الفصل الحادى عشر

الجسم المركزى THE CELL CENTRE

الجسم المركزى أو مركز الانقسام هو أحد العضيات السيتوبلازمية . ويوجد فى الغالبية العظمى من الخلايا الحيوانية وفى بعض النباتات البدائية ، ويلعب دورا هاما فى عملية انقسام الخلية .

موقعه فى الخلية (LOCALIZATION) :

يوجد الجسم المركزى فى الخلية البينية قريبا من النواة فى مواجهة الجزء الأكثر اتساعا من السيتوبلازم ، وأحيانا يشغل المركز الهندسى للخلية كما هو الحال فى الخلايا الدموية البيضاء الكبيرة (الخلايا البيضاء التى تحتوى على نواة كلوية الشكل أو شبيهة بحدوة الحصان) ، أو عندما تكون النواة صغيرة أو زحزحت عن موقها الأصلى . والقاعدة العامة أن الجسم المركزى له موقع ثابت لكل نوع من أنواع الخلايا .

التركـــيب (Structure) :

يظهر الجسم المركزى فى التحضيرات الميكروسكوبية المثبتة المصبوغة على هيئة حبيبية أو حبيبيتين (**جسم ثنائى** diplosome) ويسمى عادة الحبيبة المركزية او **السنتريول** (centriole) .

ولا تشاهد الحبيبات المركزية عادة فى الخلايا الحية بواسطة الميكروسكوب الضوئى وان كان كليفلاند (Cleveland) قد تمكن فى عام ١٩٥٣ من مشاهدتها فى الخلايا الحية ، وقام بمتابعتها فى الخلايا الليفية أثناء انقسامها غير المباشر واتجاهها نحو القطبين المتقابلين فى الخلية . بالاضافة إلى ذلك ، فإن الوضع الثابت للحبيبات المركزية وخصائصها العامة ، وسلوكها أثناء الانقسام وقابليتها للصباغة بالصفات الحمضية ، وميلها لصبغ الهيماتوكسلين الحديدى . كل ذلك لا يترك مجالا للشك فى أنها جسيمات حقيقية فى الستوبلازم ، وإن كان يبدو أنها تنشأ من جديد فى بعض أنواع الخلايا .

وفيما يتعلق بالمناطق التى تحيط بالسنتريول ، فقد شوهد فى الخلايا المثبتة المصبوغة منطقة رائقة تحيط بالسنتريول وتسمى **المركز الدقيق** (microcentrum) أو الجسم المركزى (centrosome) ، تليها منطقة كثيفة تسمى **الكرة المركزية** (centrosphere or archoplasm) . ومن هذه المنطقة تنشأ الأشعة النجمية أو **الكرة النجمية** (astrosphere) بصورة متشعة . وعلى سطح هذه المنطقة يوجد جهاز جولجى خاصة فى الخلايا الجرثومية .

وتنفصل الجبيبتان المركزيتان عن بعضهما أثناء المرحلة التمهيدية للانقسام غير المباشر وتتجه كل منهما الى أحد قطبى الخلية ، ويبدو المركز الدقيق عندئذ على هيئة جسم مستطيل أو قنطرة صغيرة تسمى **الوصلة المركزية** (centrodesmosis) وهى التى يتنشأ منها مغزل الانقسام غير المباشر .

التركيب الدقيق للحبيبة المركزية
Ultrastructure of the centriole

تظهر الحبيبة المركزية فى الصورة المأخوذة من الميكروسكوب الالكترونى على هيئة جسم اسطوانى صغير قطره حوالى ١٥ر٠ من الميكرون وطوله حوالى ٣ر٠ إلى ٥ر٠ من الميكرون ، وداخله منخفض الكثافة ولكن جدار الأسطوانة أكثف ويحتوى على تسع مجموعات من العصى أو الأنيبيات التى يتراوح قطرها من ١٥٠-٢٠٠ أنجستروم ويكون مائلا نحو المحور . وهذه الأسطوانة خاوية من الداخل فلا توجد بداخلها أية جسيمات أو انيبيبات ، وعلى ذلك يشار إلى هذا النموذج المتمثل فى السنتريول " ٩+٠ " كما هو موضح فى الاشكال .

وقدلاحظ بعض البحاث وجود جسيمات معينة بجانب السنتريول تعرف **بالتوابع** (satellites) ، وتكون على هيئة أجسام كثيفة يبلغ كل منها حوالى ٧٠٠ أنجستروم وغالبا ما تكون حول الحبيبة المركزية وأحيانا توجد متصلة بجدارها .

