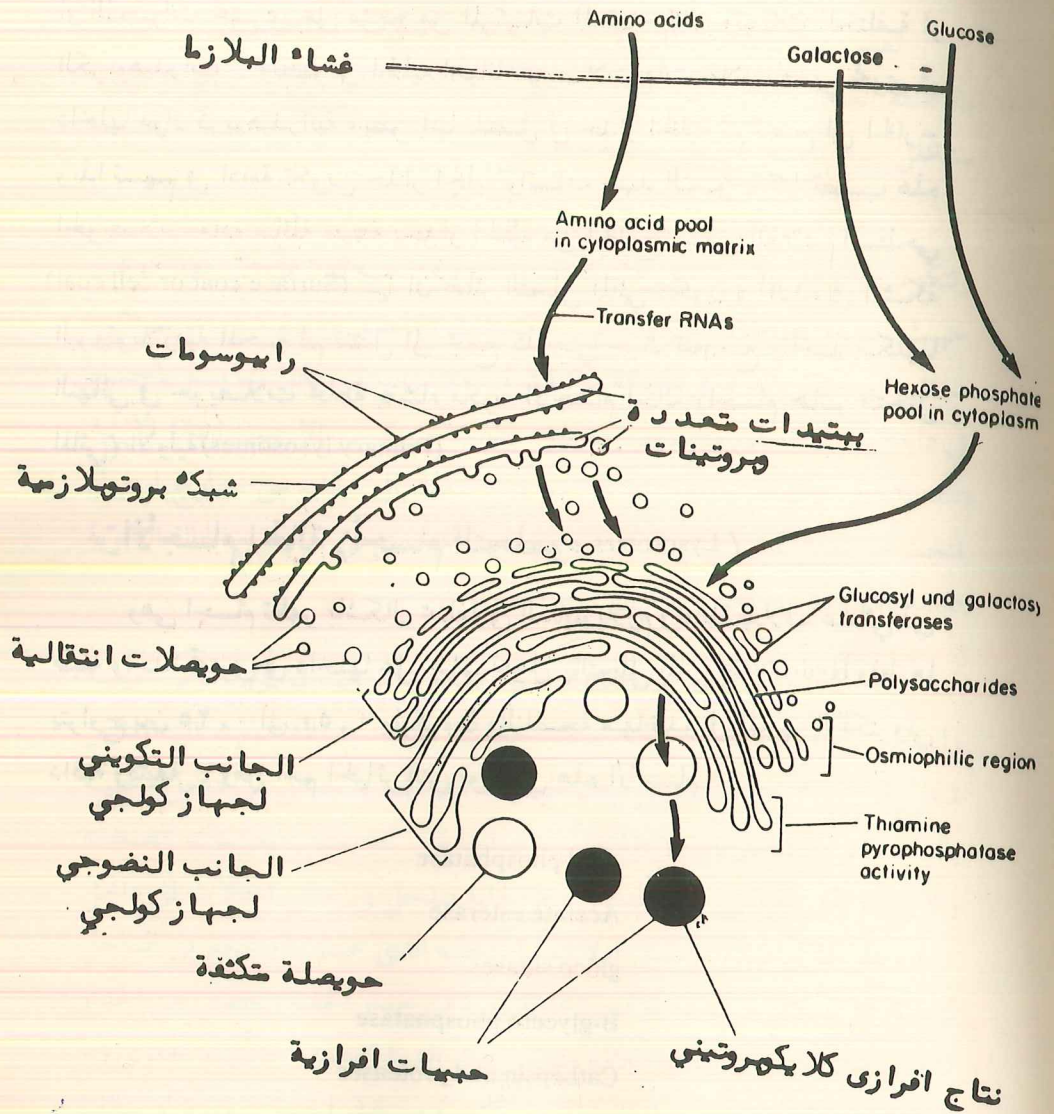


نتاج افرازى

(شكل رقم ٥)
رسم ت
الافرازى المتك
المعقدة وربط

وهكذا فأنا نشاهد حول رفوف الكيسات في جهاز كولجي عدداً من الحويصلات والفجوات المحاطة بأغلفة غشائية . وان اجزاء من الكيسات نفسها تستعمل لتكوين هذه الفجوات ، فجهاز كولجي ليس تركيباً ثابتاً وإنما هو في حالة تغير مسقول تستعمل اجزاء من اغشيته وكيساته باستمرار وبنفس الوقت يجري بناء وتعويض هذه الأغشية بواسطة التحام الحويصلات الناقلة التي سبق ذكرها (Transter Vesicles) بهذه الكيسات واندغام جدران هذه الحويصلات لتكون جزءاً من اغشية كيسات جهاز كولجي . وكما ذكرنا تتكون الحويصلات الناقلة من الشبكة البروتوبلازمية المحيية ، حيث تتكون البروتينات . . . فهذه الحويصلات تنقل البروتينات المتكونة في تلك الشبكة الى جهاز كولجي وكذلك مواد اخرى كالدهون . وبعد تكونها تكون محاطة بغلاف غشائي خال من الاجسام الرايبوزية وتتحرك باتجاه جهاز كولجي لتلتصق بالكيسات . وهكذا فان الحويصلات الناقلة تقوم بوظيفتين : الاولى نقل البروتين من الشبكة البروتوبلازمية المحيية وتفرغه في كيسات جهاز كولجي والثاني : ان جدرانها الغشائية تجهز هذه الكيسات باغشية جديدة لزيادة حجمها وتعويض ما يفقد منها في عملية حزم واعداد الفجوات المتكثفة والتركييب الاخرى التي تتكون من جهاز كولجي .

واهم وظائف جهاز كولجي هي دوره في الخلايا التي تعمل على افراز مواد مهمة - (بروتينية او مواد من السكريات المتعددة) الى خارج الخلية ، حيث يقوم جهاز كولجي في تركيبها بالشكل النهائي ولعل من التفاعلات المهمة التي تحصل هناك هي اضافة الكربوهيدرات الى المواد البروتينية في الافرازات التي تتكون من هذه المواد ، وفيما يخص السكريات فانه ليس فقط يركز هذه السكريات بل يكون منها مركبات غاية في التعقيد . وبعد تكوين المواد الافرازية بشكلها النهائي يجري في جهاز كلوجي ايضا حزمها وتغليفها واعدادها للافراز الى خارج الخلية ومن امثلة الخلايا التي يقوم جهاز كولجي فيها يدور مهم هي الخلايا الكأسية Goblet Cells الموجودة في بطانة الامعاء الدقيقة والغليظة وفي اماكن اخرى كثيرة ، وهذه الخلايا تفرز مادة كلايكو بروتينية ، فالبروتين يتكون في الشبكة البروتوبلازمية المحيية وينقل الى جهاز كولجي في حين تشير الادلة ان جهاز كولجي يقوم بتركيب الكربوهيدرات من مصادر عديدة ويضيف هذه المواد الى البروتين ليكون افرازاً مخاطياً (Mucus) (انظر شكل رقم ٥) .



(شكل رقم ٥)

رسم توضيحي يبين تركيب جهاز كولجي وعلاقته بالشبكة البروتوبلازمية ودوره في تركيز البروتين الافرازي المتكون في الاجسام الرايبوزية للشبكة البروتوبلازمية كما له دوره في تركيب الكربوهيدرات المعقدة وربطها بالبروتينات .

وفي تراكيب جهاز كولجي يجري تركيز عدد من المواد الكيميائية والخمائر واعدادها على شكل حويصلات او فجوات مغلقة بأغشية وبعض هذه الحويصلات او الفجوات تحتوي على مزيج من المركبات المعقدة كالبروتينات المختلفة او الكربوهيدرات . وتظهر في الخلية احيانا حويصلات ذات غلاف هديبي تحوي في داخلها مواد كربوهيدراتية ويظن انها تلتصق في جدار الخلية ثم تفتح الى الخارج وبذا تسهم في ادامة تكوين جدار الخلية واتساعه عند النمو ، كما تصب هذه الحويصلات مادة سائلة محيطة بجدار الخلية من الخارج تسمى الغلاف السطحي (Surface coat or cell coat) كما ان خمائر التحلل المائي تتكون في البدء في الشبكة البروتوبلازمية المحببة ثم تنتقل الى مجمع كلوجي حيث تتجمع وتأخذ شكلها النهائي في حويصلات محاطة بغشاء مكونة الاجسام الحالة (اجسام خمائر التحلل المائي) الأولية (Primary lysosomes)

الاجسام الحالة (أجسام التحلموء Lysosomes)

وهي اجسام تظهر باشكال مختلفة في الساييتوبلازم ومحاطة بغلاف غشائي ذي طبقة واحدة تحتوي في داخلها على خمائر تعمل بالتحلل المائي Hydrolysis وقطرها يتراوح بين ٢٥, ٠ الى ٥٠, ٥ مايكرون والناضجة منها تبدو في المجهر الالكتروني داكنة وكثيفة . ومن اهم الخمائر التي توجد في هذه الاجسام

- Acid phosphatase
- Acetate esterase
- gluco sidases
- B-glycero phosphatase
- Cathepsin and proteases

ويعتبر الكشف عن خميرة Acid phosphatase او B-glycerophosphatase في اي من هذه الاجسام دليلا على انها من مجموعة الاجسام الحالة .

ان هذه الخمائر تحلل المركبات الكيميائية المعقدة كالبروتينات والكاربوهيدرات والدهون الى مواد بسيطة وهي تحاول هضم المواد التي قد تحتويها

وباختصار انها اجهزة هضم الخلية وكثيرا ما ترى هذه الاجسام محتوية على تشكيلات وتكدسات من الاغشية الناتجة عن تراكم حطام بعض مكونات الخلية .

