المحاضرة الثامنة ..... (Pages: 57-63)

المصادر المعتمدة:

(1) أساسيات علم الحيوان. د. محمد إسماعيل محمد، د. حلمي ميخائيل بشاى، د. يحيى السعيد العاصي د. منى شرقاوي علي، د. تغريد عبد الرحمن حسن.
(2) علم الحيوان العام. فؤاد خليل، محمود حافظ.

دورات الإنقسام الخلوي Cell Division Cycles

دورات الانقسام الخلوي في الكائنات الحية من أعظم وأعجز وأدق دورات الحياة الدالة على أن هذه الكائنات خلقت بعلم وعلى علم، فكيف للصدفة أن تجعل لكل كائن دورته الخاصة ولجميع أقاربه دورة خاصة، فللبكتيريا دورات انقسام، وللفيروسات دورات انقسام، وللطحالب والفطريات، والحيوانات والنبات دورات انقسام منظمة ودقيقة وثابتة.

تمر الخلية الحية أثناء حياتها فيما يسمى بدورة الخلية cell cycle وهي الفترة ما بين دورتين متتاليتين من الأنقسام. أي أنها الفترة ما بين جيل خلية والجيل الذي يليه. فعندما تنقسم خلية قديمة الى خليتين جديدتين فان كل منها تبدأ بالنمو وكذلك التخصص للقيام بوظيفة ما حتى تصل الى حجم معين وبعدها أما أن تبقى على حالها هذا قائمة بوظائفها الى أن تموت ودون أن تنقسم أو ما يسمى بطور الراحة resting phase كما هو الحال مع الخلايا العصبية وخلايا العضلات الهيكلية وكريات الدم الحمراء وأما أن تنقسم بعد مدة من الزمن كما هو الحال مع بقية خلايا الجسم.

تمر الخلية القابلة للانقسام في دورة حياتها بمرحلتين رئيسيتين هما الطور البيني Interphase وطور انقسام الخلية Cell Division Phase.

اولاً:- الطور البيني Interphase

ويعتبر الأطول في دورة حياة الخلية حيث يحتل 90% من دوره حياه الخلية وهو يتمايز الى ثلاث مراحل اساسيه هي:

1- الفترة الفاصلة الأولى (مرحله النمو الاولى) First gap phase (G1 phase)

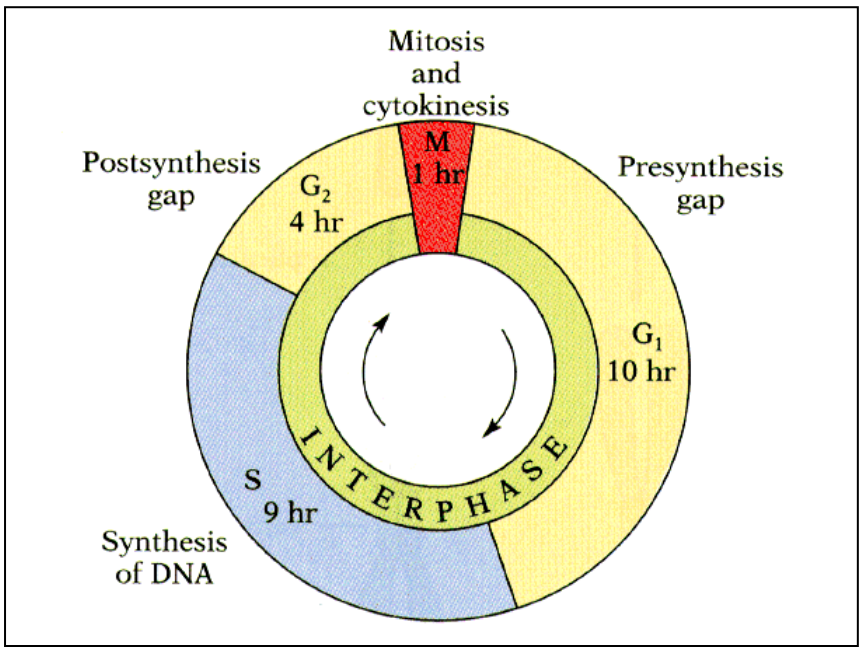
وهي فترة نمو الخلية (Cell growth) حيث تزاول فيها الخلية نشاطها في مجال تخصصها، كتكوين العضيات، وبناء أو تكسير الجزيئات الكبيرة، إصلاح الأنسجة التالفة نتيجة الجروح، وتوزيع البروتينات. وتطول أو تقصر هذه الفترة بحسب ظروف الخلية، ولا يظهر في هذه الفترة بناء للحامض النووي (DNA). إلا أنه يزداد في نهايتها نشاط الإنزيمات التي يتطلبها بناء الحامض النووي (DNA). وهذه الإنزيمات مع عوامل أخرى تعمل على تهيئة الخلية للدخول في فترة البناء.

