مكونات الخلية ووظائفها

الأغشية الخلوية Cellular Membranes

تحاط جميع الخلايا بنطاق عازل يمثل حاجزا لمحتوياتها الداخلية يعمل على حماية الخلية من الظروف البيئية غير المستقرة المحيطة بها فضلاً عن القيام بوظائف مهمة ويدعى هذا بالغشاء البلازمي او الخلوي Plasma Membrane وله القدرة على اصلاح الاضرار البسيطة التي قد تحصل لأسباب ميكانيكية او كيميائية.

اذ يتمكن هذا الغشاء من التحكم الاختياري في حركة الجزيئات من والى داخل الخلايا بسبب نفاذيته الاختيارية او الانتخابية فضلاً عن قيامه بنقل جزيئات كبيرة بأساليب اخرى. وتعتبر الاغشية البلازمية اماكن نشطة لبعض الفعاليات الحياتية مثل التنفس ونقل الاشارات بين الخلايا وغيرها. ويشكل الغشاء البلازمي حدود الخلية الذي يفصل المحتوى الداخلي للخلية عن محيطها الخارجي حيث ان جميع المواد الداخلة او الخارجة من الخلية يجب ان تمر عبر الغشاء البلازمي. وقد تمر المواد احياناً عبر الغشاء البلازمي عن طريق النقل السلبي، ويسمى الغشاء البلازمي ايضاً بالغشاء الخلوي Cell Membrane او يسمى كذلك الاكتوبلاست Ectoplast.

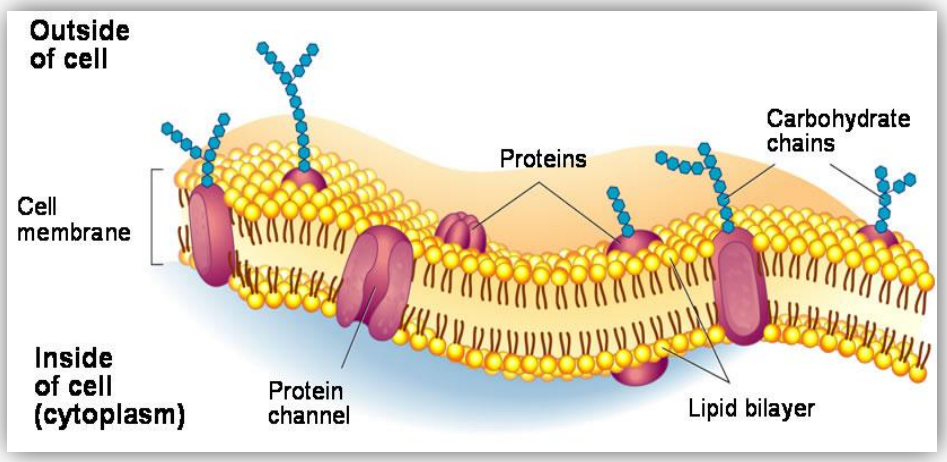
الفحص المجهري للأغشية الخلوية

يعد استخدام طرق الفحص المجهرية الدقيقة عن طريق المجهر الالكتروني احد اهم الطرق المستخدمة في فحص ودراسة الاغشية الخلوية. اوضحت صور المجهر الالكتروني التي اخذت لتحضيرات مختلفة من الاغشية البلازمية بانها مؤلفة من تركيب متميز من طبقتين جانبيتين سميكة يبلغ سمك كل منها 25 A° انكستروم مفصولتان بطبقة ارق يبلغ سمكها 20 A° انكستروم. ويختلف سمك الغشاء البلازمي حسب انواع الخلايا وتبعاً لذلك فان سمك الغشاء يتراوح بين 75A° انكستروم الى 125 A° انكستروم.