تعمل خمائر التحلل المائي في درجة حموضة عالية نسبياً (low PH) وهي محاطة بالاغلفة الغشائية لعزلها من محتويات السايوبلازم فأذا تخربت هذه الخمائر فأنها ستحلل المواد الموجودة وتدمر الخلية .

توجد الاجسام الحالة في مختلف انواع الخلايا عدا خلايا اقراص الدم الحمراء وتتكون خمائر هذه الاجسام في الشبكة البروتوبلازمية المحيطة ثم تنقل الى جهاز كولجي حيث تتجمع في اجزاء متبرعمة من الكييسات وتنفصل على شكل حويصلات مستديرة ويعتقد بأنه تجري اضافة مركبات كربوهيدراتية الى مكونات هذه الاجسام في داخل جهاز كولجي وعند تحررها من جهاز كولجي تدعى الاجسام الحالة الاولية Primary lysosomes وعندما تتفاعل مع مواد نفذت الى الخلية من الخارج او مواد نتجت من تهدم بعض مكونات تراكيب الخلية فأنها ستدعى الاجسام الحالة الثانوية secondary lysosomes

ان المواد المحللة الى مركبات بسيطة كتحلل البروتينات الى امحاض امينية والسكريات المعقدة الى سكريات احادية والشحوم والدهون الى امحاض شحمية . . . الخ وكذلك المركبات البسيطة اللاعضوية تدخل الى داخل الخلية بالامتصاص والتنافذ Diffusion عبر جدار الخلية . اما بعض الجزيئات الضخمة والاجسام الغريبة التي قد توجد في محيط الخلية فتدخل في بعض الحالات الى داخل الخلية بطريقة خاصة اذ تلتصق اولا بجدار الخلية الذي يحيط بها وتندفع الى الداخل لتصبح على شكل حويصلة او فجوة محاطة بجزء من جدار الخلية وتنفصل عن الجدار الاصيل لتصبح داخل السايوبلازم وتسمى هذه العملية بعملية الالتهام الخلوي (او البلعمة) Phagocytosis واذا كانت المادة الملتهمة من قبل الخلية صغيرة او سائلة فتدعى بعملية الشرب الخلوي Pinocytosis وتتعامل الاجسام الحالة بطريقة مختلفة نوعا ما مع كل من هذين الشكلين من الالتهام الخلوي ففي الحالة الاولى : عملية التهام اجسام كبيرة نسبيا . يلتقي جسم حال بالفجوة او الحويصلة الحاوية للمواد الملتهمة ويلتحم الجدران وفي نقطة الالتحام يحصل تمزق فتختلط المواد التي يحويها

الجسم الحال مع المواد الملتهمة ويسمى الجسم الحاصل كما ذكرنا الجسم الثانوي (Secondary lysosome) او الجسم الحال الفعال Active lysosomes وتقوم الخيثر بتحليل وهضم المواد الملتهمة واذا بقيت اجزاء من هذه المواد غير قابلة للهضم فيدعى جسم الفضلة Residual body ، حيث يطرح الى خارج الخلية .

اما في حالة الشرب الخلوي Pinocytosis فتكون الحويصلة او الفجوة التي تحوي هذه المواد صغيرة وعندما يلتقي بها جسم حال فان جداره يحيط بالحويصلة ويلتهمها اى داخله وقد لوحظ ان بعض الاجسام الحالة تحتوي على عدد من الحويصلات الصغيرة .

بالاضافة الى ما تقوم به هذه الاجسام من هضم المواد التي تلتهمها الخلية فانها ايضا تلتهم المواد غير الدائبة في الساييتوبلازم والنااتجة من استهلاك او تحطم تراكيب الخلية . . . كأجزاء من الشبكة البروتبلازمية المحببة او اجزاء من العصويات التنفسية mitochondria وقد يشاهد احياناً بعضاً او اجزاء من هذه التراكيب داخل الاجسام الحالة ، وفي هذه الحالة تدعى بفجوات الالتهام الذاتي autophagic vacoules

تكثر الاجسام الحالة في الخلايا التي وظيفتها الدفاع عن الجسم كالكريات البيضاء وخلايا المتلهمات الكبيرة (او البلعمية) Macrophages وغيرها حيث تقوم هذه الخلايا بالتهام الاجسام الغريبة والجراثيم لتقوم الخيثر بتحليلها وهضمها . وقد وجد ايضا ان تغيرات واضحة تطراً على الاجسام الحالة في حالات مرضية عديدة كالالتهابات والاصابات ببعض الطفيليات وانواع من امراض الروماتزم وغير ذلك .

وترافق الكثير من التغيرات التي تتعرض لها الخلية نتيجة عوامل مرضية او عوامل مهدمة او سامة ترافق هذه التغيرات ، تغيرات في فعالية وعدد الاجسام الحالة . ومن ملاحظة الخلايا مباشرة بعد موتها وجد ان خيثر التحلل المائي تنتشر في الساييتوبلازم وتحلل تراكيب الخلية نفسها ، وهذا ما قاد الى استنتاج بأن العوامل المختلفة التي تؤدي الى تدمير الخلية وموتها انما تفعل ذلك نتيجة تأثيرها على الاجسام الحالة حيث تؤدي الى اطلاق الخيثر الموجودة فيها فتصبح مختلف تراكيب الخلية

معرضة لمفعولها التحليلي اي انها ستهدم الخلية من الداخل . ومن البحوث الكثيرة وحدان كثيرا من العوامل السامة والمؤذية للخلية تفعل بهذه الطريقة غير ان عوامل سامة اخرى تؤثر على الخلية بطرق مختلفة اي تعمل على اخلال التراكيب الاخرى في الخلية كتأثير نقص الاوكسجين anoxia على العصيات التنفسية وتأثير Maleic Hydrazide الكروموسومات وغير ذلك .

ومن جهة اخرى فأن سم بعض الجراثيم Streptolysin يمزق غشاء الاجسام الحالة في الكريات البيضاء فيؤدي ذلك الى موت هذه الخلايا في حين ان تماس اجسام الجراثيم ذاتها (Streptococcus) مع هذه الكريات يؤدي الى ان تقوم الكريات البيضاء بالتهام الجراثيم وتكوين فجوات حيث تقوم الخمائر بتحليل هذه الجراثيم وتبقى الكريات البيضاء حية خلال كل هذه العملية .

الجسيمات الدقيقة او الجسيمات البيروكسوية Micro bodies or

Pexisomes

هذه جسيمات صغيرة كروية الشكل ذات قطر حوالي $1/2,5$ مايكرون محاطة بغشاء ذي طبقة واحدة وقد اكتشف وجودها في اول الامر في الانابيب المتلوية الدانية في الكلية وبعد ذلك وجدت ايضا في خلايا الكبد .

ويحتوي مركز هذه الجسيمات على انابيب دقيقة مرتبة بشكل محدد وكل واحد منها محاط بعشرة انبيبات صغيرة .

تنتشر الجسيمات الرقيقة في الساييتوبلازم وحيانا ترتبط بالشبكة البروتوبلازمية وربما تتكون منها وفي بعض الاحيان تكون بتناس او قريبة جداً من العصيات التنفسية (او البلاستيدات الخضراء Chloroplasts) في اوراق النباتات الخضر) . تحتوي الجسيمات الدقيقة على اربع خمائر مهمة هي

1 - Urate oxidase, 2 - D-amino acid oxidase

3 - d-hydroxy acid oxidase 4-Catalase

الثلاث الاولى من هذه الخمائر معنية بتكوين بيروكسيد الهايدروجين

(Hydrogen peroxide) باختزال الاوكسجين والخميرة الاخيرة معينة بتحليل بيروكسيد الهايدروجين وهذا عمل مهم جداً لأن بيروكسيد الهيدروجين مضر وسام للخلية ويعتقد ان خميرة urate oxidase تتركز في مركز الجسيم بينما تنتشر catalase في السائل الحشوي مع البروتينات الذائبة الاخرى وخمائر اخرى اقل اهمية من الاربعة المذكورة .



(شكل رقم ٦)

صورة مأخوذة بواسطة المجهر الالكتروني لعصية تنفسية نموذجية في احدى خلايا البنكر أس تيبين الرفوف والسداة والحبيبات الداكنة (x ٧٩٠٠٠)

الفصل السابع

العصيات التنفسية Mitochondria

وتوجد في كافة الخلايا الهوائية (التي تحتاج للاوكسجين في حياتها) في النباتات والحيوانات الراقية وكذلك في بعض الاحياء المجهرية وقد درست بالمجهر الضوئي بشكل مكثف في الفترة ١٨٧٠ - ١٩١٥ وهي تظهر كعصيات صغيرة بطول = ١ - ٤ مايكرون تقريباً وبعرض ٣, ٠ - ١ مايكرون ولكن توجد اختلافات كثيرة في طول هذه الاجسام السايتوبلازمية ويمكن صبغها بواسطة المجهر الضوئي باستعمال الصبغات الحيوية الخاصة مثل أخضر جانوس ب Janugeen B واملاح Tetrazolium وهذه الالصبغ تلونها في الانسجة الحية أو المقطوعة حديثاً . كما يمكن دراستها باستعمال مجهر الالوجه المتباينة . وحديثاً تجمعت معلومات هائلة وكثيرة باستعمال المجهر الالكتروني وباستعمال طرق عزل هذه العصيات من بين التراكيب الاخرى وطرق التجزؤ ومنها طرق تجزؤ العصيات التنفسية Fractionation Of Mitochondria وباستخدام الذبذبات الصوتية Sonic Vibration وان العصية التنفسية Mitochondrion محاطة بجدار ذي غلافين غشائيين رقيقين تخزن الواحد منها ٦٠ - ٧٠ انكستروم وتفصلهما مسافة تتراوح بين ٦٠ - ١٠٠ انكستروم . والغشاء الداخلي له امتدادات الى داخل العصية مكوناً طيات كثيرة على شكل صفائح متوازية بينها نفس المسافة وكأنها الرفوف وتدعى «الاعراف» Cristae ، وهذه تختلف في طولها وثخنها ، أي باختلاف المسافة بين غشائي «العرف» أو «الرف» . (أنظر شكل رقم ٧) .