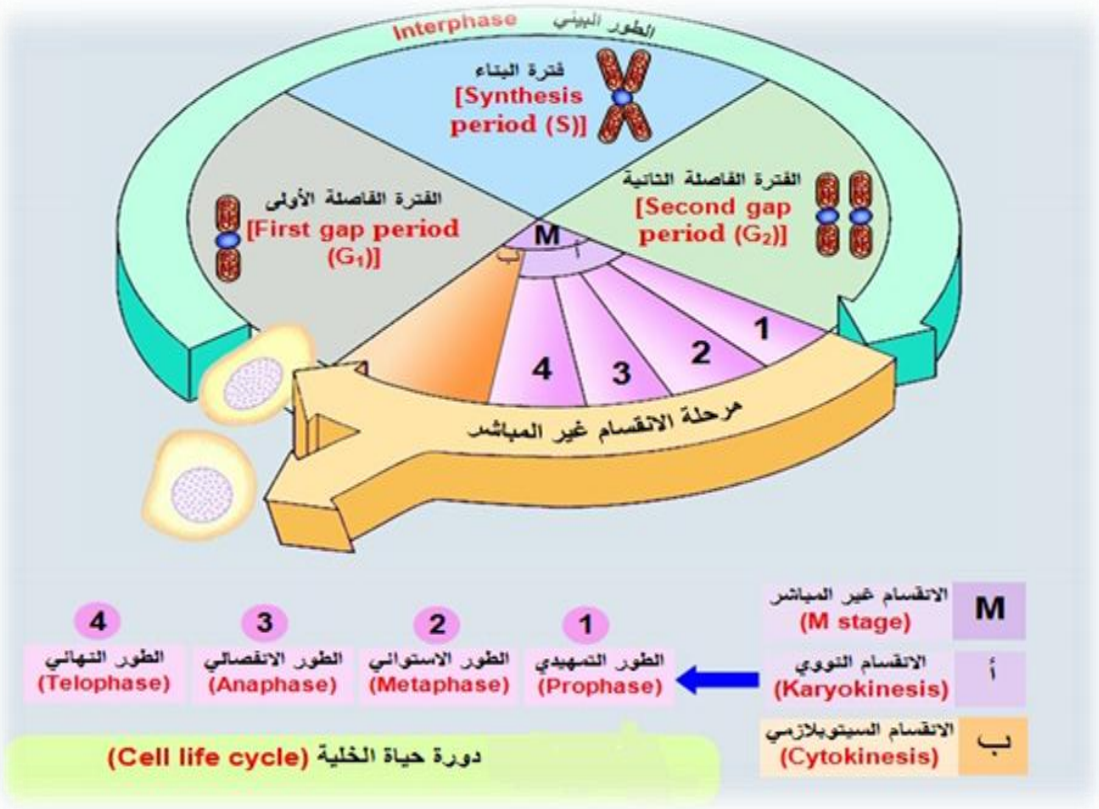
2- فترة البناء (مرحله تصنيع الحامض النووي منقوص الاوكسجين) Synthesis phase (S phase)

يتم في هذه المرحله تضاعف الـ DNA ، ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين متطابقين ملتصقين من منطقه السنترومير.

3- الفترة الفاصلة الثانية (مرحله النمو الثانية) Second gap phase (G2 phase)

تتميز هذه المرحله ببناء البروتينات الاساسيه لانقسام الخليه و تصنيع انواع الـ RNA ،ثم بعدها تدخل الخليه في طور الانقسام الخلوي.