التركيب الكيميائي للغشاء الخلوي Chemical Structure of Cell Membrane

يتألف الغشاء البلازمي من البروتين Protein واللبيد (الدهن) Lipid التي تكون مرتبة مع بعضها البعض بشكل طبقة رقيقة بواسطة أواصر غير تساهمية وتعتمد نسبة الدهن الى البروتين على نوع الغشاء الخلوي بالنسبة للغشاء البلازمي والعضيات الخلوية الاخرى كما ويؤثر نوع الكائن الحي فيما اذا كان حقيقي النواة او بدائي النواة على هذه النسبة كذلك يلاحظ وجود الكوليسترول ودهون سكرية Glycolipids وتختلف نسبة هذه الانواع من الدهون الغشائية

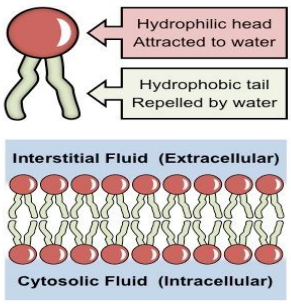
باختلاف انواع الاغشية البلازمية بين طبقتي الدهن ويمكن ان يعزى ذلك الى وجود المجاميع القطبية الكارهة للماء Hydrophobic لطبقة الدهن الثانية.



الغشاء البلازمي Plasma Membrane

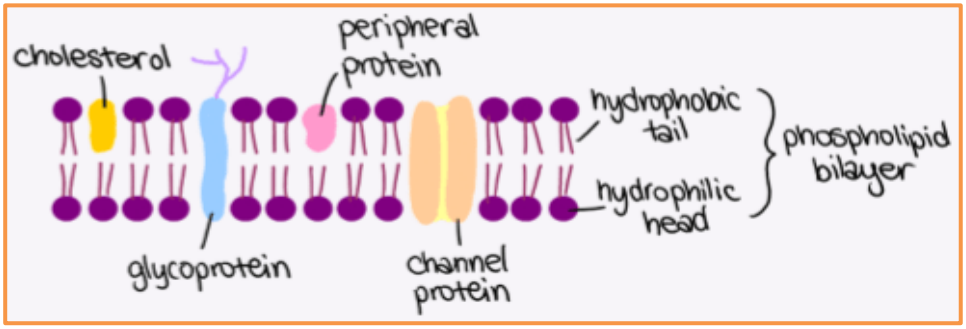
الغشاء البلازمي هو عبارة عن غشاء شبه نفاذ يسمح بمرور بعض المواد ولا يسمح بمرور المواد الاخرى ويعتمد مرور المواد على عدة عوامل هي: (الضغط، درجة الحرارة، ذوبانية المادة، تركيز المادة الداخلة والخارجة، نفاذية الغشاء البلازمي).

تركيب الغشاء البلازمي يتركب الغشاء البلازمي من:



1. طبقة ثنائية الدهن Phospholipid Bilayer وكل طبقة تتكون من جزء محب للماء وهو الراس Hydrophilic واخر كاره للماء وهو الذيل يسمى Hydrophobic
2. كولسترول Cholesterol ويعمل على تنظيم الغشاء إذ يمنع انكماش الطبقات على بعضها لذلك يعطيها بعض المرونة.
3. البروتينات Proteins عبارة عن قنوات موصلة اي تنقل المواد الايونية والقطبية، وبعض البروتينات تأخذ مواقعها على جزيئة الفوسفوليبيد وتعمل كأنزيمات مساعدة.
4. السكريات المتعددة Polysaccharide توجد على البروتينات اي تتفرع منها او تتفرع من جزيئة الفوسفوليبيد.
5. ترتبط السكريات مع البروتين مكونة Glycoprotein

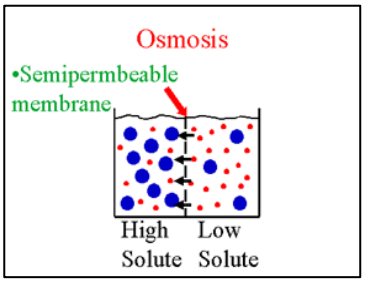
6. كذلك ترتبط السكريات مع الدهن مكونة Glycolipid



فوائد الغشاء البلازمي:

1. حماية الخلية من المؤثرات الخارجية ويوفر الظروف الملائمة للخلية.
2. يحافظ على ثبات الخلية او استقرار الخلية وذلك بتثبيت جهد الخلية. من خلال خروج ودخول المواد الايونية الى داخل الخلية وبالتالي يثبت جهد الخلية.
3. غشاء شبه نفاذ يسمح بمرو المواد عن طريق الانتشار Diffusion ويكون بطريقتين:

أ- الازموزية Osmotic عملية انتشار جزيئات المذيب عبر الغشاء من التركيز العالي الى التركيز الواطئ وتتوقف عملية الانتشار بعد وصول تركيز المحلول على جانبي الغشاء الى حالة التوازن الميكانيكي عبر غشاء نصف نفاذ.

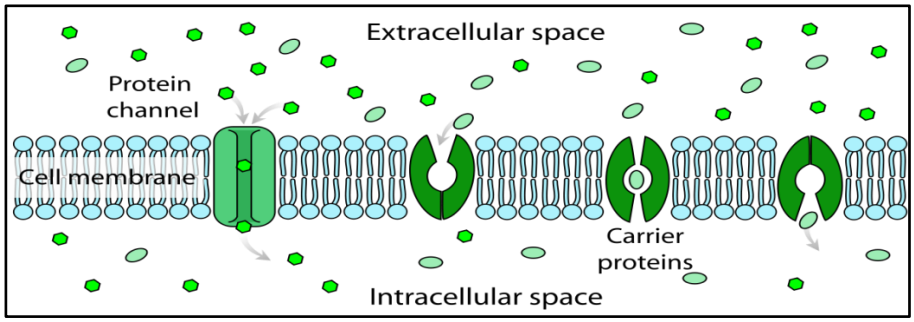


ب- الديلزة Dialysis هي انتشار جزيئات مذابة في الماء عبر الغشاء اعتماداً على نفاذية الغشاء فعندما يكون الغشاء نفاذاً (الغشاء يكون تام النفاذية) وفعالاً فأن الجزيئات المذابة تخترق الغشاء نحو الاتجاه الذي تريده بينما لا تستطيع نفس الجزيئات بالحركة عبر الغشاء عندما يكون غير منفذاً.

4. نقل الجزيئات العضوية الكبيرة الحجم Transport يقوم الغشاء الخلوي بنقل الجزيئات عن طريق ما يدعى بالنقل الميسر والنقل الفعال.

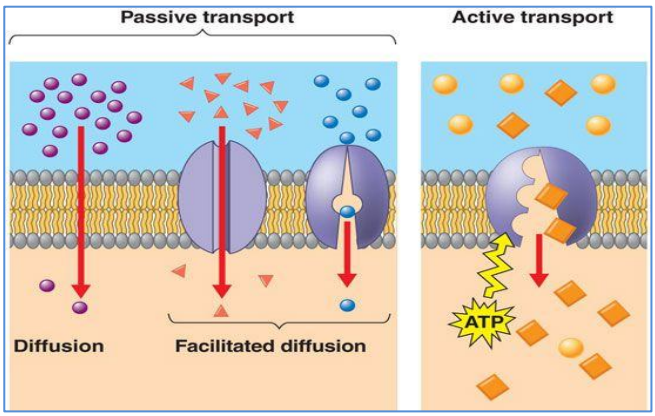
النقل الميسر Facilitated transport

تقوم البروتينات المجوفة بابتلاع الجزيئات الكبيرة وامرارها عبر الفسحة الموجودة داخلها نحو الاتجاه الاخر بينما تقوم الجزيئات البروتينية الصلدة بالارتباط كيميائياً مع الجزيئات المراد نقلها بالاتجاه الاخر مخترقة الغشاء البلازمي بطريقة الاستدارة بحيث تتبادل النهايات البروتينية بعد نهاية العملية وثم تطلق حمولتها بالاتجاه الاخر. ان عملية النقل الميسر تتم دون الحاجة الى استهلاك كبير في طاقة او حتى دون صرف طاقة وقد تحتاج العملية الى انزيمات معينة لغاية الارتباط.