وقد وصف باحثون آخرون أجساما أخرى يمكن اعتبارها **حبيبات مركزية بنوية** daughter centrioles يبدو أنها تنشأ من الحبيبة المركزية الأم . ويمكن ربط ذلك بعملية تضاعف الحبيبة المركزية وكذلك بما هو معروف من أن الحبيبتين المركزيتين فى حالة وجودهما بصورة مزدوجة تكونان متعامدتين على بعضهما . كذلك يرى البعض أن التراكيب الموجودة

(شكل ٧٢)

التركيب الدقيق (بالميكروسكوب الالكترونى) يوضح الحبيبة المركزية (السنتريون "Cc") واحد الكروموسومات(Chr)

حول الحبيبة المركزية ليست دائمة ، ولكنها تظهر بصورة مرحلية ترتبط بدورة نشاط الحبيبة المركزية .

على أنه يلاحظ أنه حتى الآن لم يثبت الميكروسكوب الالكترونى وجود الجسم المركزى (المركز الدقيق) والوصلة المركزية ، ولذلك فإنه من الصعب تأكيد أو نفى وجود هذه الأجزاء او عدم وجودها .

الحبيبيات المركزية والأهداب والأسواط : Centrioles, cilia and flagella

أوضحت الدراسات التى أجريت بالميكروسكوب الالكترونى أن التركيب الدقيق لكل من الحبيبات القاعدية للأهداب والأسواط والحبيبات المركزية القريبة فى الطلائع المنوية شبيه بما سبق وصفه فى الحبيبة المركزيية فى الخلية العادية(تتكون كل حبيبة قاعدية بنفس الطريقة ٩ + ٠ وهو نفس نموذج الحبيبة المركزية). وقد تم تتبع عملية تكوين الأهداب فى بعض الخلايا أثناء نموها وقد وجد أن أزواج الخيوط (أو الأنيبيبات) التى تكون التركيب النموذجى للأهداب وذيول الحيوانات المنوية تنشأ باتصال مباشر مع الأنيبيبات الموجودة فى إحدى الحبيبتين المركزيتين بينما تبقى الحبيبة المركزية الأخرى فى حالة غير نشطة . بالإضافة إلى ذلك ، فقد وجد أن العقلة الخارجية فى الخلايا المخروطية والقضيبية فى شبكة العين إنما تنشأ من هدب ابتدائى وأنها أيضا ترتبط بنشاط الحبيبة المركزية .

الأهداب والأسواط (Cilia and flagella)

تشبه الأهداب والأسواط فى تركيبها الدقيق الحبيبة المركزية فى أنها تتكون أيضا من تسع مجموعات من الأنيبيبات منتظمة على هيئة أسطوانة قطرها ١٥ر- ٢ر ميكرون . ولكنهما يختلفان عنها فى النواحى الاتية :

أ - يحتوى كل منهما على زوج إضافى من الأنيبيبات فى المركز الداخلى للاسطوانة وعلى ذلك يكون النموذج الخاص بها " ٩+٢ " بدلا من " ٩+٠ " التى توجد فى الحبيبة المركزية .

ب - والمجموعات السطحية فى الأهداب والأسواط تكون " ثنائية " فيتكون كل منها من انيبيبتين ، بينما الحبيبة المركزية ثلاثية الأنيبيبات (قارن الاشكال ٥٣- ٥٥ بالاشكال ٥٧- ٦٠) .

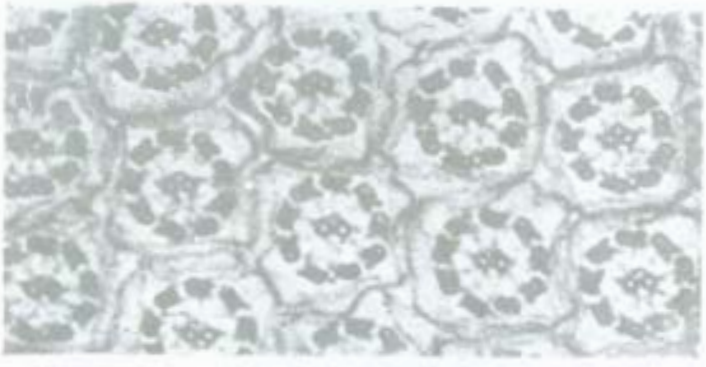
جـ - تحاط كل من الأهداب والأسواط بغشاء هو امتداد للغشاء البلازمى ، بينما توجد الحبيبة المركزية فى السيتوبلازم ولا يوجد غشاء حولها .

