الانقسام الخلوي

Cell Division

د. ماجد موسى

1- الانقسام الفتيلي (العادي) Mitosis:

ويسمى بالانقسام الميتوزي, ويمر بالأطوار التالية:

أ- الطور الأول Prophase: يحصل فيه تحلزن الصبغيات وزيادة قصرها وثخانتها, ويتم انشطار كل صبغي طولياً إلى شقين أو (كروماتيدين) يتصلان معاً بواسطة القسيم المركزي centromere أما **الجسيم المركزي** فهو ينقسم إلى قسمين يحاط كل منهما بخيوط شعاعية, يهاجر كل جسيم مركزي إلى قطبي الخلية المتقابلين ثم يبدأتشكيل مغزل الانقسام بين الجسمين المركزيين المتوضعين في قطبي الخلية, ينحل الغشاء النووي في نهاية هذا الطور وتنحل النوية ويختلط اللمف النووي مع الهيولى. يستغرق هذا الطور 20– 60 دقيقة.

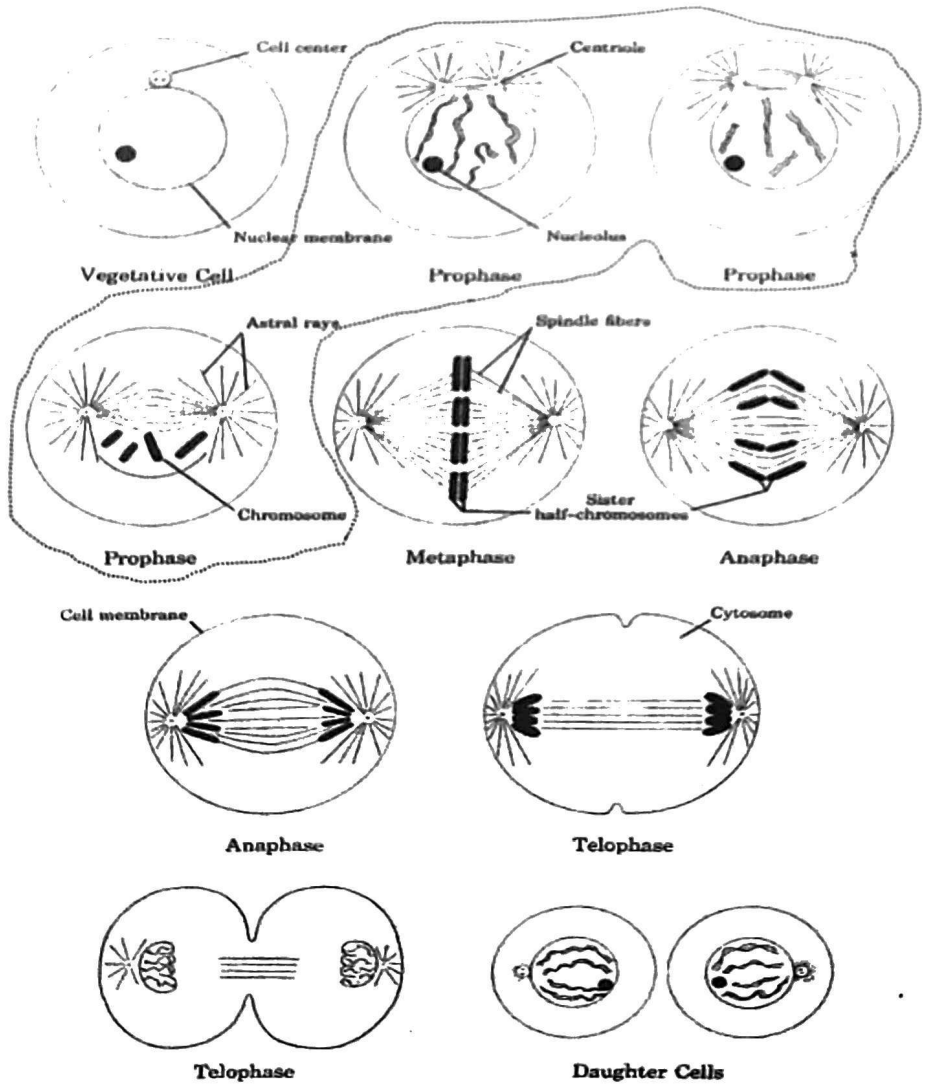

Fig. 2.10. Mitosis and cell division in animal cells; diagrammatic.

