أهم الدهون التي تدخل في تركيب الغشاء الخلوي

Importance of Lipids in Cellulor Membran

١ - الدهون الفوسفاتية Phospholipids

إن معظم الدهون في الغشاء الخلوي هي دهون فوسفاتية، ويختلف توزيع هذه الدهون بين الأغشية الخلوية حسب طبيعتها، كما يوجد بعضها مرتبطا مع طبقة الدهن على السطح الخارجي مثل الفوسفاتيدل كولين Phosphatidylcholine متعادل الشحنة، بينما يوجد الفوسفاتيدل سيرين Phosphatidylserine والفوسفاتيدل إيثانول أمين Phosphatidylethanolamine سالبة الشحنة مرتبطة بطبقة الدهن على السطح الداخلي. إن هذا التوزيع يخلق بيئة مناسبة لنفاذ المواد عبر الغشاء الخلوي.

٢ - الدهون السكرية Glycolipids

تتصل الدهون السكرية أو الإسفنجوية Sphingolipids بالسطح الخارجي لطبقة الدهن أو البروتين في الغشاء الخلوي، وتشكل نسبة بسيطة لا تتجاوز ٥-٨٪ من تركيب غشاء الخلية، وقد تظهر في النمط الفسيفسائي المائي على هيئة خيوط أو أهداب. من أمثلة هذا النوع من الدهون السكرية الجنجليوسيد Ganglioside ذو الشحنة السالبة، والذي يوجد في الخلايا العصبية، وربما له دور بوصفه مستقبلاً للإشارات الخلوية.

٣- الكولسترول Cholesterol

يعتبر الكولسترول من مكونات الغشاء الخلوي الأساسية، وتقل نسبة وجوده في أغشية العضيات الخلوية كالميتوكوندريا والشبكة الإندوبلازمية مقارنة بالغشاء الخلوي. كما تختلف نسبة تواجده بين الغشاء الخارجي والداخلي للخلية؛ حيث يكون أكثر تواجدًا في الغشاء الخارجي (الشكل رقم ١٢أ). يقوم الكولسترول بدور مهم في الأغشية الخلوية؛ فهو يمنع تجمع السلاسل الهيدروكربونية لذيول جزيئات الدهون عند انخفاض درجة الحرارة، وهذا يؤدي إلى خفض ميل الأغشية للتجمد عند تبريدها. مما يعني أن له تأثيرًا مزدوجًا على الأغشية؛ فهو يقلل سيولة (ميوعة) الغشاء عند درجات الحرارة العالية ويمنع تجمد الغشاء عند درجات الحرارة المنخفضة، وهذا يظهر جليًا

عند الكائنات الحية متغيرة درجة الحرارة. إن معظم الكائنات الحية قادرة على تنظيم سيولة أغشيتها الخلوية عن طريق تغيير المكون الدهني لأغشيتها بصورة أساسية.

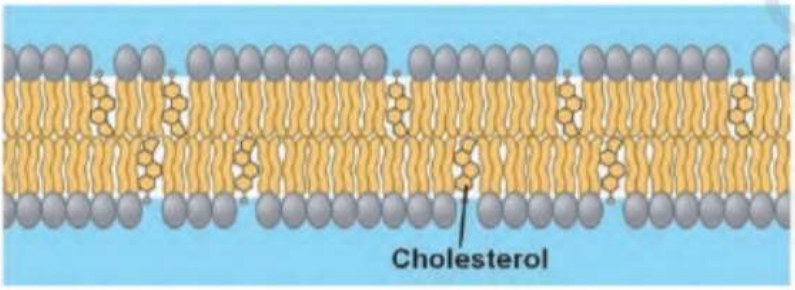
بالإضافة إلى ما سبق فإن الدهون تعمل على زيادة سيولة الغشاء وحركته؛ لأن الدهون تتحرك بعدة طرق، منها الانقلاب Flip-flop، أو الدوران Rotation، أو حركة جانبية Lateral Diffusion، أو الانكماش (الانثناء) Flexion (الشكل رقم ١٢ ب). وتزداد السيولة مع زيادة درجة الحرارة، والعكس صحيح، إلا أن سيولة الغشاء تعتمد بصورة رئيسة على أنواع الدهون الموجودة فيه. وأهم ثلاث سمات تؤثر في سيولة الغشاء هي:

١- طول السلاسل الجانبية للأحماض الدهنية؛ فكلما طالت السلسلة قلت درجة حرارة تجمد الغشاء.

