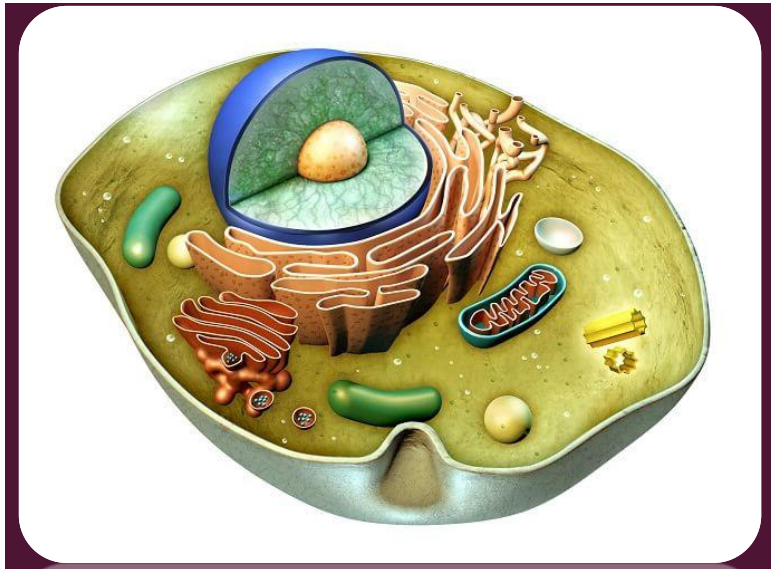
CELL BIOLOGY 2 علم بايولوجية الخلية

المحاضـرة الثامنة

PEROXISOMES البيروكسيسومات

MICROFILAMENT & MICROTUBULES الليفات والنبيبات الدقيقة



د. هبة عباس جاسم

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم علوم الحياة

المرحلة الاولى

PEROXISOMES البيروكسيسومات

- البيروكسيسومات او الاجسام الدقيقة هي تراكيب غشائية دائرية او بيضوية اكتشفت منذ أوائل الستينات تشابه اللايسوسوم الاولي.

- تشتق هذه الاجسام من الشبكة الاندوبلازمية الملساء ويتم تعبئتها بانزيميات الاكسدة قبل انفصالها. يتميز غشاءها بان له قابلية نفاذية مميزة بحيث يسمح لجزيئات كثيرة اكبر حجما من جزيئات السكروز بالمرور خلاله بسهولة. يحتوي مركز هذه الاجسام على انابيب دقيقة مرتبة بصورة منتظمة ويحاط كل منها بعشرة انيبيبات ادق. قد يحتوي المركز ايضا على تراكيب بلورية متميزة اضافة لحشوة سائلة محببة غزيرة بانزيمات الاكسدة.

- تتشابه الاجسلم الدقيقة مع اللايسوسومات في الحجم والشكل لكنهما مختلفتان في التراكيب والوظيفة. اذ ليس لاجسام الدقيقة دور في الهضم ولا تحمل في داخلها انزيمات هاضمة ويتركز دورها على اكسدة المركبات. لذلك فهي غنية بانزيمات الاكسدة مثل Catalase, D-amino acid oxidase, Urate oxidase.