ب- الطور الثاني Metaphase: تتوضع الصبغيات في اللوحة الاستوائية للمغزل ويتم ارتباط الصبغيات مع مع خيوط المغزل بواسطة القسيمات المركزية لهذه الصبغيات, ينتهي تشكل المغزل في هذا الطور, ويحصل انشطار القسيم المركزي فيؤدي لانفصال أحد شقي الصبغيين عن الأخر ولكن يبقيان متجاورين خلال هذا الطور.

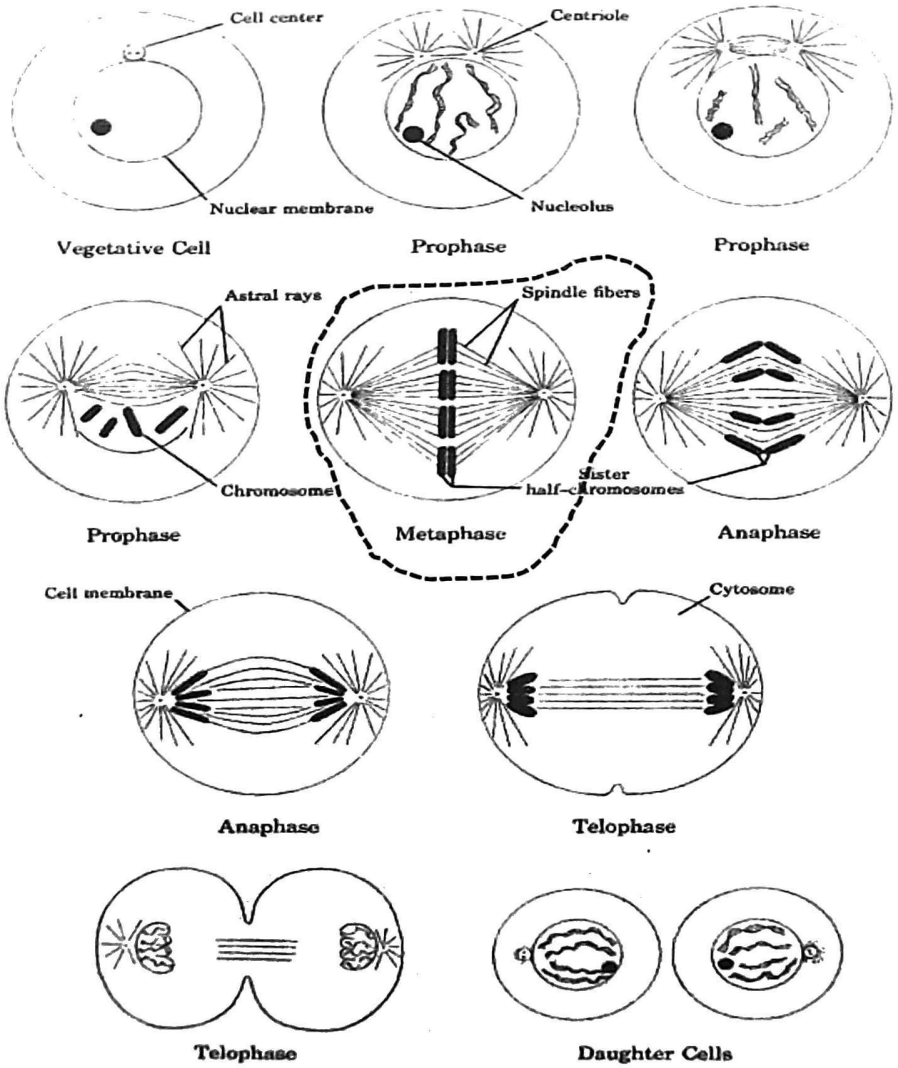

Fig. 2.10. Mitosis and cell division in animal cells; diagrammatic.

جـ طور الصعود Anaphase: يهاجر كل صبغي من الصبغيين المتماثلين إلى أحد القطبين المتقابلين وتتم حركة الصبغيات على المغزل عن طريق تقلص خيوط الأكتوميوزين Actomyosin. تتجمع الصبغيات بشكل متساوٍ في قطبي الخلية. يستمر هذا الطور عدة دقائق.