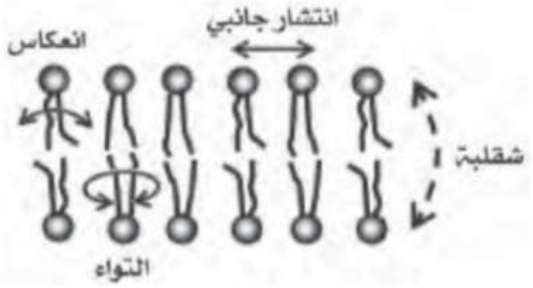
٢- نسبة الدهون المشبعة؛ فكلما زادت الدهون المشبعة زادت درجة تحمل الغشاء الخلوي لدرجات الحرارة.

٣- كمية الكولسترول الموجودة.

يقوم الغشاء الخلوي (البلازمي) بعدة وظائف متعددة وضرورية لبقاء الخلية ونشاطها؛ فالغشاء البلازمي يحفظ محتويات الخلية، كما يتم عن طريقه التخلص من المواد الضارة والمسرفة، والحصول على المواد الغذائية والتحرك والتكاثر والتفاعل مع البيئة الخارجية وغيرها من الوظائف التي سيتم مناقشتها لاحقًا. إن الأغشية الخلوية غير متناظرة Asymmetric؛ لأن السطوح الخارجية والداخلية للغشاء المزدوج متباينة فيما تحتويه من جزيئات كما في الميتوكوندريا والبلاستيدات.



الشكل رقم (١٢أ). تواجد الكولسترول في الأغشية الخلوية الحيوانية.



الشكل رقم (١٢ب). تحركات جزيء الدهن في غشاء الخلية.

تعزى معظم الوظائف الحيوية للغشاء إلى بروتينات الغشاء، ولهذا تنسب قدرة غشاء الخلية الاختيارية إلى بروتينات الغشاء (الشكل رقم ١٣).

وظائف البروتينات الغشائية Proteins Function

١- الإشارة Signal

تستجيب الخلايا لإشارات البيئة المحيطة خارجيًا أو داخليًا، مما يسمح بالتواصل الخلوي، وذلك من خلال مستقبلات سطحية، مما يؤدي إلى تكامل وتنسيق العديد من الوظائف الخلوية. وقد ثبت أن معظم السرطانات تنشأ عن خلل أو خطأ معين في مسارات الإشارات التي تنظم النمو والتمايز الطبيعي والموت الخلوي المبرمج.

٢- الاستقبال Receptor

المستقبلات بروتينات تعمل بمثابة المستقبل Reservoir أو الحساس Sensor، وتوجد إما في السيتوبلازم أو النواة أو الغشاء الخلوي، وتتصل بمناطق ارتباط محددة كالهرمونات مثلاً، بحيث تشكل رسالة تعبر من خلالها إلى داخل الخلية. إن الخلايا التي تحتوي على مثل هذه المستقبلات هي التي تستجيب فقط للمؤثر.

٣- النقل Transport

يتمثل في نقل الجزيئات والأيونات عبر الحواجز الغشائية من الخلية وإليها عبر بروتينات الغشاء الخلوي التي تعمل كقنوات عبور تمر من خلالها المواد من الخلية وإليها ما عدا الجزيئات الصغيرة أو غير المستقطبة، والتي تتمكن من العبور بطريقة الانتشار.

٤- الدعم Support

تقوم البروتينات بمساعدة بعض الألياف الخلوية بالحفاظ على شكل الخلية وقوامها وتثبيت العضيات الخلوية.