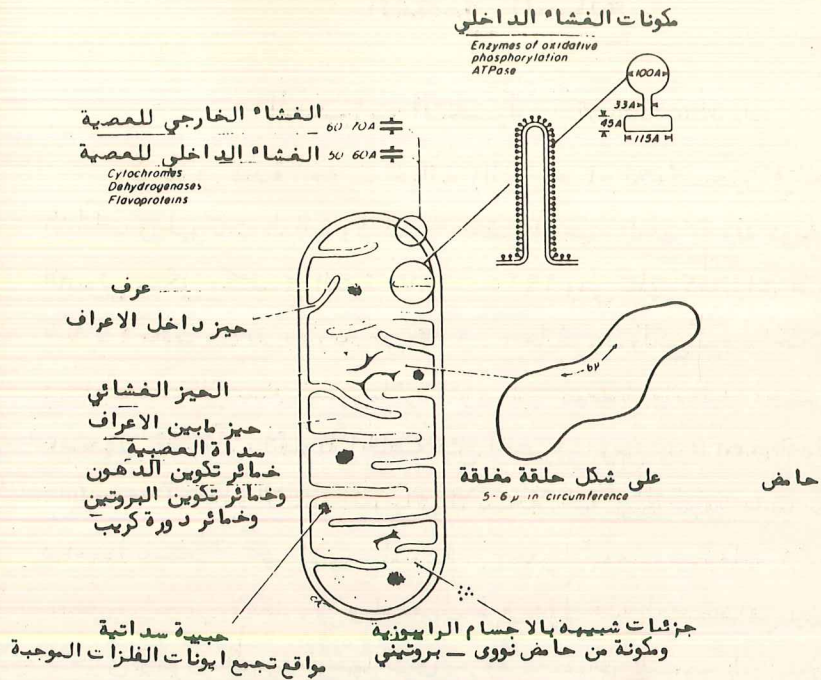
ان هذا المصطلح العربي المقترح من قبل المؤلف ليس ترجمه حرفية للمصطلح الانكليزي فالمصطلح الانكليزي مشتق من الاغريقية يعني حرفياً : حيط = Mitos حبيبة Chondros «الحبيبات الخيطية» وهو يعود الى مرحلة سابقة للمعلومات الحديثة عن هذه الاجسام ، وان المصطلح العربي المذكور أكثر انطباقاً من حيث الشكل والوظيفة غير انه يجب التنبيه الى ان المصطلح الانكليزي شائع جداً في الكتب والابحاث والمصادر . وقد صدرت مؤخراً الطبعة الثانية للمعجم الطبي الموحد حيث استعملت كلمة «متقدرات» مقابلة لها

والفراغ الـ
intercrystal Space)
يدعى بالسائل الحـ
العصيات احياناً
تجمعات لا يونات
عصيات الخلايا المـ
والخلايا الطلائية
(Osteoclasts)

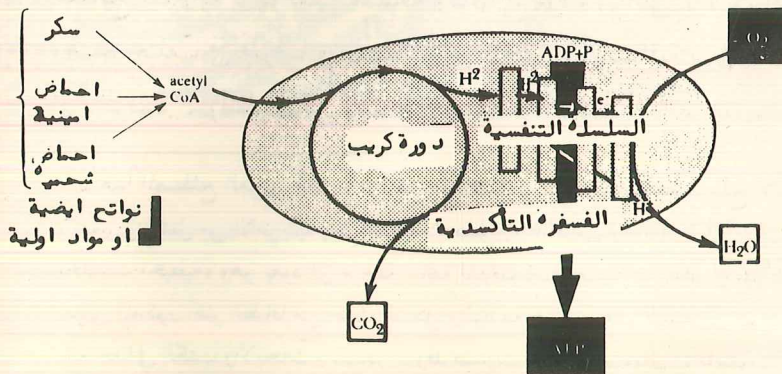
وبالتكبير الـ
الداخلي المواجه للـ
سويق رقيق وربما
مكون من رأس كـ
الوحدات البنائية
الداخل هذه الكرا
(Atpase) وتدعى الـ

الثنائي الفوسفات
للغشاء الداخلي و
الكيميائية للتنفس
بشكل دقيق حسب
المتكررة على سطو
ان بروتينات هذه الـ
٨,٥% من مجموع
(and Cytochromes)

(شكل رقم ٨)
لقد وجد ان
الغشاء الداخلي انت
أخرى .



(شكل رقم ٧) رسم توضيحي للتركيب المكونة للعصية التنفسية



(شكل رقم ٨) رسم تخطيطي يبين وظيفة العصية التنفسية

والفراغ الذي داخل العصية التنفسية يدعى الفراغ ما بين الاعراف (Intercristal Space) وهو مملوء بسائل بروتوبلازمي أكثر كثافة من الساييتوبلازم يدعى بالسائل الحشوي للعصية التنفسية (Mitochondrial Matrix) وتظهر داخل العصيات احياناً حبيبات داكنة بيضوية الشكل ، وقد تبين ان هذه الحبيبات هي تجمعات لايونات موجبة الشحنة مترسبة على شكل حبيبات صلبة ، وتكثر في عصيات الخلايا المعنية بامتصاص وتبادل الماء والاملاح كالانابيب الدقيقة في الكلية والخلايا الطلائية في بطانة الامعاء الدقيقة وقاضحات (او ناقضات العظم) (Osteoclasts) . الخ .

وبالتكبير العالي بواسطة المجهر الالكتروني تبين انه يوجد على سطوح الغشاء الداخلي المواجه للسائل أو لسداة العصيات كرات صغيرة تتصل بالغشاء بواسطة سويق رقيق وربما يمكن تصور ان الغشاء الداخلي يتكون من وحدات بنائية كل منها مكون من رأس كروي متصل بسويق يوصل الكرة بالقاعدة ، وتتصل قواعد الوحدات البنائية مع بعضها متراصفة لتكون الغشاء الداخلي الذي تبرز منه الى الداخل هذه الكرات الصغيرة . وقد وجد ان هذه الكرات تحتوي على خميرة معينة (Atpase) وتدعى ايضاً عامل ف (F₁) التي تقوم بالمراحل الختامية في تحويل الادنين الثنائي الفوسفات الى ثلاثي الفوسفات (ATP) . وتتوزع على السطوح الداخلية للغشاء الداخلي وخاصة في الرفوف أو الاعراف والخمائر المعنية بالتفاعلات الكيمياوية للتنفس والفسفرة (Oxidation And Phosphorylation) وهي مرتبة بشكل دقيق حسب تسلسل التفاعل ، وهناك العديد من السلاسل المتكاملة المتكررة على سطوح الاعراف كل منها يمكنه ان ينجز عملية الاكسدة والفسفرة . ان بروتينات هذه الخمائر تؤلف جزءاً كبيراً من مجموع الاغشية العرفية وقد قدر ان ٨,٥ ٪ من مجموع البروتين الموجود في خلية كبد الجرذ يتكون من الـ (Flavoproteins And Cytochromes) (وهي الانواع الرئيسية للخمائر التنفسية) . (شكل رقم ٨) .

لقد وجد ان الغشاء الخارجي يسمح بنفاذ معظم المواد الكيمياوية عبره غير ان الغشاء الداخلي انتخابي أي انه يسمح لبعض المواد بالمرور ولا يسمح لانواع معينة أخرى .

ان عبور بعض المواد والأيونات عبر غلاف العصيات التنفسية يحتاج الى طاقة لكي يتم ، أي انه عملية نقل فعال تتم خلال غلاف هذه التراكيب .

وتستطيع العصيات التنفسية تركيز بعض الأيونات في داخلها نسبة الى تركيزها المنخفض في السايوتوبلازم المحيط بها ، مثل أيونات البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والفوسفات ويعتقد ان قدرة العصيات على تركيز أيون الكالسيوم داخلها يؤدي الى خفض تركيزه في السايوتوبلازم ، وربما ان اعادته بسرعة الى السايوتوبلازم يؤدي الى تحفيز الخلية لاداء بعض الوظائف كالتقلص في حالة خلايا العضلات أو إفراز المواد الافرازية وغير ذلك .

وظائف العصيات التنفسية :

ان الوظيفة الاساسية لهذه الجسيمات هو تزويد الخلية بالطاقة ويطلق عليها في كثير من الأحيان «بيت الطاقة» فالخلية تحصل على الطاقة من اكسدة المواد الغذائية وخاصة السكر وكما نعلم فان هذه المواد تمتص من المحيط وتجري عملية تحليل السكر تدريجياً وعلى خطوات في السايوتوبلازم أولاً وبدون الحاجة الى وجود الاوكسجين فيتحول الى مادة تعرف بحامض البايروفيت (Pyruvate Or Pyruvic Acid) ونتيجة لهذه الخطوات التحليلية تتكون جزئيات قليلة من مادة «ATP- (ادنين ثلاثي الفوسفات) وحرارة قليلة ايضاً . . . وفي داخل العصيات التنفسية تكتمل عملية التحليل الكيماوي للمركبات الناتجة من التحلل الاول ولكن بوجود الاوكسجين وتدعى هذه المرحلة بالتنفس الخلوي (Cell Respiration) فعلى سطوح اغشية الرفوف الداخلية تنتظم خمائر السلسلة التنفسية أو سلسلة كيرب Krebs Cycle أو Citric Acid Cycle كما توجد خمائر أخرى خاصة باكسدة الاحماض الشحمية وبعض الانزيمات المتعلقة بالاحماض الامينية ، وخلال عملية تحلل مثل هذه المواد تتحرر أيونات الهايدروجين التي تفاعلها مع مركبات أخرى من نوع التيميم الخميري (Coenzyme) يرمز له بـ (NAD) وكذلك تنتقل الكترولونات الهيدروجين عبر سلسلة الخمائر التنفسية التي منها Chtochromes, Flavoproteins وفي نهاية السلسلة التفاعلية تتحد مع بروتونات والاكسجين لتكون الماء اما الطاقة

الناتجة من انتقال الالكترونات فتستخدم في مواضع عديدة من سلسلة التفاعلات لعملية الفسفرة (Phosphorylation) حيث يتحول ثنائي فوسفات الادنين (ADP) بوجود الفسفور الطليق - الى ثلاثي فوسفات الادنين (ATP) .