النقل النشط Active transport

تقوم جزيئات بروتينية غشائية بعملية نقل الجزيئات الكبيرة او الصغيرة عكس تركيزها ويعتقد ان عملية النقل النشط لهذه المواد تتم عبر وجود تراكيب معينة مؤلفة من البروتينات والكلايكولبيدات Glycolipid تدعى بالمضخات تقوم بنقل المواد عكس تركيزها وذلك لابد ان تصرف هذه المضخات طاقة حرارية لمواجهة الضغط الازموزي.



5. الابتلاع الخلوي Endocytosis

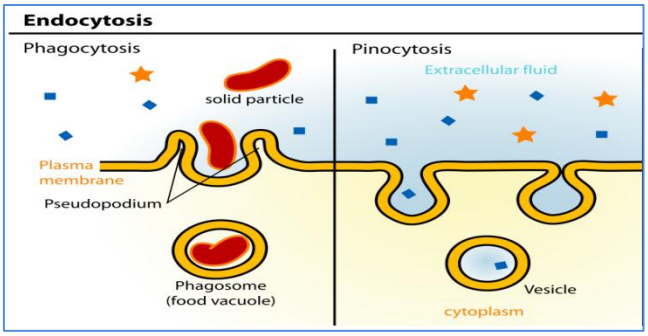
تتمكن العديد من انواع الخلايا من الحصول على بعض احتياجاتها من الماء والمواد الغذائية بطريقة مختلفة عن الطرق السابقة ويمكن تمييز نوعين من الابتلاع الخلوي اعتماداً على نوع المدة المبتلعة فأبتلاع الماء يدعى الشرب الخلوي Pinocytosis وابتلاع المادة الغذائية الصلبة يدعى الالتهام الخلوي Phagocytosis ويقوم الغشاء البلازمي بهذه العملية لمواجهة الاحتياجات الطارئة.

أ. الشرب الخلوي Pinocytosis

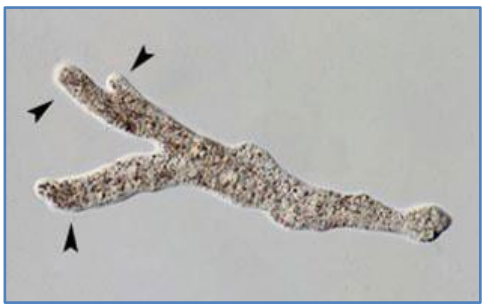
ينثني الغشاء البلازمي في مواقع القطيرات المائية المطلوبة نحو الداخل وتندفع القطيرات المائية بأتجاه الانحناء وتبدأ بعدها نهايات مواقع الانثناء بالارتفاع تدريجياً بأتجاه بعضها البعض حتى تلتقي وتتحد نهايات الغشاء البلازمي في مواقع الالتقاء وتتكون فجوة مائية ملتحمة تحت الغشاء البلازمي وبعدها تتحرك داخل السايتوبلازم، لقد وجد ان حجم قطيرات الماء التي يمكن ابتلاعها بهذه الطريقة لا يتجاوز 25 نانوميتر.

ب. الالتهام الخلوي Phagocytosis

يتم ابتلاع المواد الغذائية الصلبة كالبكتريا او الجزيئات الغذائية الصغيرة بنفس طريقة الشرب الخلوي حيث يحيط الغشاء البلازمي للخلايا الملتهمة الغذاء بفقاعة مشتقة من الغشاء البلازمي تنطلق تدريجياً بعد انفصالها عن الغشاء نحو السايتوبلازم. وتختلف اهداف الالتهام الخلوي اعتماداً على نوع الخلايا وطبيعة الهدف فخلايا الطبقة الطلائية المبطنة للأمعاء في منطقة اللفائفي تقوم بالتهام الجزيئات البروتينية بنشاط وفعالية وتظهر هذه الخلايا تحت المجهر الالكتروني معبئة بالفجوات الغذائية بينما تقوم الخلايا المبطنة للاثني عشر بالتهام الدهون.