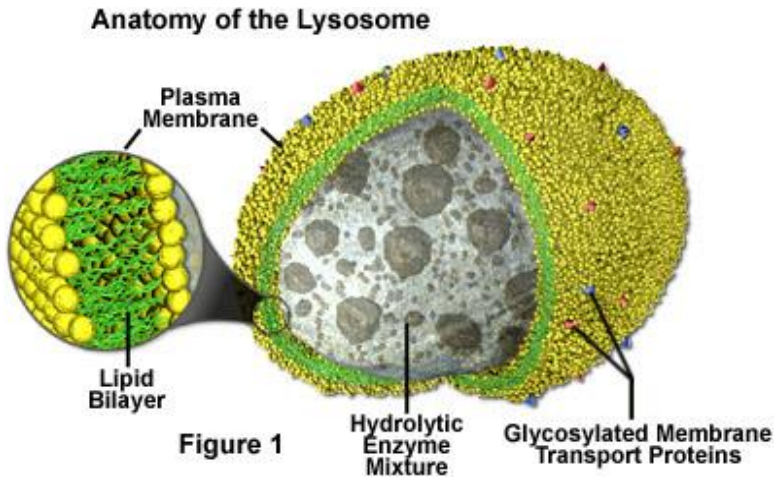
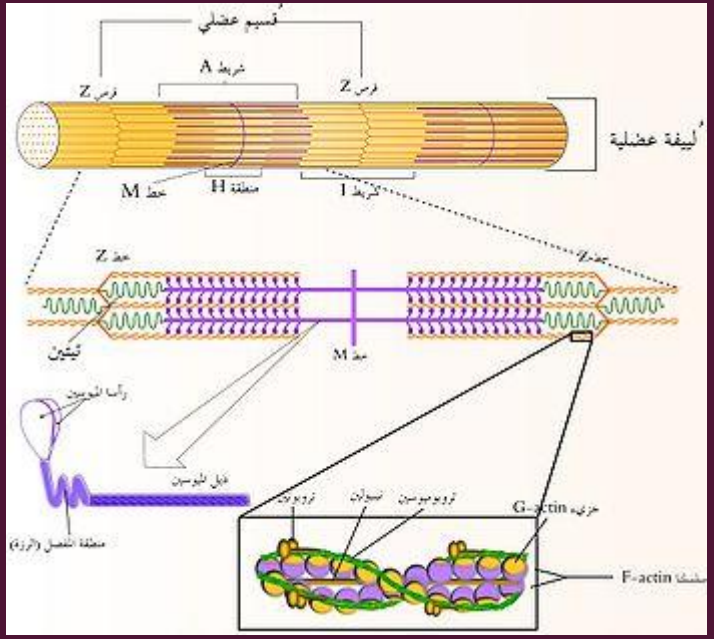
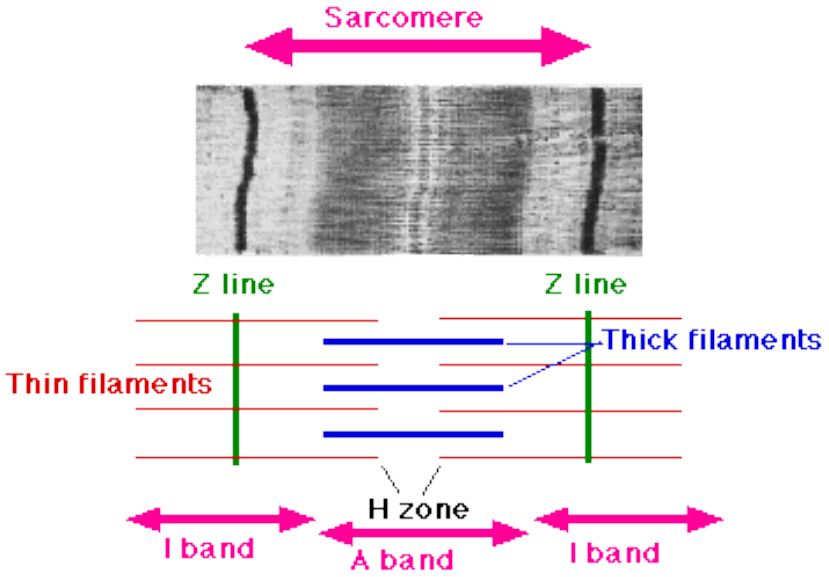