وما هو جديد بالإشارة انه عند انتزاع الاهداب والأسواط وعزلها عن الخلايا يمكنها أن تستمر فى الاهتزاز إذا كان الوسط الموجودة به محتويا على الأدينوزين ثلاثى الفسفات (ATP) . ومن ذلك يتضح أن ATP يمدها بالطاقة التى تستخدمها فى الحركة . ويعنى ذلك أيضا أن الأهداب والأسواط ليست جسيمات سلبيةً تتحرك فقط عن طريق بقية الخلية ، ولكنها ذاتية الحركة .

الحبيبات المركزية وجهاز الانقسام غير المباشر :

Centrioles and mitotic apparatus

سبقت الإشارة إلى أن الحبيبة المركزية تلعب دورا هاما فى عملية انقسام الخلية ، وذلك لأن تكو ن جهاز الانقسام غير المباشر (mitotic apparatus) يرتبط ارتباطا وثيقا بنشاط

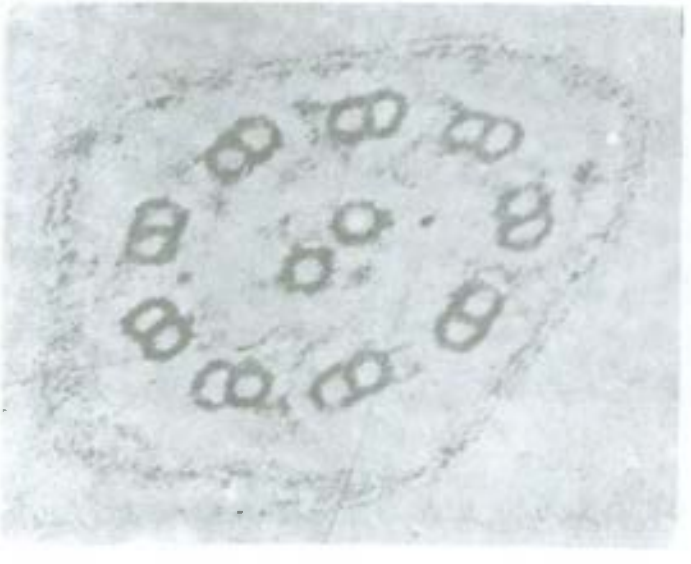


(شكل ٧٣)
صورة بالميكروسكوب الالكترونى توضح التركيب الداخلى للأهداب فى خلية طلائية

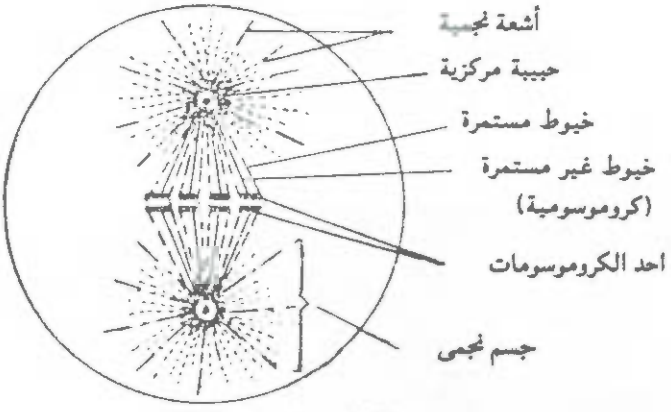
الحبيبة المركزية اثناء عملية الانقسام . ويطلق اسم هذا الجهازعلى الأشعة النجمية والمغزل التى تشاهد وتوصف فى الخلايا المنقسمة بواسطة الميكروسكوب الضوئى .

ويسبق انقسام النواة ، انقسام الحبيبة المركزية الى حبيبيتين ، ويلى ذلك انقسام الجسم المركزى بأكمله . وينفصل الجسمان المركزيان عن بعضهما ويتحركان بعيدا عن بعضهما حتى يقع كل منهما عند أحد قطبى الخلية المتقابلين . ويبدأ السيتوبلازم المحيط بكل منهما فى التشعع على هيئة خيوط دقيقة غير قابلة للصباغة وتسمى **بالأشعة النجمية** (astral rays) وتمتد تلك الخيوط أيضا بين الجسمين المركزيين مكونة **المغزل** (spindle) ويطلق على الأشعة النجمية والمغزل **النجم المزدوج** (amphiaster) .