6. الحركة Mobility



تستخدم بعض الخلايا مثل كريات الدم البيضاء وحيوان الاميبا الذي يمتلك الاقدام الكاذبة Pseudopods للحركة وهي عبارة عن امتدادات من غشاء البلازما يتحرك نحو السايتوبلازم وتنتقل الخلية تبعاً لذلك الى موقع جديد بحركة نسبية وللحركة الاميبية اهمية بالغة لإداء الخلايا البيضاء الملتهمة لدورها المناعي في جسم الانسان وبواسطة هذه الحركة تتمكن الخلايا من اختراق الاوعية الدموية والنفوذ الى الانسجة البعيدة فضلاً عن دور هذه الحركة في الاحاطة بالأجسام الغريبة والاقتراب منها في سبيل القضاء عليها.

7. نقل الاشارات العصبية Signals transport

تتخصص بعض الاغشية البلازمية في انواع من الخلايا في نقل الاشارات العصبية وتوليدها كما هو الحال في الخلايا الحسية وجميع الخلايا العصبية الاخرى.

8. اطلاق الطاقة Energy releasing

تقوم معظم الخلايا الحية بأطلاق الطاقة داخل سايتوبلازمها مثل المايتوكندريا، الا ان بعض الكائنات الحية مثل البكتريا تفتقد للمايتوكوندريا لذلك فان الغشاء البلازمي يقوم بهذا النشاط.

9. استقبال الاشارات Signals reception

يحتوي الغشاء البلازمي على الالاف من المستقبلات الكيميائية المختلفة وهذه المستقبلات ذات اهمية كبيرة في الحفاظ على حياة الخلية، بعض الخلايا الجسمية تقوم بأبراز مستقبلات خاصة على سطوح اغشيتها البلازمية او هي بمثابة خلايا ذات تركيب بروتيني وليست خلايا غريبة.

السايتوبلازم Cytoplasm

هو المادة الاساسية للبروتوبلازم وبداخلة توجد كافة المكونات والعضيات ويعد السايتوبلازم نظام غروي محب للماء Hydrophilic Sol ويحتوي على 80 - 90 % ماء ولكن هذه الكمية قد تنخفض في بعض الخلايا كالبذور. وفي بادئ الامر كان يشير الى محتويات الخلية بين النواة والغشاء البلازمي لكن باكتشاف العضيات الخلوية التي تكون مفصولة عن السايتوبلازم بأغشية بلازمية فأن ما تبقى من السايتوبلازم والذي يوصف بأنه الجزء المانع وغير المشمول بأي من

العضيات والذي يدعى بالسايتوسول Cytosol والذي يحوي كميات كبيرة من البروتين ومواد ذائبة. ويوجد في سايتوسول الخلايا الحقيقية النواة شبكة منظمة من الخيوط البروتينية تعرف بالهيكل السايتوبلازمي والتي تتكون من ثلاث وحدات بروتينية.

1. الانيبيبات الدقيقة Microfilaments وقطر كل منها 25 نانوميتر.
2. خيوط الاكتين Actine Filaments وقطرها 7 نانوميتر.
3. الخيوط الوسطية Intermediate Filaments وقطر كل منها 8 – 11 نانوميتر.

مواصفات السايتوبلازم

السايتوبلازم سائل لزج شفاف بطيء الحركة غني بالبروتينات والسكريات والأملاح والفيتامينات تتواجد فيه عضيات الخلية.

- يحتل الحيز الواقع بين غشاء الخلية و نواتها.
- يحمل كل مكونات الخلية ماعدا النواة.
- يسمى الجزء الشفاف من السيتوبلازم الذي يحمل العضيات بالسيتوسول.