ان الشيء المهم في التفاعلات الجارية يداخل العصيات التنفسية هو اقتران عمليتي الاكسدة والفسفرة ، وبالتالي خزن الطاقة كيميائياً في جزئيات (ATP) فاذا لم تقترن الاكسدة بالفسفرة فان الطاقة المتحررة من عملية التفاعلات تكون على شكل حرارة كما يحصل عند التسمم بمادة Dinitro Phenol (DNP) .

ان انتظام عمل العصيات التنفسية تسيطر عليه عوامل كثيرة وبطرق معقدة ومن هذه العوامل نفاذية غلاف العصيات وتغير هذه النفاذية والكمية المتوفرة من مادة (ADP) والفوسفات ، والفعل المثبط العكسي لنواتج سلسلة حامض الستريك ، وتحفيز الخمائر بواسطة المواد الاولية وسرعة ازاحة النواتج المتوسطة . كما ان هناك هورمونات تؤثر مباشرة على تفاعلات العصيات التنفسية كهورمون الغدة الدرقية .

ان الطاقة التي تحررها العصيات التنفسية تستخدم في مختلف الفعاليات وفي بناء المركبات الكيميائية وكذلك في عملية انتقال بعض المركبات والأيونات عبر جدار الخلية اذ ان حركة كثير من الأيونات والمواد لا تخضع فقط لعوامل اختلاف التركيز على جانبي جدار الخلية - الضغط التناظفي Osmotic Pressure - بل تسيطر عليها فعاليات نقل وخصائص خاصة تحقق توزيعاً معيناً لهذه الأيونات على جانبي جدار الخلية وهذه العملية تحتاج الى طاقة تستهلك من جزئيات (ATP) وقد وجد ان درجة فعالية الخميرة التي تفكك جزئيات (ATP) في جدار الخلية الى (ADP) ويسمى Transport Atpase والذي يعمل على تركيز البوتاسيوم في داخل الخلية والصوديوم خارجها ، عامل مهم في السيطرة على سرعة العمليات التنفسية في العصيات وذلك على مدى فعله تتحد كمية (ADP) التي تدخل الى العصيات التنفسية . ولقد وجد ان دخول البوتاسيوم الى داخل الخلية يرتبط بنقل الصوديوم الى الخارج عبر جدار الخلية (بتأثير الخمائر والطاقة المتحررة) ويسمى هذا نظام النقل رقم (1) كما يقترون

بأي شيء دخول كثير من المواد الأخرى مثل الماء والأحماض الأمينية . . الخ الى داخل الخلية مرتبط بدخول الصوديوم أيضاً ويسمى هذا بنظام النقل رقم (٢) .

هناك مركبات كيميائية كثيرة تعطل سلسلة التفاعلات التنفسية في مواقع عديدة ، مثل Malonate (الزرنينخ) Flouroacetate, Arsenicals السيانايد Cyanide التي تثبط فعل خمائر التنفسية ومادة Ouabain التي تثبط خميرة Atpase الناقل ، وكذلك بعض مضادات الحياة كالOrganotin, Oligomycin . . . الخ .

توجد العصيات التنفسية في جميع أنواع الخلايا ويختلف شكلها وحجمها وعددها من خلية الى أخرى حسب نشاط الخلية وحاجتها الى الطاقة ، وتحتوي خلايا الكبد في الجرذ على ٥٠٠ - ٢٥٠٠ عضية تنفسية بينما يوجد في الامبيا الضخمة حوالي ٥٠٠٠٠٠٠ عضية تنفسية بينما يوجد في الحيمن عصيات قليلة .

تتوزع العصيات التنفسية بحيث تكون قريبة من مناطق الحاجة الى الطاقة فمثلاً توجد بكثرة بين دخول الليفات التقلصية كخلايا العضلية وخاصة عضلة القلب حيث تكون مكدسة بين الليفات ، كما توجد قرب الاهداب المتحركة في الخلايا الطلائية (الظهارية) وبعض أنواع الاحياء وحيدة الخلية . وغالباً ما تكون العصيات متوزعة باتجاه عملية الافراز او الاقتصاص وفي حالات خاصة توجد فيما بين طيات جدار الخلية التي تكون انبعاجات متعددة في المنطقة القاعدية للخلية وبين هذه الانبعاجات تكثر العصيات التنفسية الطويلة وبشكل متواز مع الانبعاجات مما يجعل هذه العصيات على علاقة بمساحة سطحية كبيرة من جدار الخلية . . . وهذا الترتيب يوجد في خلايا انيبيبات الكلية وفي القنوات الافرازية للغدد اللعابية ، حيث تكون هذه الخلايا متخصصة بشكل عالي الكفاءة في نقل وتبادل الأيونات . وتكثر العصيات التنفسية ايضاً في نهاية الاعصاب بمنطقة الاشتباك العصبي وقرب الشبكة البروتوبلازمية الملساء في خلايا المعدة المتخصصة في تكون حامض الهيدروكوريك وقرب الشبكة البروتوبلازمية المحببة في خلايا الكبد والبنكرياس وكذلك في خلايا الشحوم البنية .

تحتوي العصيات التنفسية على جزئيات (DNA) خاصة بها ولها شكل حلقي كما يوجد ايضاً (RNA) وبعض الاجسام البرايوزية والخمائر المتعلقة بتكوين (RNA)

وتحفيز الاحماض الامينية أي انها تمتلك العدة اللازمة لتكوين البروتينات . والرأي السائد بانها تكون فعلاً كميات قليلة من البروتينات والخمائر غير ان معظم باقي البروتينات تتكون في السايروبلازم بتوجيه (DNA) النواة وربما تكون العصيات التنفسية بروتينات خاصة تدعى من قبل بعض المؤلفين البروتين المنظم الذي له مناطق ارتباط معينة تحدد التوزيع التسلسلي للخمائر كما يعتقد بان الغشاء الداخلي للرفوف (الاعراف) يتكون من الارتباط التلقائي لوحداث الخمائر بوجود البروتين المنظم .

ان الطريقة الاساسية في تكاثر العصيات التنفسية أو تولدها هي طريقة انقسام العصيات الكبيرة ، كما لوحظ بانه عند انقسام الخلية تنقسم معظم العصيات فتتكاثر وتتوزع بعد ذلك بالتساوي على الخلايا البنية ويعتقد ايضاً بان العصيات التنفسية تتكون احياناً من التراكيب الغشائية الأخرى في الخلية أو تبنى من مواد اولية أو جزئيات مباشرة غير ان هذا التصور لم يثبت ، وقد لوحظ ان هناك انواعاً من الخميرة (Yeast) تعيش عيشة لا هوائية (Anaerobic) لا تحتوي على عصيات تنفسية (لعدم الحاجة لها) ولكنه عند تعريض هذه الخميرة الى الاوكسجين تتكون العصيات التنفسية من تراكيب بسيطة تدعى «قبل العصيات» Promitochondria .

ومن وجهة نظر التفسير التطوري للخلية ، وبمقارنة خواص العصيات التنفسية بالبكتريا ظهرت فرضية بان وجود العصيات التنفسية في الخلية نتيجة تطور الحياة التعايشية بين كائن هوائي دقيق تمثله العصيات التنفسية وخلية غير هوائية كبيرة الحجم وبالتدريج فقد الكائن الهوائي الدقيق معظم خواصه ومواده الوراثية وتخصص في تجهيز ، الخلية المضيفة بالطاقة عن طريق التفاعلات التنفسية .

الفصل الثامن

تراكيب ومحتويات أخرى :

الجسيم المركزي Centrosome

يحتوي على حبيبتين صغيرتين او عصيتين قصيرتين تدعى كل منها بالمريكز Centriole ويقع كل منهما قرب النواة وحياناً محاط جزئياً بواسطة جهاز كولجي .

وباستعمال المجهر الالكتروني يظهر كل مريكز كاسطوانة مجوفة بقطر حوالي ١٥٠ ناموميتر وطول حوالي ٣٠٠ - ٥٠٠ ناموميتر مسدود من أحد الجانبين ومفتوحة من الجانب الآخر ، والجوف الداخلي يحتله سايتوبلازم قليل الكثافة وقد توجد فيه حبيبة داكنة صغيرة والمقطع العرضي للمريكز دائري وجداره مكون من تسعة مجاميع من الوحدات البنائية Subunits مصفوفة طولياً ومتوازية مع بعضها وكل وحدة بنائية منها مكونة من ثلاثة انبيبات دقيقة ملتحمة سوية والانبيبات القريب من الجوف المركزي يرمز له بانبيبات او الوسطب والخارجي (ج) .

ان اسطوانتي المريكزين متعامدتان مع بعضهما والعوامل التي تحافظ على بقائهما هكذا غير معروفة .