٥- التعرف Recognition

بعض البروتينات السكرية تعمل على تحديد مناطق خاصة للتعرف على خلايا أخرى.

٦- الربط Junction

معظم خلايا الكائنات الحية عديدة الخلايا تقضي معظم حياتها على اتصال مؤقت أو دائم مع الخلايا الأخرى المجاورة، وهناك أنواع من الروابط بين الخلوية تختلف فيما بينها على الدور الذي تؤديه (الشكل رقم ١٤)، ومن تلك الروابط:

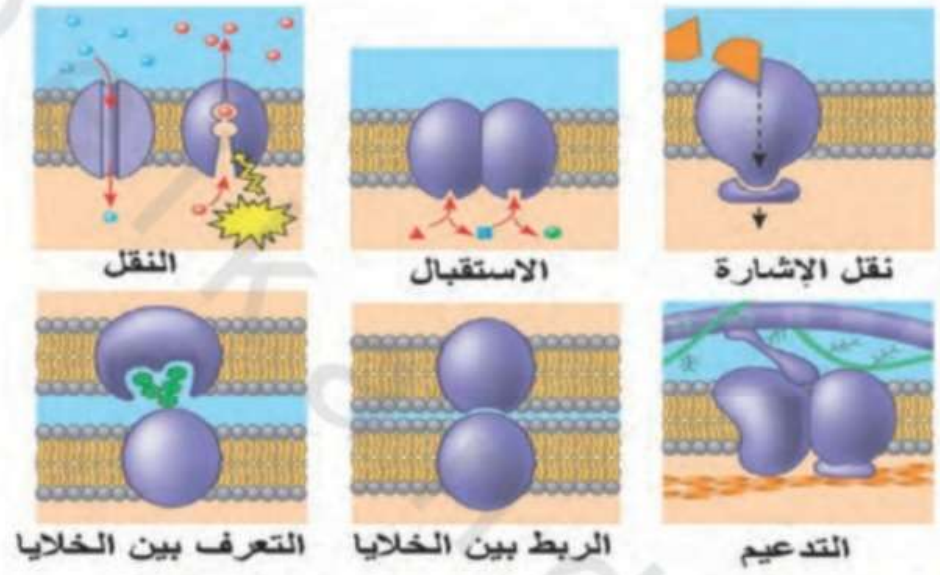
أ) **الأجسام الرابطة Desmosomes**: هي نقاط تشبه الأزرار، يشاهد عندها كثافة من الليفات على غشاء الخلية، وتعمل على الربط بين الخلايا المتجاورة في النسيج، مما يعطيه سمكًا تركيبيًا خاصًا يساعده على أداء وظيفته كوحدة واحدة.

ب) **الروابط اللاصقة Adherents Junction**: توجد في الطبقات الرقيقة للأنسجة التي تبطن تجاويف الجسم، والتي تغطي الأعضاء، بعضها يكون على شكل حزام لاصق حول الخلايا.