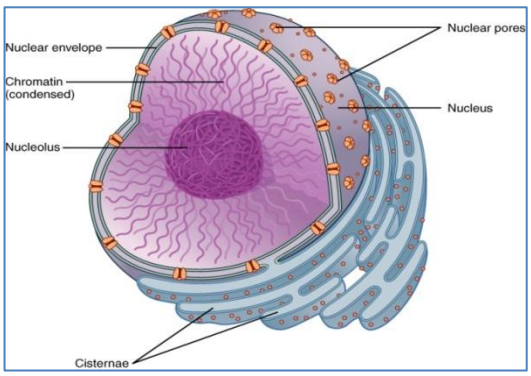
وظائف السايتوبلازم

1. يحافظ على شكل وحجم الخلية وعلى مكان العضيات فيه.
2. يسهل من إذابة المواد لكي تتمَكّن من الدخول إلى داخل العضيات.
3. يعتَبر همزة الوصل بين عضيات الخلية.

الافعال الحيوية في السايتوبلازم

1. تفاعلات التحلل السكري Glycolysis
2. تكوين مركبات كاربوهيدراتية من سكر السكروز Sucrose
3. بناء البروتين Proteins Synthesis
4. تكوين الاحماض الدهنية Fatty Acid Synthesis

النواة Nucleus



تتميز جميع خلايا الاحياء حقيقية النواة بأستثناء كريات الدم الحمراء عند الانسان وكذلك صفائحه الدموية بأحتوائها على نواة متميزة. تشكل النواة موقعاً مركزياً في الخلايا يتيح لها ادارة الفعاليات الايضية بصورة كفؤة

ولكن يمكن مشاهدتها في احد اقطاب الخلية او على حافات الخلية وتتحكم في ذلك فجوات عديدة او فجوة كبيرة كما هو الحال في الخلايا الدهنية حيث يكون السايتوبلازم والنواة على حافات الخلايا.

يغلب الشكل الكروي على انواع معظم الخلايا ويمكن مشاهدة اشكال اخرى فمثلاً ذات الشكل البيضوي في العضلات الملساء والخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء او مفصصه في خلايا الدم البيضاء. تمتلك معظم الخلايا نواة مفردة الا ان بعض الخلايا تحتوي على نواتين متشابهتين كما في الخلايا الكبدية، ان تعدد النوى في الخلايا قد يقترن مع مرحلة معينة من مراحل تطور الخلايا حيث لا تلبث ان تفقد معظم نواها وتحتفظ بنواة واحدة وغالباً ما يكون قاصراً على المراحل الجنينية .

يتراوح حجم النواة من 3 – 25 مايكروميتر وبسبب الطبيعة القاعدية لها وذلك لوجود الاحماض النووية والبروتينات الهستونية (وهي بروتينات قلويه تساعد في تنظيم تركيب ال DNA داخل انوية الخلايا حقيقية النواة) تتواجد الهستونات ضمن صبغيات الخلايا حقيقية فأنها تصطبغ باللون الاحمر.

الغلاف النووي Nuclear envelope

تنفصل النواة عن السايتوبلازم بغلاف نووي مؤلف من غشائيين هما الغشاء النووي الخارج Outer Nuclear Membrane الذي يواجه سطحه السايتوبلازم والغشاء النووي الداخل Inner Nuclear Membrane الذي يواجه سطحه الداخلي العصير النووي. يظهر سطح الغلاف الخارجي المواجه للسايتوبلازم عند فحصه بالمجهر الالكتروني خشناً ولا يحتوي على الرايبوسومات وخصوصاً في المناطق القريبة من مواقع ارتباط الغشاء مع الشبكة الاندوبلازمية.

كما يتميز الغلاف النووي الداخلي بانه اكثر تجانساً من الغشاء الخارجي وذلك لامتلاك سطحه عل حبيبات دقيقة متجانسة التوزيع تظهر على هيئة طبقة سمكها 15 – 50 نانوميتر ويعتقد انها مؤلفة من مواد بروتينية لعدم تأثرها بأنزيمات مثل الببسين والبروتينيز.

تحتوي النواة في داخلها على العصير النووي Nuclear sap يمثل محلولاً غروياً نصف شفاف يحتوي بداخله على المادة الكروماتينية وبعض الحبيبات الصغيرة والبروتينات ويعمل كوسط لأنشاء النواتج الأيضية والجزيئات العضوية الكبيرة.