Mitosis
and
cytokinesis
M
1 hr
Postsynthesis
gap
G_2
4 hr
Presynthesis
gap
G_1
10 hr
INTERPHASE
S
9 hr
Synthesis
of DNA


Interphase
الطور البيني
فترة البناء
[Synthesis
period (S)]
الفترة الفاصلة الأولى
[First gap period
(G1)]
الفترة الفاصلة الثانية
[Second gap
period (G2)]
M
أ
ب
1
2
3
4
مرحلة الانقسام غير المباشر
M
الانقسام غير المباشر
(M stage)
أ
الانقسام النووي
(Karyokinesis)
ب
الانقسام السيتوبلازمي
(Cytokinesis)
1
الطور التمهيدي
(Prophase)
2
الطور الاستوائي
(Metaphase)
3
الطور الانفصالي
(Anaphase)
4
الطور النهائي
(Telophase)
دورة حياة الخلية (Cell life cycle)

ثانيا :- طور الانقسام الخلوي Cell division

تتضمن عمليه انقسام الخليه خطوتين اساسيتين هما:

1. **الانقسام النووي Karyokinesis** تعني انقسام النواه الى نواتين جديدتين وهذا يتضمن انقسام الكروموسومات و انفصالهما عن بعضهما البعض بدقه حيث تحافظ على المعلومات الوراثيه بصوره متماثله
2. **الانقسام السايتوبلازمي Cytokinesis** انقسام السايتوبلازم الى قسمين يحتوي كل منهما على احدى النواتين الجديدتين ونصف مكونات سايتوبلازم الخليه الاصل المنقسمه.

يمكن تميز نوعين من انواع انقسام النواه في الاحياء الحقيقية النواة:-

1) **الانقسام الخيطي Mitosis** تنتج عنه خلايا جديده في مناطق الجسم الناميه من الكائن الحي (الخلايا الجسميه) وبذلك يحافظ هذا الانقسام على استمرار او بقاء عدد وشكل الكروموسومات ثابتا في الخلايا الجديده.
2) **الانقسام الاختزالي Meiosis** يحدث في الخلايا المولده للامشاج (الخلايا الجرثوميه) في الحيوانات والنباتات اذ يختزل عدد الكروموسومات الى النصف بسبب انفصال الكروموسومات المتماثله عن بعضها البعض.

تقسم أنواع خلايا الكائن الحي إلى مجموعتين رئيسيتين :

1- الخلايا الجسمية somatic cell :

وهي ذات أنواع كثيرة منها الخلايا الطلائية - خلايا الأنسجة الرابطة - الخلايا العضلية - الخلايا العصبية - تقوم هذه الأنواع من الخلايا بجميع الوظائف الحيوية للكائن الحي عدا وظيفة التكاثر

2- الخلايا الجرثومية germ cells :

وهي الخلايا المولدة للأمشاج gametes وتنقسم إلى نوعان :

ا - **الخلايا المولدة للأمشاج الذكرية :** النطف (الحيوان المنوي - sperm) يتكون النطف داخل الخصية testis .
ب - **الخلايا المولدة للأمشاج الأنثوي:** (البيض eggs) يتكون البيض داخل منسل الأنثى (المبيضovary) .

تشمل دورات إنقسام الخلايا ما يأتي:

أولاً: الإنشطار الثنائي Binary fission

وهو يتم في البكتيريا، وخلايا الفطريات المنقسمة بالتكاثر الخضري ويبدأ هذا الانقسام باستطالة الخلايا في البكتيريا ثم التخصر في وسطها تدريجياً إلى أن يتم انقسامها إلى خليتين متماثلتين ويطلق على هذه العملية أيضاً اسم الانشطار (Fission) أو الإنشطار البسيط (Simple Fission).

وغالباً ما يتكون غشاء مستعرض مزدوج داخل الخلية يمتد من حافتيها تدريجياً متجهاً نحو مركزها قبل أن يحدث التخصر، ثم يبدأ بعد ذلك ترسيب الجدر الفاصل بين طبقتي الغشاء ممتداً من الخارج تجاه المركز، ويتزامن مع هذا الانقسام المادة الوراثية.