عندما تستعد الخلية للانقسام ستكون جسماً مركزياً ثابتاً من الجسيم الاول ولكن ليس بطريقة الانقسام كما كان يعتقد سابقاً ، بل بتكونه تدريجياً من الاول حيث يبدأ المريكز الجديد من جانب المريكز الاصلي ويدعى عند بداية تكونه بـ «ما قبل المريكز» (Procentriole) ويبدو كحلقة من مواد ليفية حبيبية مكثفة لها نفس قطر اسطوانة المريكز ثم تأخذ هذه بالاستطالة تدريجياً وتظهر الانبيبات الدقيقة في جدارها مرتبة كما في المريكز الاصلي ، بعد ذلك ينفصل المريكز ان الجديدان ويبتعدان عن الجسيم الاصلي ليحتلا موقعا في الجهة المقابلة من النواة .

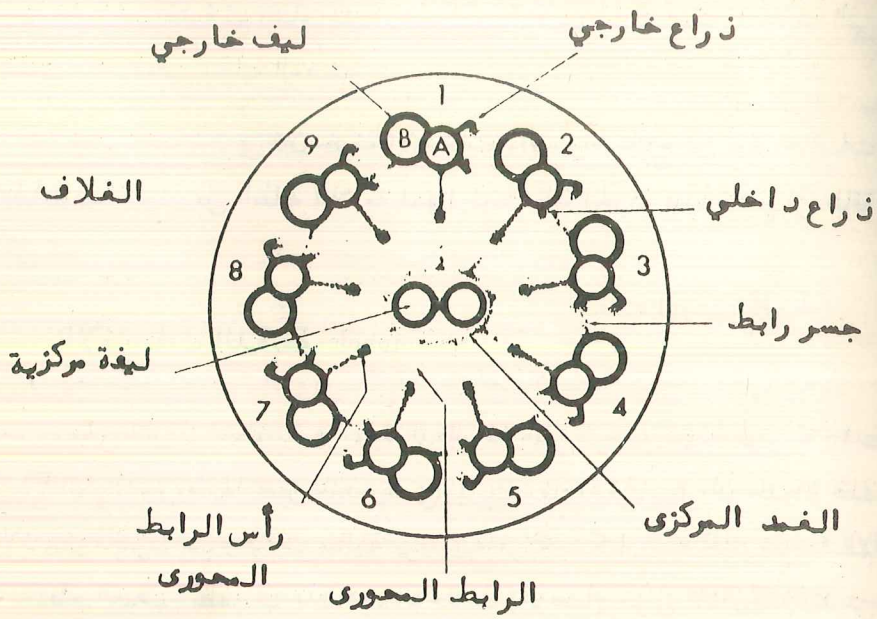
بالإضافة الى الدور المهم للجسيم المركزي في عملية انقسام الخلية فانه ايضاً يكون الجسيم القاعدي (Basal Body) الذي اليه تستند ومنه تنشأ الاهداب (Cilia) في الخلايا المهذبة كبعض انواع الخلايا الطلائية المنتشرة في الجسيم . ان بعض الخلايا تحمل مئات الاهداب وبما انه لكل هذبة جسيم قاعدي واحد (أي جسيم مركزي) فان هذه الخلايا تحتاج الى مئات الجسيمات المركزية مما يستدعى التكاثر السريع للجسيم المركزي الاصلي ولكن يعتقد الآن بانه ليس من الضروري ان تتكون كل هذه الجسيمات المركزية من تكاثر الجسيم الاصلي بل ربما تتكون من تجميع وحدات بنائية منتشرة في السايروبلازم ، وعندما تنتشر هذه الجسيمات المركزية تحت غشاء البلازما تنمو خارجة منها أنيبيبات دقيقة مكونة الاهداب . ودار المريكز كما ذكرنا مكون من مجموعة ثلاثية غير ان الأنبيبات لتكون جدار الهذبة أو السوط تنمو من اثنين فقط من مجموعة ، ويتم نمو هذه الأنبيبات لتكون السوط أو الهذبة بتجميع وحدات بنائية ذات طبقة بروتينية وبسيطرة المريكز او الجسم القاعدي واحياناً تنمو ايضاً الى داخل السايروبلازم لييفات من الجسم القاعدي لتكون جذور الهذبة او السوط .

الاهداب والاسواط :

تحمل الخلية المهذبة عادة العديد من الاهداب بينما الخلايا السوطية تحمل سوطاً واحداً أو اثنين ان الهذبة تكون بطول ٢ - ١٠ مايكرون وبقطر مايكرون بينما يكون طول السوط حوالي ١٠٠ - ٢٠٠ مايكرون وله نفس قطر الهذبة .

ان تركيب الهذبة والسوط متشابه وكل منهما كالمريكز جداره يحتوي على تسع مجموعات مكونة من زوج من الأنبيبات وبالإضافة الى ذلك يوجد زوج آخر في المركز لذا يرمز الى تركيب الهذبة بـ (٩ + ٢) بينما يرمز الى تركيب المريكز بـ (٩ + ٠) (صفر) وبامتداد الهذبة أو السوط الى الخارج محاطة بغشاء البلازما كامتداد من غشاء الخلية .

تتحرك الاهداب بانثناءات متناسقة متكررة وباتجاه محدد ثم تعود فتستقر وتنثني مرة اخرى وهكذا . . . وتناسق هذه الحركات مهم بحيث ان كل صف من



شكل رقم (٩)

رسم تخطيطي لمقطع عرضي لهدبة يبين مكوناتها كما تظهر في المجهر الالكتروني ذي القدرة العالية .

الاهداف او اهداب منطقة تنشي سوية في حين تكون الاهداب في المنطقة التي تليها بوضع الاستقرار ثم تستقيم الاولى عندما تبدأ اهداب المنطقة الثانية بالحركة وهكذا تبدو حركة الانثناءات كموجة على سطح الخلية اما السوط فيتحرك حركة تموجية على طول كحركة الشعبان . ان حركة الاهداب تحرك السائل المحيط وتخلق تيارا فيه ومثل هذه الحركة قد تساعد الاحياء وحيدة الخلية على الحركة او على طرد الاجسام الغريبة كما في حركة اهداب الخلايا التي تبطن الرغامى وبقية القصبات الهوائية في الرئة الى اعلاه .

ان آلية حركة الهدبة اي كيف تنتج من هذه الحركة غير معروفة بشكل اكيد ويعتقد ان للمجموعة الوسطية من الأنبيبات الدقيقة التي تكون الهدبة دور مهما السيطرة على الحركة ويعتقد ايضا ان حركة الهدبة قد يعود الى حصول قصر في بعض الأنبيبات الدقيقة المكونة لجدارها وخاصة المركزية منها او قد يعود الى انزلاق الأنبيبات بحركة متعكسة بعضها بالنسبة الى البعض الآخر مما يؤدي الى قصر في

جهة معينة من الهدبة ثم انشاء الهدبة وهذه الحركة الانزلاقية كالحركة الانزلاقية التي تحصل اثناء تقلص الخلية العضلية .

ومن ناحية اخرى فان حركة الاهداب والاسواط تحتاج الى توفر جزئيات (ATP) للحصول على الطاقة اللازمة فمهما كانت آلية الحركة فانها تحتاج الى طاقة لكي تتم .

الانبيبات الدقيقة Microtubules

وهي انابيب اسطوانية في غاية الدقة يبلغ قطر الوحدة منها حوالي ٢٠٠ - ٣٠٠ انكستروم وطولها غير محدد وهي ليست مغلقة بغشاء بل ان جدران هذه الانابيب مكون من وحدات بنائية بروتينية مرتبة بشكل شبه حلزوني منتظم وبالمقطع العرضي يظهر ان عدد هذه الوحدات (عرضيا) حوالي ١٣ وحدة وتدعى الوحدة منها احيانا بال (انبوبين Tubulin) .

تكثر الانبيبات الدقيقة في بعض الخلايا اكثر من غيرها وخاصة في الخلايا التي تمتلك امتدادات خارجة من جسمها كما في الخلية العصبية وبعض الخلايا الاخرى وكذلك في الصفائح الدموية .

وهذه الأنبيبات تتحكم بشكل اساسي في تحديد شكل الخلية لذا تدعى «هيكل الخلية Cytoskeleton» ، كما تسهم الانبيبات في حركة الخلية وتكون المغزل (Spindle) عند دخول الخلية في مرحلة الانقسام ، وحركة الكروموسومات خلال هذه العملية حيث تمتد الأنبيبات من المريكز الى الكروموسومات .

وقد تلعب الانبيبات دورا مهما في حركة انسياب السابتوبلازم داخل الخلية وفي نقل تأثير او الاستجابة للقوة المؤثرة في مكان معين من الخلية الى مكان آخر كما تعمل الأنبيبات وسائل نقل او قنوات لبعض في داخل الخلية . ونتيجة لتغير الحاجة الى كمية الأنبيبات الدقيقة فانها (عدا تلك التي تعود الى الهدبة او السوط او الجسم القاعدي) قد تتحلل الى وحداتها البنائية او الى الجزئيات البروتينات المكونة للوحدات البنائية ، ويعاد بناؤها بالكمية المطلوبة عند الحاجة . ويعتقد بوجود آلية

معينة تسيطر على تجميع الوحدات البنائية لتكوين انبيبات دقيقة جديدة ومن المواد التي تؤثر على الانبيبات الدقيقة مادة الكولجسين (Colchicine) التي تفكك هذه الانبيبات وتمنع تجمع الوحدات البنائية غير انه بمجرد ازالة هذه المادة تعود الانبيبات الى الظهور .

الخبيطات الدقيقة Micro filaments

وهي تراكيب دقيقة خيطية الشكل مختلفة الطول وغالبا ما تكون غير طويلة توجد في بعض الخلايا وتختلف كمية هذه التراكيب من نوع لآخر وهي كالانبيبات الدقيقة تلعب دورا مهما في تحديد شكل الخلايا وخاصة بعض تراكيبها كالزغابات (Villi) وبعض تراكيب ارتباط الخلايا مع بعضها البعض وفي بعض انواع الخلايا المتخصصة كالعضلات المخططة او الملساء للخبيطات وظيفة مهمة وهي تقلص الخلية وذلك نتيجة لترتيب هذه الخيوط وقابلية انزلاق بعضها على بعض مما يؤدي الى تقصير الخلية اي تقلصها .