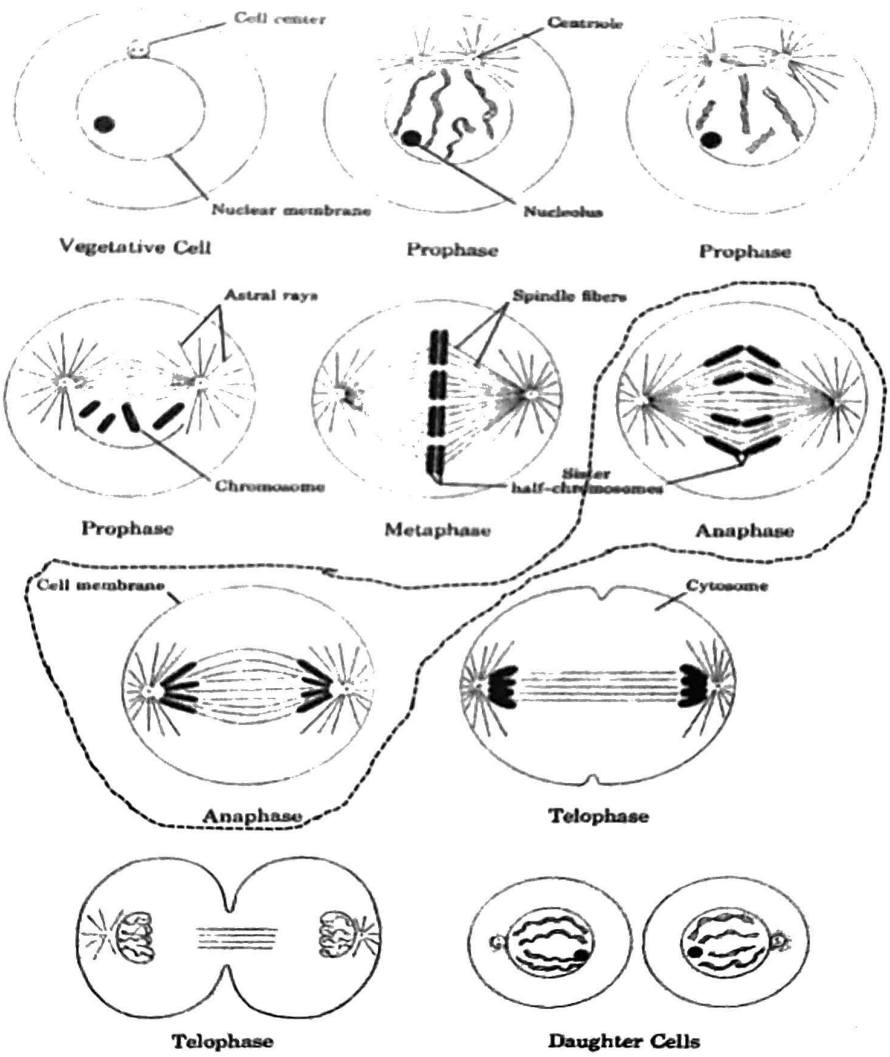

Fig. 2.10. Mitosis and cell division in animal cells; diagrammatic.

د- الطور الانتهائي Telophase: يبدأ تشكل الغشاء النووي حول الصبغيات, ويتفكك تحلزن الصبغيات ثم تتشابك معاً, وتتشكل النوية عن طريق منظم النوية في الصبغيات, ثم يتلاشى المغزل الانقسامي.وتقارب مدة هذا الطور مدة الطور الأول.

أما التغيرات التي تطرأعلى الهيولى: فتتمثل بالحركات الدورانية النشيطة للهيولى وتبدأ هذه الحركات في طور الصعود وتؤدي هذه الحركات إلى تضييق الهيولى في وسط الخلية ومع استمرار تضيق الهيولى تنفصل الخلية إلى خليتين بنتين تدخلان في الطور البيني لإتمام بنية الخلية.