وهذه الدورة تتم في البكتيريا كل 20 دقيقة وإذا استمر هذا المعدل من الانقسام وبقيت الذرية جميعاً لغطت البكتيريا سطح الكرة الأرضية خلاياها البكتيرية الزلقة لارتفاع نصف متر في أيام معدودة. فلو كانت الصدفة والعشوائية هي الحاكمة لهذه العمليات الانقسامية لتحولت الكرة الأرضية إلى كره بكتيرية يستحيل العيش عليها، ولكن العليم الخبير اللطيف جعل هناك من العوامل الداخلية في البكتريا والعوامل الخارجية ما يؤدي للحد من هذه العملية، حتى تصبح الحياة كما أراد لها الله نظيفة منظمة دقيقة متزنة.

وإذا توقفت دورة الانقسام الثنائي البسيط (Simple Binary Fission) للبكتيريا والفطريات لامتلأت الكرة الأرضية بالبقايا والنفايات الحيوانية والنباتية والآدمية، ورأينا الناس من آدم إلى الآن، وملأت جثث الحيوان وأعضاء النبات كل مكان، فسبحان من سخر لنا دورة الانقسام الخلوي البسيط في البكتيريا والفطريات لنظافة الأرض وحمايتها من التلوث والهلاك وتسخيرها في تحرير المواد العضوية الكربونية والهيدروجين والأوكسجين وباقي العناصر من أنحباسها في هذه المركبات العضوية ونفادها، ولكن البكتريا والفطريات بما زودها الله من خصائص محلله هي التي تدفع دورة هذه المركبات وتعيدها إلى الحياة.

ان عملية انقسام الخلايا لا تتم بشكل عشوائي بل يتم تنظيمها باليات معقدة لكي لا تخرج عمليات الانقسام هذه عن السيطرة وتتسبب في حدوث الأمراض السرطانية. ولقد اكتشف العلماء حديثا" جزيئات تلعب دورا" رئيسيا" في ضبط عملية انقسام الخلايا وهما السايكلن cyclins وانزيمات الكيناز المعتمدة على السايكلن cyclin-dependent kinases (CDKs). وتبدأ عملية انقسام الخلية عندما تستلم هذه الخلية اشارات من خارجها كهرمونات النمو على سبيل المثال فيقوم الشريط الوراثي بانتاج جزيء cyclin D والذي لا يعمل الا بعد اتحاده مع CDK4 ليكون مركب active cyclin D-CDK4 complex الذي يثير سلسلة معقدة من الجزيئات والمركبات التي تحكم كل طور من أطوار انقسام الخلية. كما توجد مجموعة من الجزيئات تسمى cip/kip family تعمل على وقف عملية الأنقسام اذا ما استلمت أوامر بفعل ذلك وتسمى ايضا" بمثبط التسرطن tumor suppressors لدورها في ايقاف النمو السرطاني.

.

ثانياً: الانقسام الإعتيادي والانقسام الاختزالي Mitosis and Meiosis

الانقسام الاعتيادي (الخيطي أو غير المباشر) Mitosis

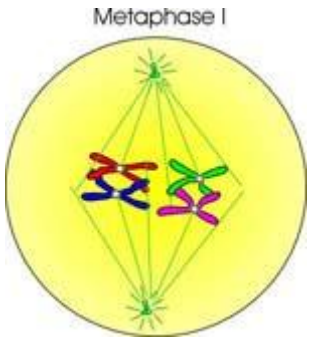
الانقسام غير المباشر Mitosis هو الانقسام الشائع في الخلايا الجسمية للكائنات الحية حقيقة النواة Eukaryotic وهو يؤدي إلى نمو النبات والحيوان والفطريات والطلائعيات. هذا النوع من الانقسام يؤدي الى تكوين خليتين شبيهتين بالخليه الام. وفي هذا الانقسام يعطي كل كروموسوم كروماتيدين متماثلين، كل كروماتيد ينسخ له صورة من الكروماتيد الأخر الذي فارقه. ويتوقف معدل هذا النوع من الانقسام على موضع الخلايا في الجسم وحالتها حيث يكثر في الخلايا الجنينية والمرستيمية والخلايا السرطانية.