Figure 1

الخويطات (الليفات) الدقيقة MICROFILAMENT

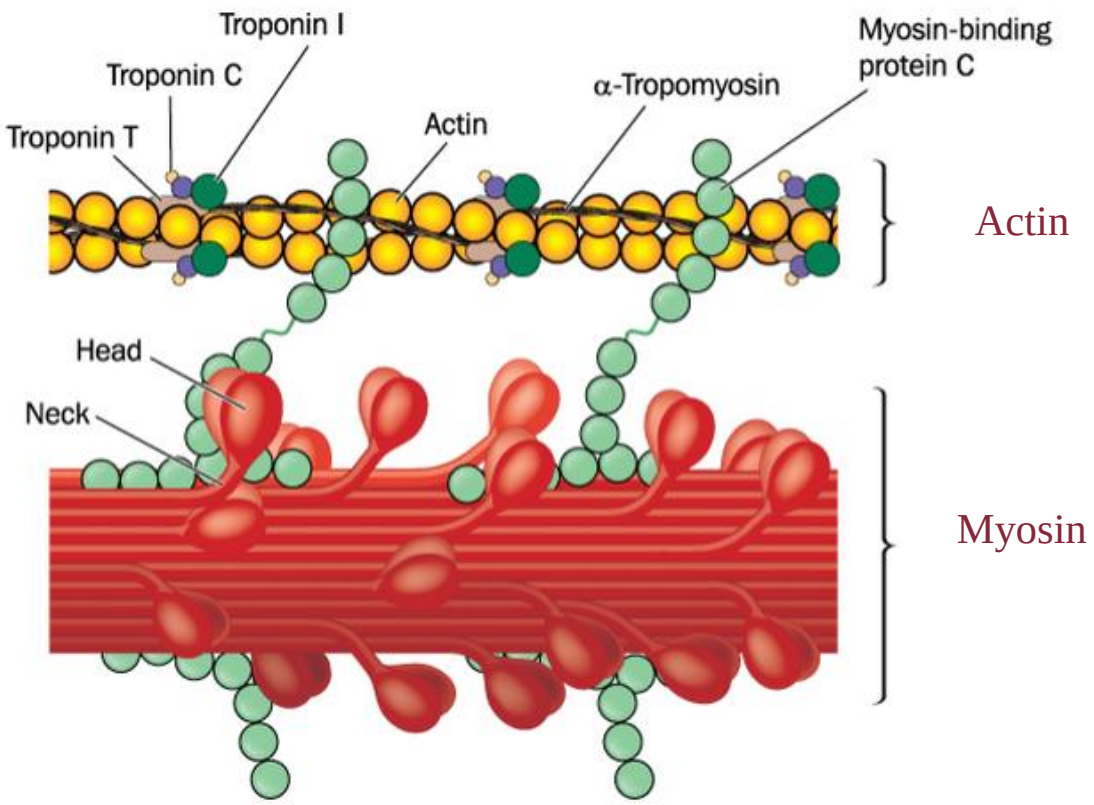


- يحتوي معظم سايتوبلازم الخلايا على انواع متعددة من الييفات الدقيقة ذات وظائف مختلفة. وتعتبر الخلايا العضلية وخصوصا الهيكلية من افضل الخلايا التي درست فيها هذه التراكيب بشكل دقيق ومفصل.
- تتم الحركة في العضلات الهيكلية عن طريق نسيج متطور هو النسيج العضلي المؤلف من خلايا Sarcomere تمثل كل منها وحدة تقلصية تتكرر على طول كل ليف Muscle fiber. ويتأزر مع هذا النسيج في اداء الوظيفة النسيج العصبي.
- ان فحص الليفة العضلية مجهريا يوضح بانها مخططة بمناطق فاتحة اللون واخرى غامقة. وتتحدد كل وحدة تقلصية (ساركومير) بخطوط تدعى خكوط Z . لقد وجد بان كل ليفة عضلية مؤلفة من العديد من الييفات العضلية الدقيقة Myofibrils وتتالف هذه من خيوط عضلية دقيقة جدا Myofilaments.
- ان مقاطع حزم الخيوط العضلية المفحوصة بالمجهر تبين بان هناك نوعين من الخيوط هما خيوط المايوسين Myosin السميكة وتمتد في المناطق الغامقة من العضلة التي يرمز لها بالحرف A وخيوط الاكتين Actin الدقيقة الممتدة في المناطق الفاتحة التي يرمز لها بالحرف I وقليلا في المناطق الغامقة.



شكل يوضح العضلة الهيكلية يظهر فيها ساركوميرات العضلة (الوحدات العضلية) واضحة

- تتألف خيوط المايوسين من سلسلتين من عديد الببتيدات وتكون على هيئة عصا الكولف لها راس يشبه الهراوة. تلتف اذرع كل سلسلة من سلسلتي المايوسين على بعضها بهيئة الضفيرة بحيث تتجه الرؤوس الهراوية لهما نحو الخارج.
- تنتظم بروتينات خيوط الاكتين بطريقة خاصة مميزة حيث تحاط الاشرطة المزدوجة اللولبية بسلسلتين مؤلفة من بروتينات التروبومايسين Tropomyosin، ترتبط سلاسل الاكتين والتروبومايسين بواسطة تجمعات ثلاثية كروية موزعة على طول السلاسل بمسافات منتظمة من بروتين التروبونين Troponin.
- يتألف معقد التروبونين من ثلاثة انواع من البروتينات التروبونينية وهي تروبونين C له علاقة بالارتباط مع ايونات الكالسيوم، وتروبونين I يعمل على تحفيز المايوسين للحركة واشغال الموقع التاصري في خيوط الاكتين، وتروبونين T يعتقد بانه مسؤول عن الارتباط مع التروبومايسين.