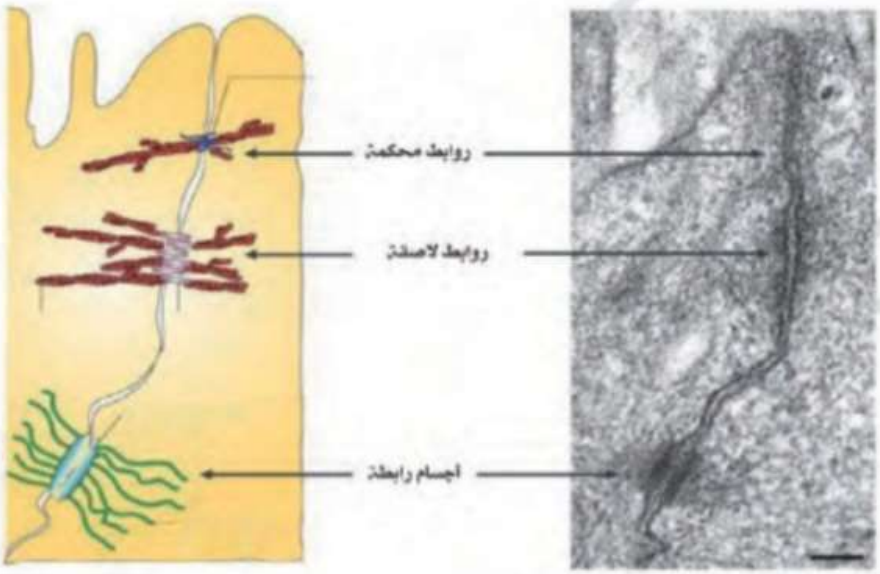
ج) **الروابط المحكمة Tight Junction**: يقع هذا الاتصال الخلوي قرب الحافة الحرة للخلايا الطلائية، ويعمل كسدادات محكمة تربط بين الأغشية الخلوية بحدوث اندماج للغشاءين الخارجيين، وعلى امتداد محيط الخليتين. إن هذا الالتصاق يمنع مرور المواد في المنطقة البينية، ويوجد مثل هذا النوع من الروابط بوضوح في الخلايا الطلائية المعوية، وفي تجاويف الغدد.

د) **الروابط الثغرية Gap Junction**: هي نقاط متجاورة يقترب عندها غشاءان خلويان لخليتين متجاورتين إحداهما مع الأخرى، ولا يندمجان معًا، بل يبقى بينهما فراغ

بسمك حوالي ٢-٣ نانوميتر لتتكون ممرات تصل بين الخليتين، تسمح هذه الممرات بمرور الأيونات والجزيئات الصغيرة. ويوجد مثل هذا النوع من الروابط بين ألياف العضلات القلبية والعضلات غير المخططة، حيث يتطلب الأمر سرعة مرور موجات الاستثارة من ليفة عضلية لأخرى.



الشكل رقم (١٣). وظائف بروتينات غشاء الخلية.



الشكل رقم (١٤). أنواع الروابط بين الأغشية الخلوية.

تحورات غشاء الخلية

Modifications of Cell Membrane

تتحور الأغشية الخلوية للقيام ببعض الوظائف الحيوية المهمة، وقد تكون هذه التحورات دائمة أو مؤقتة لحين الانتهاء من المهمة التي من أجلها حدث هذا التحور. ومن تلك التحورات:

١- تحورات لزيادة مساحة السطح Modifications for Increasing Cell Surface

هناك عدة تحورات لغرض زيادة مساحة السطح مثل:

أ) الخميلات Microvilli

الخميلات وهي تحورات غشائية في بعض الخلايا على شكل ثنيات تعرف باسم الخميلات الدقيقة. الهدف من هذا التحور هو زيادة مساحة سطح الامتصاص مثل الخميلات الفرشائية Brush Borders الموجودة في الخلايا الطلائية العمادية الامتصاصية المبطنة للأمعاء الدقيقة. وقد يكون الهدف من ثنيات الغشاء الخلوي زيادة مساحة سطح التفاعلات الإنزيمية، كما في الثنيات أو العروف Folds or Cristae الموجودة في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا أو الجسيمات الأولية Primary particles الموجودة أيضا في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.

٢- الأهداب والأسواط والذيول Cilia, Flagella and Tails

الأهداب والأسواط عبارة عن تحورات غشائية على شكل زوائد موجودة على سطح الغشاء الخلوي، وهذه التحورات وجدت لغرض الحركة والتحريك. تكون الأهداب أقصر من الأسواط، وأكثر عددًا، وتكون الأسواط قليلة العدد وطويلة، وقد يكون لها وظائف إضافية كوسيلة دفاعية. من أمثلة هذه التحورات ما يلي:

أ) أهداب البراميسيوم المعدة لغرض الحركة.

ب) أهداب الخلايا الطلائية المبطنة للقصبة الهوائية لغرض التحريك وطرد الأجسام الغريبة التي قد تصل إلى القصبة الهوائية.

ج) أسواط اليوجلينا للحركة.