وهو يتم في دورة منتظمة في مراحل محددة هي:

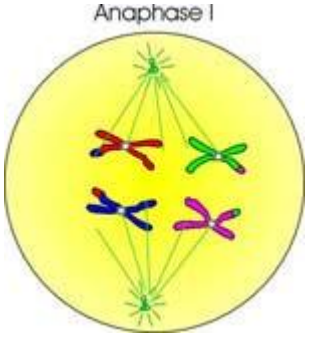
1 . الطور التمهيدي Prophase
2 . الطور الاستوائي Metaphase
3 . الطور الانفصالي Anaphase
4 . الطور النهائي Telophase

1. ***الطور التمهيدي (Prophase)***: يعد اطول اطوار الانقسام ويتم فيه تمهيد الخلية للانقسام حيث تختفي النويات بالتدريج ويختفي الغشاء النووي وينحل جزء من الشبكه الاندوبلازميه و جهاز كولجي في السايتوبلازم . تتجمع (تتكثف) المادة الكروماتينيه (المادة الوراثية) لتشكل الكروموسومات. وتأخذ الكروموسومات في الظهور في النواة وتتغلظ ويظهر كل كروموسوم مكون من كروماتيدين شقيقين sister chromatids مرتبطين بالقطعه المركزيه centromere .تتكون خيوط (ألياف) المغزل Spindle Fibers التي تكون المغزل (Spindle) الذي يتصل بالكروموسومات عند Centromere.

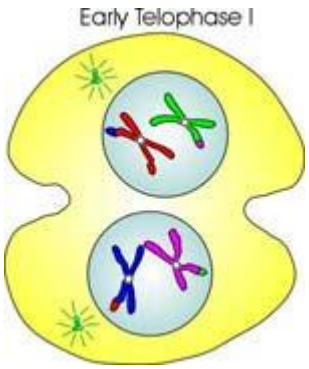
2. ***الطور الاستوائي (Metaphase)***: يتميز هذا الطور بترتب الكروموسومات المرتبطه بخيوط المغزل في الصفيحة الوسطيه للخليه حيث تتجه الكروموسومات إلى خط استواء الخلية (Cell equatorial plane)، ويتصل كل واحد بخيط من خيوط المغزل من عند السنترومير (Ceneromere). .ثم تنفصل الكروماتيدات الشقيقه و تبتعدان عن بعضهما البعض.

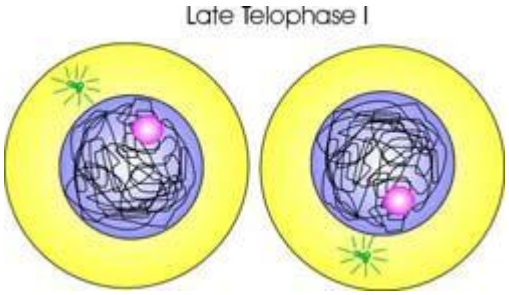


3. ***الطور الانفصالي*** (***Anaphase***): يعد اقصر الاطوار وفيه تبتعد الكروماتيدات الشقيقه باتجاه اقطاب الخليه المتقابله للخليه . حيث ينفلق السنترومير إلى نصفين وتنفصل كل كروماتيدة من الكروموسوم وتنسخ كل كروماتيدة زميلة لها لتكون كروموسوم جديد. تنفصل الكروموسومات الجديدة وتتحرك نحو أحد الأقطاب لتكون النواة البنوية (Daugher Nucleus).يبدأ السيتوبلازم في التخصر والاختناق من المنتصف في الخلية الحيوانية، ويبدأ تكوين الصفيحة الوسطية (Midell lamella) وتتكون نواتان جديدتان.