وظائف النواة

تمثل النواة مركز تنظيم النشاط الحيوي للخلايا بسبب احتوائها على المادة الوراثية، ولأهمية هذا الدور فأن هناك اتصال مباشر بين النواة والسايتوبلازم من خلال النشاط الأيضي للغلاف النووي والثقوب النووية والارتباط مع الشبكة الاندوبلازمية. كذلك تحتوي النواة على انواع مختلفة من الانزيمات النووية لأجل القيام بمهامها.

النوية The Nucleolus

تعتبر النوية احدى مكونات النواة التي تظهر بصورة حبيبات كثيفة ضمن النواة وقد وصفت من قبل فونتانا Fontana في عام 1781 وفي عام 1898 استعرض العالم مونتكومري Montgomery هذا الموضوع معتمداً على 700 مرجع وقد تمكن من وضع الاستنتاجات التالية:

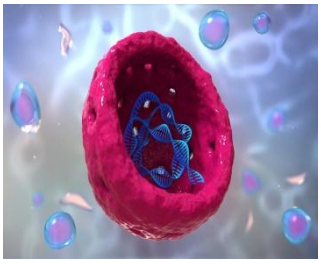
1- وجود النويات في جميع النوى تقريباً (ويعبر عن هذا الان بان جميع نوى خلايا حقيقية النواة تقريباً تحتوي نويات.

2- يختلف عدد النويات من واحدة الى عدة مئات للنواة الواحدة غير ان العدد الناتج يكون اما واحدة، اثنتان، ثلاثة او اربعة نويات في النواة الواحدة.

3- يكون تركيب النوية ديناميكي يتغير اثناء عملية الانقسام وكذلك خلال الطور البيني.

4- لا تصطبغ بنفس طريقة صبغ الكروموسومات.

5- تكون نامية بصورة جيدة في الخلايا النشطة جداً في النمو والبناء وتختلف النويات في شكلها وحجمها فهي غالباً دائرية الشكل يتراوح قطرها بين 2-4 مايكرومتر كما قد تكون بشكل مجسم ناقص يصل محوره الطولي تقريباً (6) مايكرومتر حيث يعتبر هذا النوع من الخلايا مثال جيد لخلايا تكون نواتها محتوية على نوية كبيرة الحجم وكذلك وفي الوقت نفسه تكون هذه الخلايا نشطة في البناء الكثيف للبروتين كما قد تكون النوية غير منتظمة الشكل ويلاحظ هذا الشكل غير المنتظم في انوية الخلايا التي تكون في الطور التمهيدي Prophase من الانقسام.



ان النوية تظهر عند فحصها بواسطة المجهر بانها غامقة اللون بالإضافة لكونها كثيفة وتحتوي على فجوات غير غشائية تسمى Nucleolar Vacuoles وفي نهاية القرن التاسع عشر تم اثبات بأن هنالك علاقة ما بين حجم النوية والفعالية البنائية للخلية وقد لوحظ بأن النويات كانت صغيرة او مفقودة في الخلايا ذات الفعالية القليلة في بناء البروتين مثل

خلايا النطف والبلاستوميرات Blastomerse وغيرها بينما كانت كبيرة في الخلايا المولدة للبيوض والخلايا العصبية وخلايا الافراز حيث يعتبر بناء البروتين في هذه الخلايا الصفة المميزة والدائمة فيها.

تظهر النوية في الخلية الحية بصورة اجسام عالية الانكسار وسبب ذلك هو نتيجة التركيز العالي للمادة الصلبة التي يمكن قياسها بالمجهر متداخل الاطوار Interferance Microscopy والتي تشكل حوالي 80% من الكتلة الجافة. وخلال المجهر الضوئي تظهر النوية عموماً متجانسة من حيث التركيب ولو ان قطيرات وفجوات صغيرة يمكن ملاحظتها وتتصل عادة بغشاء النواة الداخلي وبعض هذه الفجوات تبدو وكأنها تعبر في السايتوبلازم. يلاحظ في بعض الخلايا الحية خصوصاً بعد تثبيتها وصبغها بالصبغات الفضية تركيب خيطي يسمى بخيط النوية Nucleonema.