د) أسواط الخلايا المطوقة في التجويف المعوي للإسفنجيات لغرض تحريك تيار الماء وما يحتوي من غذاء.

هـ) ذيل الحيوان المنوي للحركة.

وقد تتحور الأغشية الخلوية إلى تحورات تتناسب مع طبيعة البروتوبلازم، كما يحدث في الأميبا عندما يتحور فيها الغشاء الخلوي، ويبرز للخارج على شكل قدم كاذبة Pseudopodia. وسميت كاذبة لأنها غير حقيقية وغير دائمة، فهي تظهر في الغشاء الخلوي، ثم لا تلبث أن تختفي وتظهر في مكان آخر. لفرض الحركة.

٣- تحورات لغرض الربط والتوثيق Modifications for Tightening

يتحور غشاء الخلية لغرض الربط والتوثيق بعدة طرق، كما سبق ذكره في الصفحات السابقة عند وصف وظائف الغشاء الخلوي.

٤- تحورات لغرض الإدخال الخلوي Endocytosis

من الوظائف العديدة للغشاء الخلوي التحكم في مرور المواد من الخلية وإليها. وهذه العملية تعتمد في الأساس على حاجة الخلية. وبناءً على حجم وطبيعة الجزيئات المدخلة للخلية عبر الغشاء الخلوي يمكن تقسيم عمليات الإدخال الخلوي (الشكل رقم ١٥) إلى نوعين هما:

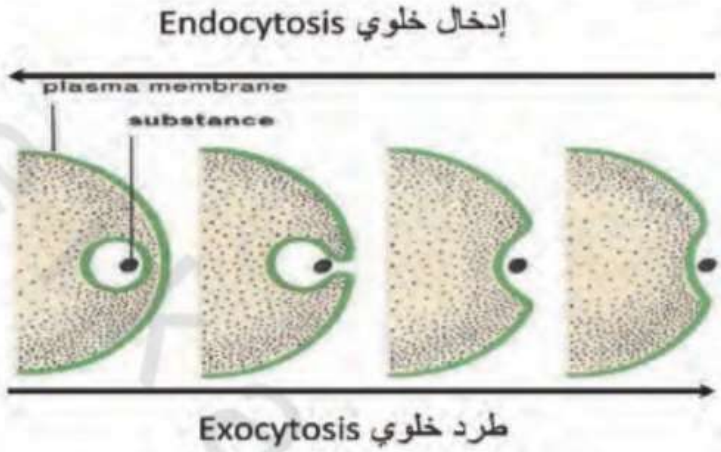
أ) البلع الخلوي Phagocytosis

لقد ثبت بما لا يدع مجالاً للشك حدوث ظاهرة البلع الخلوي (البلعمة) في أنواع عديدة من الخلايا وحيدة الخلية وعديدة الخلايا. ويقصد بالبلعمة إدخال مواد صلبة أو غير مهضومة أو جزيئات كبيرة Macromolecules إلى داخل الخلية، وبمساعدة الأقدام الكاذبة كما في تغذية الأميبا أو في التهام الميكروبات من قبل خلايا الدم البيضاء (الشكل رقم ١٦).