والخبيطات الدقيقة مكونة من جزئيات بروتينية واهم البروتينات الموجودة في خبيطات العضلات هي (Actin myocin) وقد تؤلف الخبيطات حزما تدعى احيانا بـ (Tonofibrils) .

المشتملات السايروبلازمية : Cytoplasmic Inclusions

تنتشر في سايروبلازم بعض الخلايا وبكميات تختلف من خلية لآخرى مواد لا تؤلف اجزاء من التراكيب الحية بل اصبحت بطريقة او اخرى داخل السايروبلازم ويطلق عليها المشتملات كالمواد الغذائية المخزونة ومن اهم هذه المشتملات :

الحبيبات الصبغية Pigment granules

تصنف «الاصباغ» في الخلايا الى نوعين : نوع خارجي (Exogenous) اي يتكون في خارج الخلية ويدخل الى الداخل بطريقة ما ومن امثلة ذلك المواد

الكاروتينية (Carotenoids) التي تذوب في الدهون ، وذرات الغبار وبعض المعادن كالفضة والرصاص وغير ذلك .

اما النوع الثاني فهو داخلي (Endogenous) كالهيموسيدرين (Hemosiderin) الناتج عن تفكك الهيموكلوبين .

ومن المواد المنتشرة في بعض الخلايا صبغة الميلانين (Melanin) وهي تكون حبيبات بنية او سوداء اللون تنتشر في خلايا الطبقة الداخلية للجلد وفي الطبقة الخارجية للشبكية وفي القزحية وبعض خلايا الدماغ . وتظهر هذه الحبيبات في المجهر الالكتروني ككتلة محاطة بغشاء وتدعى حينئذ بالجسيم الميلاني (Melanosome) وفي بدء تكون هذا الجسيم يشاهد في داخله طبقات غشائية دقيقة وبتجاه طولي بينها مسافات منتظمة ثم ترسب على سطوح هذه الاغشية تدريجيا المواد الصبغية بحيث لا يعد يظهر من الاغشية اي شيء لكثافة المادة المترسبة ويبدو الجسم الميلاني ككتلة حبيبية متجانسة وهناك مادة اخرى مشابهة تدعى (Lipofuscin) وتنتشر في بعض الخلايا وخاصة عند المتقدمين في السن وهي ذات لون بني فاتح ويعتقد حاليا بان هذه الاجسام الصبغية هي اجسام حالة (Lysosomes) فقدت فعاليتها واصبحت فضلة غير قابلة للهضم لما تحتويه من مواد ملتهمة .

الكلايكوجين Glycogen

للخلايا الحيوانية قابلية تخزين الكلايكوجين وخاصة خلايا الكبد والى حد ما خلايا العضلات وكريات الدم البيضاء والخلايا السطحية للغشاء الطلائي المبطن للمهبل ، وتخزن هذه المواد كحبيبات غير منتظمة الشكل صغيرة الحجم نسبيا وتدعى حبيبات بيتا او في بعض الاحيان تكون كبيرة الحجم وتدعى حبيبات الفا .

الشحوم :

وتخزن كנקيطات (droplets) وخاصة في خلايا الكبد والقلب وهي لا تظهر بطرق التصبغ الاعتيادية بل تذوب ويستدل عليها من المواضع الفارغة التي تبدو وكأنها ثقوب وتوجد طرق خاصة لصبغ هذه الشحوم .

الفصل التاسع

جدار (غشاء) الخلية (The Cell Membrane)

جدار الخلية او يسمى ايضا غشاء والبلازما (Plasma Membrane) وهو غلاف يحيط بالخلية ويوجد في كافة انواع الخلايا كمكون اساسي من مكوناتها ويحدد الخلية كوحدة مستقلة ويعمل حاجزاً يمنع مكونات الخلية الداخلية عن محيطها الخارجي ويتحكم بما يدخل الى داخلها وما يخرج منها ، ويتميز جدار الخلية عن الاغشية الاعتيادية نصف الناضجة بكون الحركة خلاله ليست حرة بل انتخائية اي ان له قابلية التحكم بالمواد التي تدخل او تخرج فيسمح لبعض المركبات ولا يسمح لمركبات اخرى .

في المجهر الضوئي يصعب اظهار جدار الخلية لان ثخنه دون الحد الادنى الذي يمكن رؤيته بهذا المجهر غير ان ادلة وشواهد كثيرة اعطت فكرة تقريبية عن خصائص هذا الغلاف كما درست خواصه الكيماوية ايضاً .

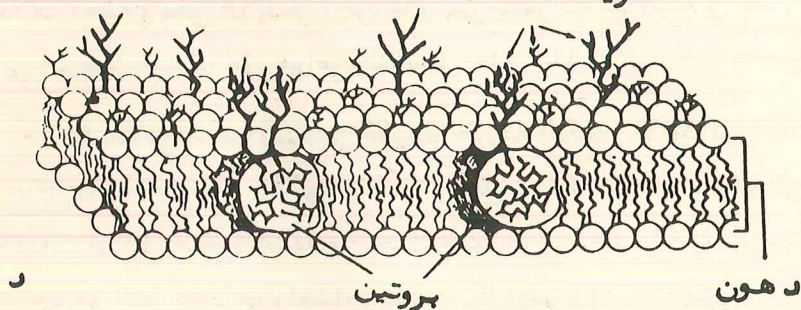
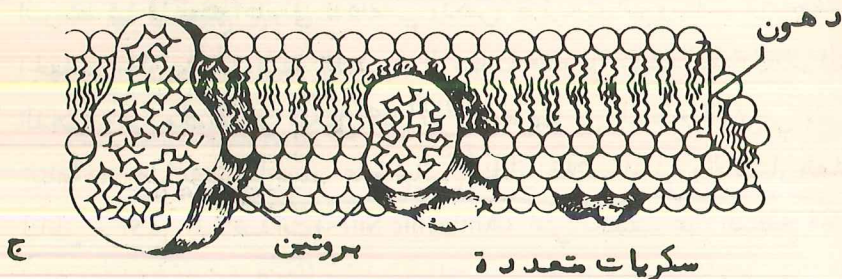
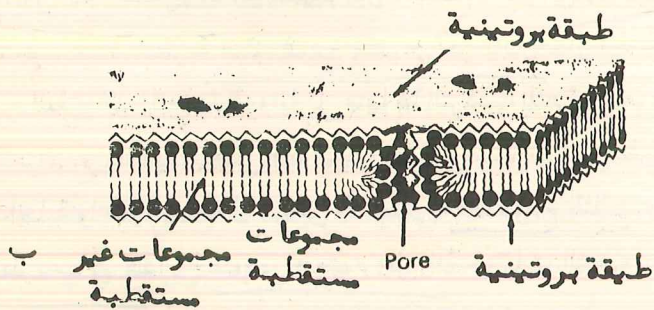
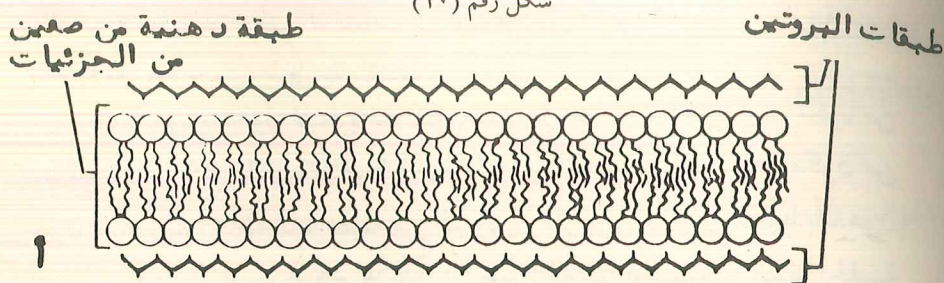
ان سمك الغشاء يبلغ ٧٠ - ١٠٠ انكستروم (١ من ١٠,٠٠٠ المايكرون) ويظهر الغشاء في المجهر الالكتروني مكون من طبقتين داکتتين سمك كل منهما ٢٥ انكستروم وتفصلهما طبقة اخرى فاتحة سمكها ٣٠ انكستروم ويعتقد البعض ان هذا التركيب الثلاثي يوجد في كافة التراكيب الغشائية الداخلية للخلية ويدعى الوحدة الغشائية (Unit Membrane) . ومن الناحية الكيماوية فان جدار الخلية يتكون بصورة رئيسية من شحوم وبروتينات ، وكمية البروتينات اكثر بكثير من الشحوم غير ان عدد جزئيات الشحوم اكثر عدداً من جزئيات البروتينات . ويختلف العلماء حول كيفية انتظام الجزئيات التي تكون الطبقات الثلاث من غشاء البلازما وبصورة عامة هناك نظريتان رئيسيتان حول هذا الموضوع . النظرية الاولى : تبين ان غلاف الخلية مكون من طبقتين من البروتين تفصلهما طبقة مكون من الشحوم في

الوسط . وتنسب الى العالمين دانيللي ودافسن (١٩٣٥) وشارك علماء اخرون كثيرون في صياغة نموذج هذه النظرية . وحسب هذه النظرية فان الطبقة الوسطية من جدار الخلية مؤلفة من صنفين من جزئيات الشحوم ، سمك الصف الواحد منها جزىء واحد وهذه الشحوم هي غالباً ما تكون دهونا فسفورية (Phospholipids) وستيرويدات Steroids ومن خواص جزئياتها ان احد طرفي الجزىء يسمح بتجمع الماء حوله ويدعى طرف التجاذب المائي (Hydrophilic) والطرف الاخر من الجزىء ليست له خاصية التفاعل او الارتباط مع جزئيات الماء ويدعى طرف التنافر المائي (Hydrophobic) . وتتراصف جزئيات الدهون الفسفورية بشكل يكون فيه طرف التنافر المائي من احد الصنفين مرتبط بطرف التنافر المائي للجزىء في الصف المقابل وفي وسط الطبقة الشحمية .