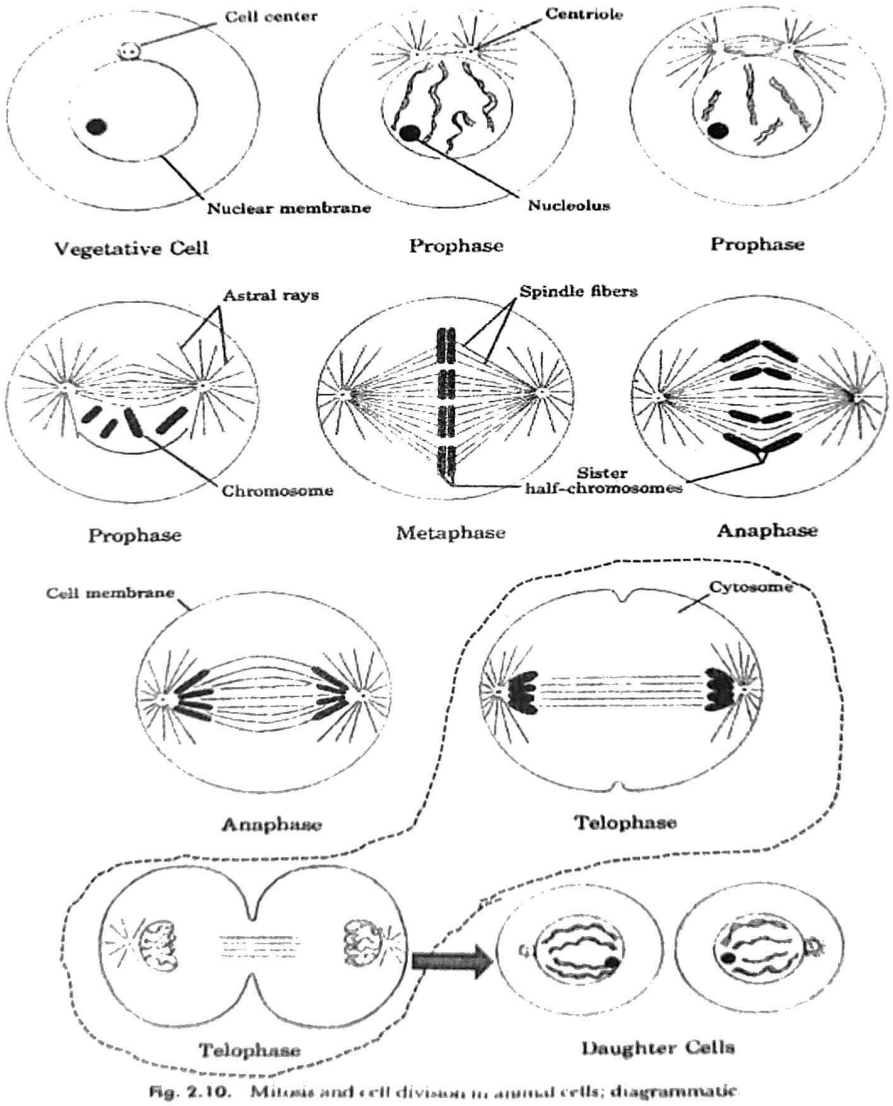

Fig. 2.10. Mitosis and cell division in animal cells; diagrammatic

2- الانقسام المنصف Meiosis:

يختلف عن الانقسام الفتيلي بأنه يختزل عدد الصبغيات إلى النصف, ويحدث عادة في الخلايا الجنسية فتتشكل بذلك الأعراس ذات النمط النووي الفردي (1N). يتألف من انقسامين:

1- **الانقسام المنصف الأول Meiosis I:** ويتألف من الأطوار التالية:

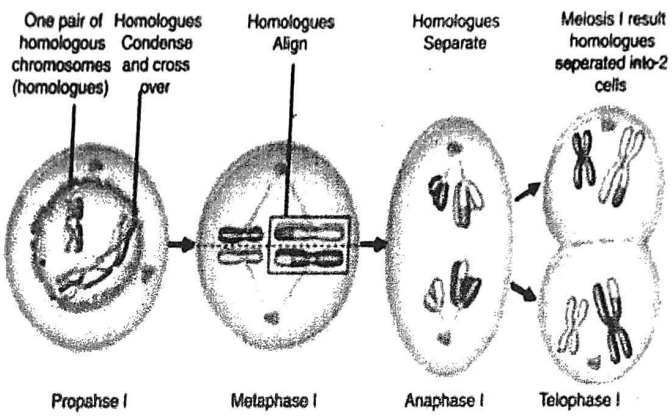

Image 5.3. Stages of Meiosis I

أ- الطور الأول Prophase I: ويتالف من عدة مراحل:

* مرحلة الخيوط الرفيعة Leptotene: تتميز هذه المرحلة بظهور الصبغيات على شكل خيوط رفيعة وطويلة وغير منشطرة.

* مرحلة التزاوج Zygotene: يحدث اقتراب أشفاع الصبغيات المتماثلة من بعضها البعض ويتطابق الصبغيان المقترنان معاً طولياً وتؤلف ما يسمى بالثنائيات.