التركيب الدقيق للخيوط والبروتينات المؤلفة لليف العضلي .

آلية الانقباض والانبساط في العضلة الهيكلية

- ان ارتباط اشرطة الاكتين يؤدي الى تكوين انخفاضات وارتفاعات وترتبط خيوط المايوسين بواسطة الرؤوس الهراوية الشكل مع هذه الانخفاضات والارتفاعات اثناء عملية التقلص. واثناء التقاص تدور الرؤوس الهراوية بسرعة بحيث تندفع باتجاه خطوط Z مستخدمة الانخفاضات والارتافاعات لخيوط الاكتين .

- تدور الخيوط الخاصة بخيوط المايوسين بعد ارتباطها اولا مع جزيئة ATP (جزيئة لكل رأس) حيث تستمد منها الطاقة محررة جزيئة ADP وتنشط هذه الطاقة الرؤوس لتتصل مع شريط الاكتين المجاور وتنحني 45 درجة. وباستمرار الحصول على طاقة فان الرؤوس تدور بسرعة لتعمل على تقلص العضلة. تسلك الرؤوس الهراوية للمايوسين كانزيمات اطلاق الطاقة ATPase حيث تحرر الطاقة عبر تحطيم جزيئة ATP وتحويلها الى ADP ومجموعة فوسفات.

- تتقلص الزغابات المعوية وتتمدد اعتمادا على الحالة الفسلجية للامعاء. تتم عملية التقلص والتمدد هذه عن طريق شبكة من الالياف المؤلفة من الاكتين والمايوسين ، حيث تتمدد حزمة الالياف داخل الزغابات بشكل طولي وترتبط عرضيا مع الغشاء البلازمي بالياف مستعرضة. اما في قاعدة الزغابات فان حزم الالياف تشكل شبكة رخوة ترتبط اليافها مع معقدات جدارية تساهم في تقلص الالياف وتمددها.

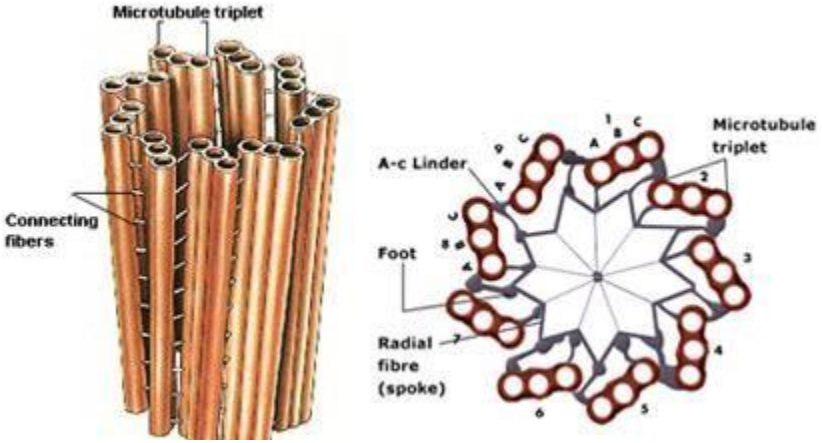
- كما تمتد الالياف الاكتينية في الخلايا العصبية على هيئة حزم طويلة تدعى الخيوط العصبية Neurofilament تمتد من جسم الخلايا وعلى طول الليف العصبي اضافة لامتدادها من العقد العصبية نحو الانسجة الاخرى.