التركيب الكيمياوي للنوية Chemical structure of nucleolus

لقد عزلت النويات من خلايا البيوض غير الناضجة Oocyets للحيوانات المائية ومن خلايا الكبد وتحتوي في الغالب على الحامض النووي RNA بنسبة 3% - 5% ان هذه الكمية اقل من الكمية المشار اليها في الدراسات الكيميائية الخلوية حيث يحصل بعض الفقدان خلال الاستخلاص. يصل محتوى نويات اجنة الباقلاء من الحامض النووي 20% - 10% RNA من مجموع RNA النواة وان القواعد النتروجينية المكونة للحامض النووي RNA الموجود في النوية تشابه تلك القواعد المكونة للحامض النووي RNA في الرايبوسوم وتشكل البروتينات النسبة العالية من المكونات الكيمياوية للنوية وتشير بعض الدراسات الى ان المكونات البروتينية الرئيسية في النوية هي البروتينات المفسفرة Phosphoproteins ولم يلاحظ وجود بروتينات من نوع الهستونات Histones في النويات المعزولة حيث يكون اختبار صبغة الاخضر السريع Fast Green سالباً. توجد ادلة على مستوى الكيمياء الخلوية حول وجود تركيز عالي من Orthophosphate الذي يعمل كمادة مكونة لفسفور الحامض النووي RNA.

واما ما يخص المحتوى الأنزيمي للنوية فقد اكدت الطرق التقنية الخاصة بعزل الانزيمات الى وجود الانزيمات التالية في النوية: (Nucleoside - Acid Phosphatase Synthesizing (Enzymes - Phosphorylase. ويعتبر الانزيمان الاخيران مهمان لانهما يشتركان في بناء النيوكليوتايد Nucleotide والانزيم المساعد Coenzyme لقد شخص وجود الانزيم RNA Methylase في نوية خلايا معينة ويعمل هذا الانزيم على نقل مجاميع المثيل الى قواعد الحامض النووي RNA.

اوضحت العديد من الدراسات الكيمياوية باستخدام النظائر المشعة ان النوية مركز تجمع الحامض النووي RNA. ويصنع في هذه المنطقة الحامض النووي RNA الرايبوسومي r-RNA (الانواع المصنوعة هي S28 و S18 و S5.8) ويمكن صنع هذه الحوامض النووية من قبل جينات مرتبطة (أي قريبة من بعضها في نفس الكروموسوم) تحتل منطقة من الكروموسوم المتصلة بالنوية ويطلق على هذه الجينات بمنطقة تنظيم النوية Nucleolar Organizing Region وللاختصار تكتب NOR اما صنع البروتينات في النوية فالأدلة تشير الى ان البروتينات تصنع في السايتوبلازم ثم تنتقل الى النواة والنوية ولا يعرف فيما اذا كانت البروتينات تصنع في النوية نفسها غير ان ذلك غير محتمل بسبب عدم وجود رايبوسومات ناضجة تستطيع اداء مثل هذا البناء البروتيني ويعتقد بأن النوية تساهم في ربط البروتين مع r-RNA لتكوين جسيمات رايبوسومية اولية Preribosomal Particle تفقد النوية عند فقدان منطقة تنظيم النوية بسبب الطفرة وتعتبر هذه الحالة مميتة بسبب عدم تكوين رايبوسومات وبالتالي عدم تكون موقع البناء ولا يمكن لأي جزء من اجزاء الكروموسوم التعويض عن منطقة تنظيم النوية لأنه جزء متخصص في كروموسوم معين ويكون عدد النويات مساوٍ لعدد مناطق تنظيم النوية في الكروموسومات لذلك فان كمية انتاج r-RNA تتناسب طردياً مع عدد مناطق تنظيم النوية فيها.