*مرحلة الثخن Pachytene: تتقاصر الثنائيات ويلتف الصبغيان المقترنان التفافاً حلزونياً بحيث تبدو كل ثنائية كأنها صبغي واحد. يحدث في هذه المرحلة انشطار كل صبغي من الصبغيات المقترنة إلى شقين صبغيين (كروماتيد) دون أن تنشطر القسيمات المركزية بحيث تتحول الثنائيات الصبغية إلى رباعيات. يحصل بعد ذلك تقاطع الشق الصبغي (الكروماتيد) في أحد الصبغيين المقترنين مع الشق الصبغي للصبغي المقترن الثاني, وتدعى نقطة التقاطع بالتصالبة, وقد يحدث عدة تصالبات وهذا ما يؤدي لانكسار الشقين الصبغيين في مكان تقاطعهما وإلى تبادل القطع

المنكسرة من الشق الصبغي مع الشق الصبغي الاخر, وتدعى عملية التبادل هذه بالتعابر Crossing over.

* مرحلة التضاعف Diplotene: يحدث تقاصر الصبغيات وتباعد أحد الصبغيين المقترنين عن الأخر إلاّ أنهما يبقيان متصلين بأمكنة التصالبات لذلك تبدو الصبغيات في هذه المرحلة على شكل X أو O

* مرحلة التحرك Diakinesis: يزداد فيها قصر الصبغيات وثخانتها وتتباعد الصبغيات إلى محيط النواة.

ب- الطور التالي Metaphase I: ينحل في بداية هذا الطور الغشاء النووي والنوية ويتشكل مغزل الانقسام وتتوضع الصبغيات (الرباعيات) في اللوحة الاستوائية.

جـ- طور الصعود Anaphase I: تهاجر الصبغيات في هذا الطور إلى قطبي الخلية بحيث يهاجر كل صبغي من الصبغين المتماثلين إلى قطب من قطبي الخلية. (لا يحصل في هذا الطور انشطار الصبغي الواحد إلى صبغيين كما هو في الانقسام الفتيلي العادي)

د- الطور الانتهائي Telophase I: يحصل زوال تحلزن الصبغيات , وتتشكل النواة والنوية في قطبي الخلية وتتضيق الهيولى ثم تنشطر الخلية الأم إلى خليتين بنتين تشمل كل منهما نصف العدد الصبغي .

ينتهي الانقسام المنصف الأول بتشكيل خليتين تتصفان بنمط خلوي فرداني يحصل فيه اختزال عدد الصبغيات إلى النصف (1N), ثم تمر الخلايا البنات الناتجة عن الانقسام المنصف الأول بطور راحة قصير ثم تبدأ بالانقسام المنصف الثاني.

2- الانقسام المنصف الثاني Meiosis II:

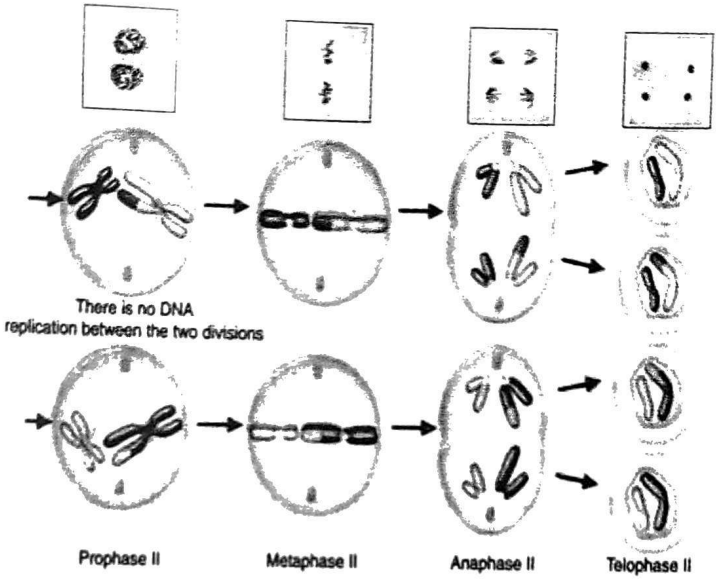

Image 5.4. Stages of Meiosis II

يجري بشكل يماثل الانقسام الفتيلي العادي (الميتوزي) بأطواره الأربعة التي تحدثنا عنها سابقاً.

وبهذا ينتج عن الانقسامين (الانقسام المنصف الأول والثاني) أربع خلايا تشتمل كل منها على نصف عدد الصبغيات ونصف المادة الوراثية للخلية الأم.

انتهت المحاضرة