MICROTUBULES النبيبات الدقيقة

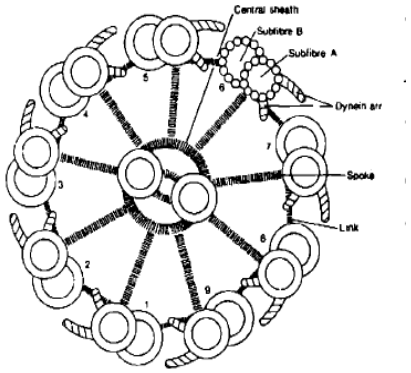
- وهي عناصر غير غشائية طويلة غير متفرعة انبوبية تنتشر في جميع انواع الخلايا. توجد الانيبيبات الدقيقة اما على صورة منظمة جدا كما هو الحال في قاعدة الاهداب Axoneme والمريكزات او الاجسام المركزية Centrioles او تنتشر في السايتوبلازم بالقرب من بعض العضيات السايتوبلازمية وفي محاور وتشعبات الخلايا العصبية المؤلفة للجهاز العصبي المركزي. كما توجد بالقرب من الاغشية البلازمية وخصوصا مناطق التبادل الخلوي.
- تؤلف الانيبيبات الدقيقة الهيكل الرئيسي للاهداب والاسواط حيث تترتب بطريقة مميزة مكونة تسع انابيب مزدوجة محيطية تحيط بزوج مركزي وتمتد هذه الازواج الانبوبية على طول الاهداب ابتداً من قاعدتها. حيث وجدا بان كل زوج انبوبي هناك انبوب كامل القطر مؤلف من ثلاثة عشر تحت وحدة بروتينية تسمى Subfiber-A ترتبط مع انبوب غير مكتمل القطر يتألف من أحدى عشر تحت وحدة بروتينية تسمى Subfiber-B. تمتد من الانيبيبات الكاملة القطر زوائد زوجية تتجه نحو الانيبيبات غير مكتملة القطر. تتألف هذه الزوائد من عدة جزيئيات من بروتين الداينين Dynein ذو نشاط انزيمي لتوليد الطاقة ATPase.
- ترتبط ازواج النيبيبات الدقيقة المؤلفة لهيكل الهدب محيطيا بزوائد تدعى Links وترتبط شعاعيا مع زوج الانيبيبات المركزية بروابط اضافية تدعى Spokes عددها تسعة روابط. أضافة للروابط الشعاعية ترتبط الانيبيبات المركزية بروابط دائرية تسمى بالغلاف المركزي Central sheath.
- اضافة لوجود الانيبيبات الدقيقة في الاهداب فانها تؤلف العناصر اللازمة لمغل الانقسام Mitotic spindle حيث تتولد في منطقة المريكزات او الاجسام المركزية لتكوين الاقطاب الانقسامية. ولا تلبث هذه الانيبيبات ان تمتد لترتبط مع كروماتيدات الكروموسومات او عابرة منتصف الخلية باتجاه الاقطاب.
- يتحدد موقع مغازل الانقسام الخلوي بواسطة زوج من التراكيب الانبوبية الدقيقة المسماة بالمريكزات Centrioles التي تظهر في موقع سايتوبلازمي مميز يدعى Cytocentrum بالقرب من النواة وجهاز كولجي.
- يتأف كل مريكز من تسعة تجمعات ثلاثية من الانيبيبات الدقيقة تشكل دائرة. تترتب هذه التجمعات بشكل منحرف على بعضها ولا تظهر تراكيب اضافية في مركزها باستثناء شريط قصير للDNA.

وظائف الانيبيبات الدقيقة:

- 1- لها دور مهم في توفير الدعامة الهيكلية التي تعطي الخلايا شكلها المعروف.
- 2- بسبب وجودها بالقرب من الغشاء البلازمي فانها توفر مطاطاية تستعد غشاء البلازما على مقاومة الشد الناتج عن الضغط الازموزي لمكونات الخلية الداخلي وربما تساعده ايضا في تنظيم حركة المواد.
- 3- لها اهمية بالغة في حركة بعض الخلايا بسبب تأليفها لمحتوى الاهداب والاسواط المسنعملة، كما انها تمثل وسائل الحركة للخلايا النامية في المزارع النسيجية.
- 4- لها دور كبير في الانقسام الخلوي حيث تمثل الانيبيبات الدقيقة اقطاب الانقسام والمغزل واليافه. وتساهم كثيرا في فصل كروماتيدات الكروموسومات لانجاز الانقسام واتمامه.



شكل يوضح تخطيط لمقطع طولي وعرضي في المريكزات



شكل يوضح تخطيط لمقطع عرضي في قاعدة الهدب

المصادر:

- ابراهيم، محمد رضا علي (1999) الخلية والوراثة. مكتبة ابن سينا، القاهرة
- عزيز، جبرائيل برصوم (2000) بايولوجية الخلية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل
- الفيصل، عبد الحسين (2000) الخلية : التركيب الدقيق والوظائف. الاهلية ، المملكة الاردنية
- Verma, P.S., (2005). Cell biology, genetics Molecular Biology, Evolution and ecology
- Pollard et al (2017) Cell Biology, 3ed, Elsevier

- **ملاحظة: المحاضرة الكاملة في الصف الالكتروني**