وتكون اطراف التجاذب المائي للجزئيات نحو الخارج حيث تتصل بالطبقات البروتينية (الداخلية والخارجية) .

ويعتقد ان الطبقة البروتينية الداخلية تختلف من حيث البروتينات التي تكونها عن الطبقة الخارجية .

ان ما ظهر من فحص جدار الخلية بالمجهر الالكتروني النافذ من وجود ثلاث طبقات الوسطى منها فاتحة اللون (او شفافة بالنسبة للالكترونات) وتحيطها طبقتان داكنتان ينسجم مع تصور هذه النظرية . غير ان الدلائل المتجمعة تشير الى ان هذا النموذج هو تبسيط للتركيب المعقد لجدار الخلية كما تشير الى ان جدار الخلايا المتمايزة يختلف من نوع لآخر في البروتينات والشحوم من حيث نسبتها وانتظامها كما يتبين ذلك في فعاليات الخماثر في جدران هذه الخلايا ويعتقد كذلك ان هناك مناطق مختلفة من جدار اخلية تختلف عن بعضها في التركيب وفي الفعالية في اوقات وظروف مختلفة مما ادى الى ظهور نظرية حديثة حول تركيب جدار الخلية اجرت على النظرية القديمة بعض التحويرات ترى النظرية الجديدة ان ما يظهر في المجهر الالكتروني على شكل صفائح تكون طبقات غشاء البلازما لا يعبر بالضرورة عن التركيب الكيمياوي الدقيق . فالاختلافات في خواص مناطق جدار الخلية وجدران الخلايا



يوضح الآراء المختلفة لتركيبة جدار الخلية .

أ - النموذج الكلاسيكي لدافسن ودانييلي عن ان جدار الخلية مكون من طبقتي بروتين على الجانبين وطبقة في الوسط مكونة من صفين من جزئيات دهنية .

ب - نموذج يبين وجود الفتحات في جدار الخلية حسب نموذج دافسن ودانييلي

ج - نموذج يبين وجود جزئيات بروتين ضخمة متحركة في السداة الدهنية تبرز نهاياتها الى الجانبين

د - نموذج يبين وجود جزئيات بروتين ليست كبيرة ضمن حدود السداة الدهنية الوسطية ووجود سلاسل من مركبات متعددة السكريات والبروتينات الكلايكونية تبرز الى خارج السطح .

المتمايزة ونفاذية المواد التي لا تذوب في الشحوم الى داخل الخلية او خارجة منها يصعب تفسيره حسب النظرية القديمة .

ان النموذج الاول للنظرة الحديثة يعتمد على ان جدار الخلية ليس مكوناً من صفائح بل من كتل كروية متصلة الجزء المركزي او الوسطى منها وهو مكون من دهون فسفورية ومحاطة تماماً بطبقة من البروتين وبذا يوفر البروتين المحيط بالدهون الفسفورية استمرارية او اتصالاً بين السطح الخارجي والداخلي لجدار الخلية وتحوير لهذه النظرية انبثق نموذج مقترح آخر بان جدار الخلية يتكون من اجزاء تشبه البلاطات المتعددة الزوايا كل منها لها التركيب الثلاثي المعروف وبالتصاق هذه الاجزاء مع بعضها البعض فانه يتوفر امتداد واستمرار بين الطبقتين البروتينيتين : الداخلية والخارجية خلال مناطق الاتصال اما النموذج الثالث والذي يعتبر أحدث النظريات في هذا الخصوص فيعتمد على ان جزئيات الدهون المفسفرة تتظم في الوسط كما في نودج دانيللي - دافسن ولكن جزئيات البروتينات لا تنحصر على الجهات الخارجية من طبقة الدهون الوسطية فقط بل تنتشر ايضاً خلال الطبقة الدهنية وهي مكونة على شكل كتل تبرز بعضها الى السطح الخارجي بدرجات مختلفة ، وهذا يفسر لنا سبب عدم تجانس مناطق غلاف الخلية والانتشار العشوائي لمناطق مراكز المستضدات (Antigenic Sites) التي تكشف على السطح الخارجي لغلاف الخلية ويمكن ان يفسر وجود ما يسمى بالممرات البروتينية في جدار الخلية التي افترضت استناداً على خواص التنافذ في جدار الخلية .

والسدائل المستخلصة من تطبيق طريقة التفسير الانجمادي (Freeze - Clearing Technique) في المجهر الالكتروني على دراسة جدار الخلية تشير الى وجود حبيبات أو كتل صغيرة مختلفة من حيث انتشارها في غلاف الخلية الواحدة وهذا ينسجم مع النظرية الاخيرة لغشاء الخلية (شكل رقم ١٠) .

خواص جدار الخلية :

يوصف غلاف الخلية بانه غشاء نصف ناضح (Semi Permeable) أي ان النفاذ خلاله ليس حراً ، وهو يهصل الخلية عن المحيط الخارجي والسائل النسجي ويمنع مرور الماء والمحاليل المائية والايونات وكثير من المواد الذائبة بالشحوم ،

وتختلف سرعة نفاذ هذه المواد عن بعضها البعض ، وبعض المواد يحتاج الى جهد وفعالية الخماثر لكي يمكن نقلها عبر جدار الخلية .

ان انتقال المواد والمركبات الكيماوية عبر جدار الخلية تعتمد في حركتها على الجوانب والمميزات التالية :

١ - الانتشار Diffusion ان الانتشار هو انتقال الجزيئات والايونات عبر الغشاء النفاذ من المنطقة التي يكون تركيز تلك المادة فيها عالياً الى المنطقة التي يكون تركيزها فيه منخفضاً . فبعض المواد التي يكون تركيزها عالياً في داخل الخلية تنتشر (أو تتحرك) نحو خارج الخلية (الى محيطها) وبالعكس فان المواد التي يكون تركيزها اعلى في محيط الخلية تحاول النفاذ الى الداخل وهذا ما يحصل مثلاً بالنسبة لغازات الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون وكثير من المواد الاخرى المذابة في الماء وايونات الفلزات . وقد وصفت معادلة لاحتساب نفاذ المواد غير المشحونة كهربائياً تدعى قانون فـك Fick'Law

$$\text{Flux 1 -2 - Unit Area} = \frac{-D (C_1 - C_2)}{S}$$

D = معامل النفاذية

أي مدى النفاذية ومدى حرية حركة جزيئات المادة المعينة عبر الغشاء المعين

S = سمك الغشاء

$C_1 - C_2$ = الاختلاف بين تركيزي المادة في المحلولين اللذين يفصلهما الغشاء وقد وصفت علامة سالبة امام (-D) وذلك عندما يكون التركيز في C_1 اكبر من C_2

٢ - التنافذ : Osmosis ان البروتوبلازم الموجود في الخلية هو محلول غروي يحتوي جزيئات كبيرة (جزيئات البروتينات) وجدار الخلية يمنع نفاذ الجزيئات البروتينية الكبيرة الى الخارج فيكون تركيزها داخل الخلية أعلى مما هو في خارجها وهذا يولد ضغطاً معيناً يدعى الضغط التنافذي (Osmotic Pressure) ويعمل التركيز العالي للمواد البروتينية على سحب الماء من المحيط أي ان الماء ينتشر من المحلول المخفف الى المحلول المركز (الذي هو داخل الخلية) .

ومن جهة أخرى يوجد في محيط الخلية العديد من الايونات لمواد غير عضوية تولد ضغطاً تناظرياً في خارج الخلية وتتحرك الجزئيات من وإلى الخلية باتجاه تعادل الضغطين الخارجي والداخلي .

ومن المهم جداً أن يكون المحلول أو السائل الذي توجد فيه الخلية (كالسائل النسيجي أو سائل البلازما الذي توجد فيه خلايا الدم) بتركيز معين بحيث يتعادل الضغط التناظري في خارج الخلية مع ما في داخل الخلية (Isotonic) ، أما إذا كان المحلول الذي يحيط بالخلية ذا تركيز قليل ، أي أن ضغطه التناظري واطئ فإن الماء يمر إلى داخل الخلية بكثرة مما يسبب انتفاخها وحتى انفجارها . أما إذا كان تركيز المحلول أعلى من تركيز السايروبلازم فإن الماء يخرج من داخل الخلية فتتكشف ويمكن ملاحظة ذلك عند وضع كريات الدم الحمراء مثلاً في محلول مركز .

٣- (ان الخواص التي ذكرناها تتحكم بانتقال المواد عبر الخلية بصورة ذاتية أي أنها عوامل فيزيائية مطلقة تعمل في كل أنواع الأغشية الناضجة . غير أن مواد أخرى تحتاج إلى عملية خاصة لانتقالها إلى داخل الخلية أو خارجها عبر الغشاء البلازمي) ، وفي حالات محددة يمكن نقل مواد معينة بشكل معاكس للعوامل التلقائية المذكورة أي نقل مادة إلى جهة أخرى كان النقل إلى خارج الخلية مثلاً أعلى من أن التركيز فيها أعلى من الجهة الثانية المنقولة منها (عكس التركيز) .