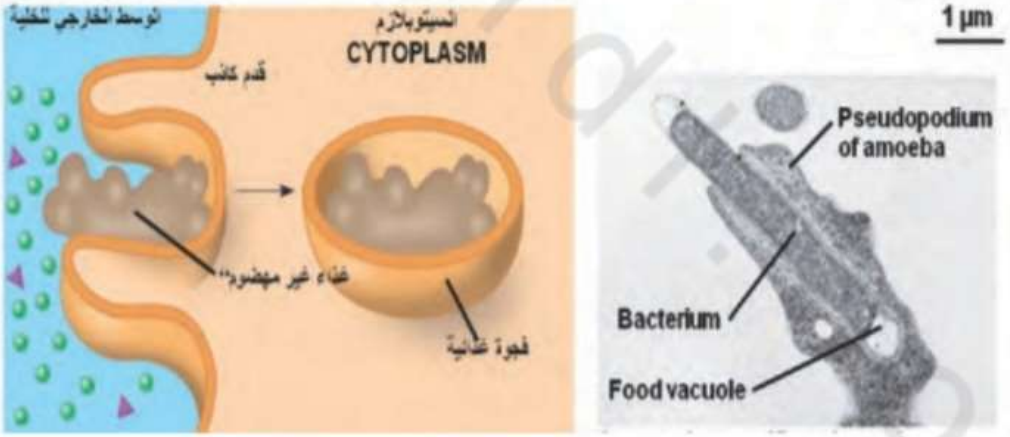
ب) التشرب الخلوي Pinocytosis

ويقصد بهذه العملية إدخال مواد بسيطة أو مهضومة أو جزيئات صغيرة Micromolecules إلى داخل الخلية. تقسم عملية التشرب الخلوي إلى نوعين: التشرب الخلوي

الدقيق Micropinocytosis إذا كان نصف قطر الحويصلة أو المادة المدخلة أقل من ٧٠ نانومتر، مثل الأحماض الأمينية. والتشرب الكبير Macropinocytosis إذا كان نصف قطر الحويصلة أو المادة المدخلة بين ١٠٠-٥٠٠ نانومتر مثل الكولسترول (الشكل رقم ١٧).



الشكل رقم (١٥). الإدخال الخلوي والطرد الخلوي.

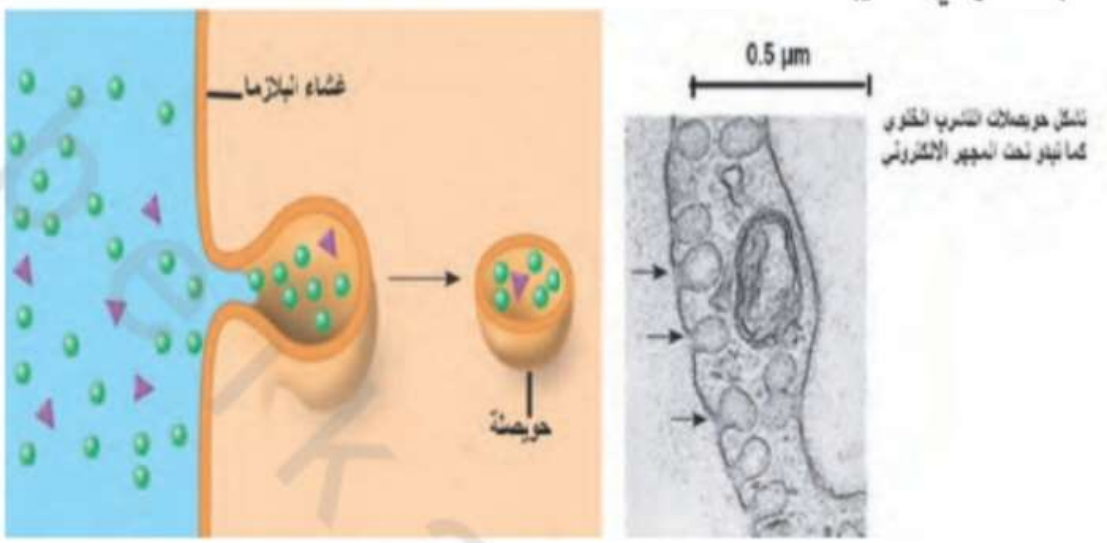


الشكل رقم (١٦). البلع الخلوي Phagocytosis.

٥- الطرد الخلوي Exocytosis

هذه العملية من حيث المبدأ تكون عكس عملية الإدخال الخلوي (الشكل رقم ١٥). وقد تكون إفرازًا خلويًا Secretion كإفراز إنزيم الببسين في خلايا المعدة،

أو إخراج (طرد) خلوي Excretion كطرد الماء الزائد عن حاجة الخلية بوساطة الفجوة المنقبضة كما في الأميبا.



الشكل رقم (١٧). التشرب الخلوي Pinocytosis.