وتظهر الخيوط المغزلية فى التحضيرات المثبتة المصبوغة متكونة من خيوط متصلة تمتد من أحد قطبى الخلية إلى القطب الآخر ، وخيوط كروموسومية أو نصف مغزلية (chromosomal or half spindle fibres) وهى خيوط قصيرة يربط كل منها نصف

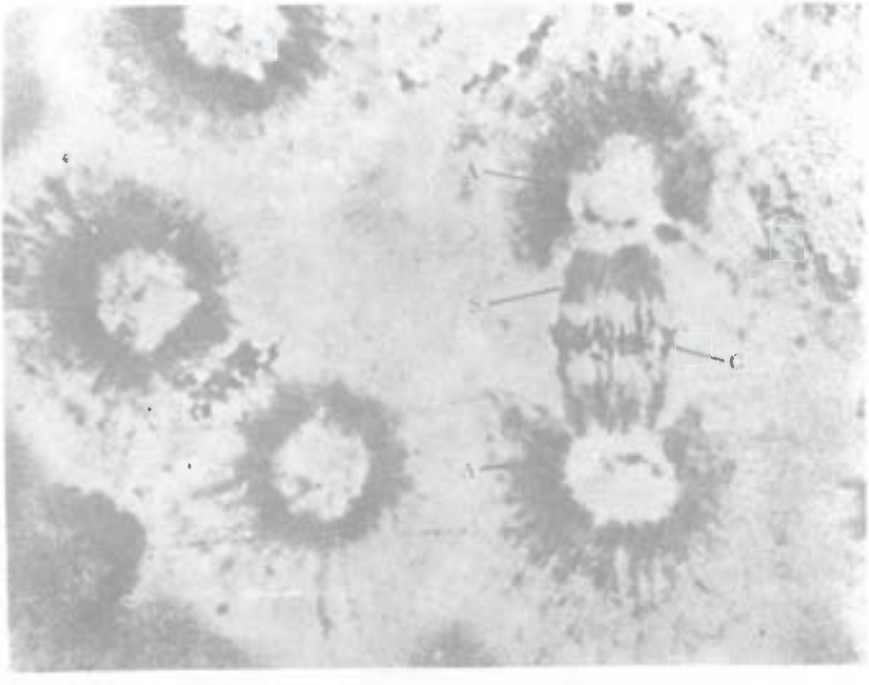


(شكل ٧٣)
تركيب احد الأسواط بالميكروسكوب الإلكترونى



(شكل ٧٤)

جهاز الانقسام الميتوزى فى المرحلة الاستوائية



(S) المغزل (A) الجسم النجمى (C) كروموسوم

(شكل ٧٥)

صورة بميكروسكوب التضاد (التباين) لجهاز الانقسام الميتوزى فى بويضة احد الحيوانات

(S) المغزل (A) الجسم النجمى (D) كروموسوم

كروموسوم معين بأحد قطبى الخلية . ومعنى ذلك أن عددها مساو لعدد الكروموسومات فى خلية . ويرى البعض وجود روابط بين المنطقتين (interzonal connections) تمتد بين مجموعتى الكروموسومات المتقابلتين فى المرحلة الانفصالية .

(شكل ٧٦)
صورة بالميكروسكوب الاليكترونى لخلية من أمهات المنى فى خصية أحد الذكور الدجاج

وكان الاعتقاد السائد أن الخيوط المغزلية لا ترى فى الخلايا الحية إلا إذا أضيف حامض معين للوسط الموجود به تلك الخيوط غي أن شيرر (Scharrer) أعلن عام ١٩٤٤ أن هذه التراكيب أجسام حية وأنه تمكن من مشاهدتها فى بعض أنواع الخلايا فى السوس والسوطيات . بالإضافة إلى ذلك فإن الدراسات التى أجريت بواسطة الاستقطاب الضوئى ومكروسكوب التباين والمكروسكوب الالكترونى قد اثبتت حقيقة وجود الخيوط المغزلية والأشعة النجمية .

ويمكن بواسطة إبرة التشريح الدقيق أو القوة الطاردة المركزية تحريك الغزل كما يمكن أن يتحرك الجهاز النجمى خلال السيتوبلازم وتنثنى خيوطه أو تلتوى بواسطة هذه الإبرة .