وهذه العملية تستنفذ طاقة معينة وتحتاج إلى فعالية خمائر خاصة موجودة في جدار الخلية وتدعى النقل الفعال (Active Transport) لتمييزها عن انتقال المواد بتأثير الاختلافات بالتركيز وبدون الحاجة إلى طاقة . تشمل هذه الخاصية انتقال أنواع عديدة من الجزئيات وأيونات بعض الفلزات وأوضح مثال على ذلك ما يسمى بالآلية ضخ الصوديوم (Sodium Pump) حيث يحفظ بهذه الطريقة تركيز أيون الصوديوم داخل الخلية أقل بكثير مما هو في محيطها وذلك بنقله بفعالية عبر غشاء البلازما إلى الخارج برغم أن تركيزه في الخارج أعلى مما في داخل الخلية حيث يعتقد بوجود عامل ناقل يقوم بانتقاء أيون الصوديوم في داخل الخلية ونقله إلى الخارج وبالعكس فإنه في خارج الخلية يتصل بأيون البوتاسيوم ويدخل به إلى داخل الخلية حيث يكون البوتاسيوم في داخل الخلية أعلى مما في المحيط الخارجي .

٤ - بسبب خواص غشاء البلازما كغشاء نصف نفاذ ولوجود الجزئيات الكبيرة (البروتينات) داخل الخلية التي لا يمكن ان تنفذ الى الخارج فان التوازن الذي يحصل نتيجة خاصية التنافذ . . في توزيع تركيز الايونات او الشوارد الكهربائية يقاس حسب معادلة دونان (Donnan) ولتوضيح هذه المعادلة نأخذ المثال التالي :

لو افترضنا ان غشاء نصف نفاذ يفصل بين جهتين في الجهة اليمنى محلول الملح NaCl وفي الجهة اليسرى محلول بروتيني ، وبالتحلل الى الالكتروليت (الشوارد الكهربائية) يكون المحلول في البدء .

الجهة اليسرى	الجهة اليمنى
Na+	Na+
R- (يرمز الى جزئيات البروتين)	Cl-

وبعد عملية التنافذ ووصول مرحلة التوازن سيكون التوزيع على الشكل التالي :

Na+	Na+
R-	
Cl-	Cl-

أي ان الايونات التي تنفذ من الغشاء تعيد توزيع نفسها على الجانبين وحسب معادلة دونان فان نواتج التركيز الايوني على جهة تعادل نواتج التركيز لنفس الايونات على الجهة الثانية :

$$(Na^+) \quad X \quad (Cl^-) \quad = \quad (Na^+) \quad X \quad (Cl^-)$$

تركيز الكلور × تركيز الصوديوم على = تركيز الكلور × تركيز الصوديوم للجهة اليمنى الجهة اليسرى

وينتج من هذا التوازن حسب معادلة دونان .

ولكي تتوازن الايونات النافذة فان تركيز الصوديوم في الجهة اليسرى أعلى من تركيزه في الجهة اليمنى وذلك يكون تركيز الكلور أعلى في الجهة اليسرى مما في الجهة اليمنى . ولتحقيق التوازن في الشحنات الكهربائية يجب ان يكون تركيز الشحنات الموجبة (أيون الصوديوم) معادلاً للشحنات السالبة أي لكل من الكلور (Cl⁻) والبروتينات (R⁻) معاً في الجهة اليسرى وأيون الصوديوم معادلاً لأيون الكلور في الجهة اليمنى . ومن اختلاف تركيز كل أيون على الجهتين وكمحصلة لحالات اختلاف التركيز بالنسبة لجميع الايونات يحصل اختلاف في الجهد الكهربائي على جانبي الغشاء وهذا هو أساس الجهد الكهربائي الحيوي الذي يميز الخلايا وخاصة الخلايا العصبية والعضلية ولقياس اختلاف الجهد الكهربائي بالنسبة للايونات النافذة على جانبي الغشاء حسب معادلة نيرنست (Nernst) مثلاً بالنسبة للبوتاسيوم

$$E_i - E_o = \frac{RT}{F} \ln \frac{(K^+)_o}{(K^+)_i}$$

R = الثابت الغازي

T = الحرارة المطلقة

F = معامل فرداي

E_i = الجهد الكهربائي داخل الغشاء

E_o = الجهد الكهربائي خارج الغشاء

$(K^+)_o$ = تركيز ايونات البوتاسيوم خارج الغشاء

$(K^+)_i$ = تركيز ايون البوتاسيوم داخل الغشاء

في الخلية الحية يكون تركيز البوتاسيوم داخل الخلية أكثر من تركيزه في خارجها بينما يكون تركيز الصوديوم خارج الخلية أكثر بكثير من داخلها وكذلك تركيز الكلور في خارج الخلية فهو أعلى بكثير من تركيزه داخلها . . . ان هذه الاختلاف تولد الاختلاف في الجهد الكهربائي الذي يسمى بالنسبة للخلية في الحالات الاعتيادية بجهد السكون (Resting Potential) غير ان اشارة النسبة الخالية الحية أكثر تعقيداً من الحالة التي تصفها معادلة نيرنست، وذلك لوجود عملية النقل الفعّال في جدار

الخلية التي تحافظ على وضعية الاختلافات في تركيز الايونات بين الداخل والخارج وأهم ذلك مضخة الصوديوم/البوتاسيوم التي تعمل على دفع ايونات الصوديوم باستمرار الى الخارج لتحافظ على قلة تركيز الصوديوم بالداخل وبنفس الوقت تدفع بالبوتاسيوم الى داخل الخلية وهذه العملية - كما ذكرنا سابقاً - تحتاج الى طاقة مصدرها جزئيات ثالث فوسفات الادينوسين (ATP) يضاف الى ذلك الخواص الفريدة الحركية النفاذية لغشاء الخلية تجاه الايونات المختلفة . ان حصول تغير سريع في خواص النفاذية لغشاء الخلية هو الذي يسبب في الخلية العصبية انتقال النبضات العصبية . ففي العصب يكون الجهد السكوني حوالي (- 70) ميلليفولت أي ان داخل الخلية يكون سالباً بالنسبة الى سطح الخلية الخارجي ، وفي حالة التنبه العصبي وحصول النبضة العصبية تتغير نفاذية الغشاء بسرعة كبيرة ، فتنفذ كميات كبيرة من أيونات الصوديوم الى داخل الخلية وينعكس استقطاب غشاء الخلية فيصبح داخلها موجباً بالنسبة الى الخارج غير ان هذه الحالة لا تستمر في نقطة معينة الا لفترة وجيزة جداً حيث تبدأ مضخة الصوديوم باعادة كل ما دخل منه الى الخارج ويعود الحال الى وضع السكون . ان مثل هذا التغير اذا حصل في نقطة معينة من الغشاء الخلوي ينتقل عبر الغشاء كله نقطة فنقطة وهكذا تنتقل النبضة على طول الغشاء .

٥ - تنقل الخلية الى داخلها احياناً عدا الجزئيات الصغيرة والايونات جزئيات كبيرة الحجم من نوع المواد بجدار الخلية يقوم غشاء الخلية باحاطتها وجذبها الى داخل الخلية على شكل جسيم او فجوة محاطة بغشاء وتدعى هذه العملية بالالتهام الخلوي Phagocytosis وفي حالة كون الاجسام صغيرة أو شبه سائلة فان عملية الالتهام تدعى الشرب الخلوي Pinocytosis

الغلاف السطحي : Surface Coat

تغطي السطوح الخارجية لمعظم انواع الخلايا مواد تتكون بصورة اساسية من كاربوهيدرات متحدة مع البروتينات وغير ذلك وهذه الطبقة السطحية من المواد غير المنتظمة بشكل محدد أهمية كبيرة فالبكتريا مثلاً مغلفة بغلاف كربوهيدراتي وعند ازالة هذا الغلاف يصبح من السهل التأثير على البكتريا بطرق مختلفة . وفي الخلايا الحيوانية توجد طبقة من السكريات المتعددة والبروتينات على السطوح الخارجية

مكونة في كثرة من الانواع طبقة مخاطية بروتينية (Glycoprotein) وتحتوي كذلك على مجموعات حامضية وخاصة (Sialic Acid) وتنتشر مثل هذه المواد بين الخلايا (Extracellular Material) وفي حالات معينة توجد مواد مكثفة من كبريتات الغضروفين (Chondroitin Sulfate) كما يوجد السيلولوز حول خلايا النبات .

اما في مناطق الاتصال الوثيق بين الخلايا ففي الحقيقة لا يلتحم جدارا الخليتين المتجاورتين بل يفصلهما فراغ ضيق تتكثف فيه مواد سميتة من البروتين والسكريات المتعددة وهذه المواد تساعد على التصاق الخلايا المتجاورة مع بعضها .

والبروتينات والسكريات والشحوم المختلفة في الغلاف السطحي تحدد الكثير من خواص الخلية وتتحكم في سلوكها فعليها يعتمد اتصال الخلية بالمحيط ودرجة التصاقها بالخلايا الاخرى . فلاحظ خلايا تميل الى اقامة ارتباطات وتلتصق بنوع معين من الخلايا ولا تفعل ذلك تجاه خلايا اخرى وهذه الخاصية مشابهة لخاصية تمييز الاجسام المضادة . فهناك مجموعات من الجزئيات الضخمة (Macromolecules) تميز انواع الخلايا من حيث طبيعتها وعددها وكيفية توزيعها .

ان انواع من البروتينات الملتصقة على سطح الخلية تعمل كاجسام المستضدة لتمييز اجسام مضادة معينة تتفاعل معها ويمكن ان تميز الخلايا من خواصها هذه فمثلاً تصنيف فصائل الدم يعتمد على وجود عوامل معينة على سطوح اقراص الدم الحمراء .

وتوجد على السطح مراكز استقبال (Receptors) خاصة للمواد الكيمياوية المختلفة كالهرمونات والعقاقير ومراكز الاستقبال قبال هذه على الاغلب مركبة من البروتينات وخاصة مجاميع الانزيمات التي ترتبط في داخل الخلية بنظام عمل معين . وتحتوي انواع الخلايا المختلفة على مجاميع خاصة من الانزيمات المرتبطة بالسطح «مراكز الاستقبال» تحدد تفاعلها مع العوامل المختلفة التي تتواجد في محيط الخلية .