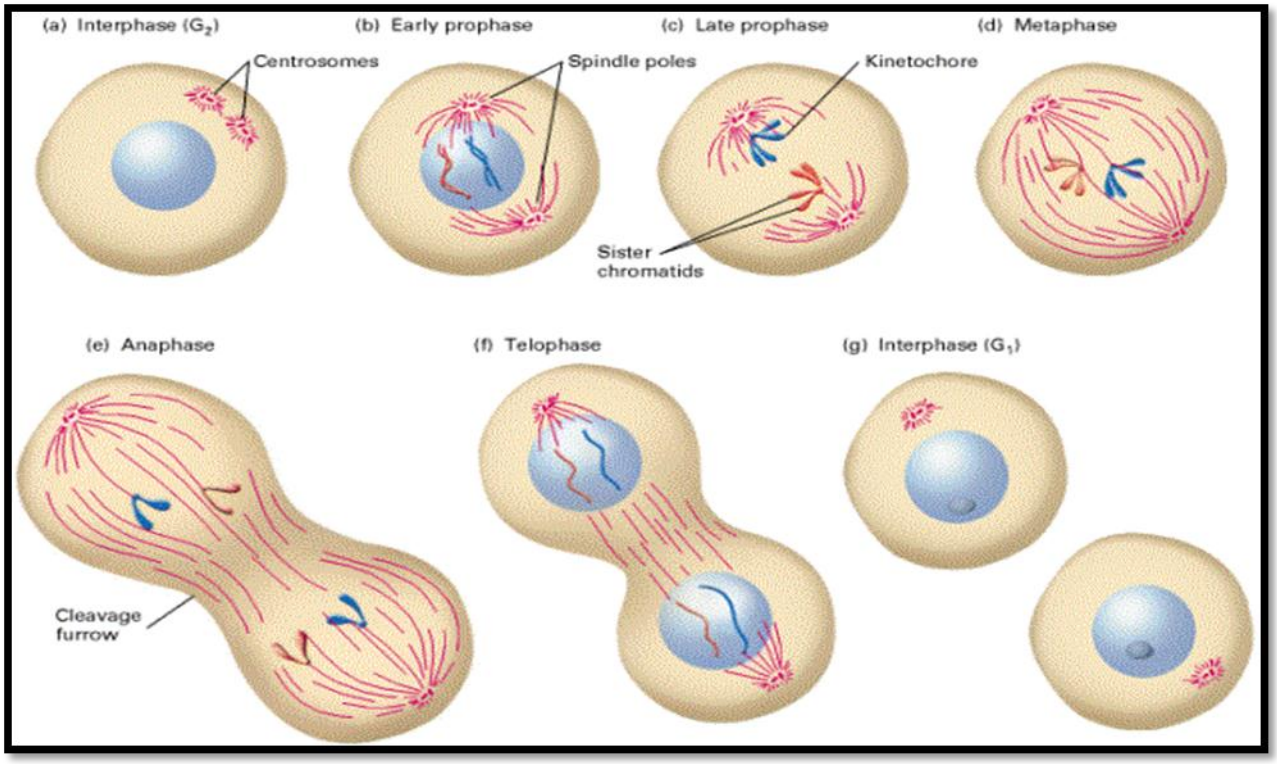


4. ***الطور النهائي*** (***Telophase***): يحدث في هذا الطور عدد كبير من التغييرات العكسية يترتب عليها تكوين كروموسومات كامله مغلفه متساوية العدد مع الخلية الأم. **ومن التغييرات التي حدث في هذا الطور:** تجمع كل مجموعه كروموسوميه في قطب من اقطاب الخليه وتصبح الكروموسومات مشتته (اعاده تكوين الشبكه الكروماتينيه)، بدء تكوين الغشاء النووي حول المجاميع الكروموسوميه وبدء تكون النويه واختفاء خيوط المغزل و تكوين جهاز كولجي و الشبكه الاندوبلازميه . ثم تجري عمليه الانقسام السايتوبلازمي وتكوين الخليتين البنويتين (خليتان جديدتان مستقلتان بكل واحدة منها نفس عدد كروموسومات الخلية الأم).





إن عملية الانقسام هذه موزونة وإذا اختلت حدثت حالة سرطانية. وإذا حدث خلل في هذا النوع من الانقسام أصيبت الخلية بالجنون الانقسامي ودخلت في أطوار السرطان أي الانقسام غير المحكوم. كما أنه إذا اختل هذا النظام تتضاعف الصبغيات إذا لم تنفصل ويحدث التضاعف الصبغي (Polyploidy)، وقد أستغل الإنسان هذه الصفة في إنتاج ثمار متضاعفة الحجم. وقد يحدث تثبيط لتكوين المغزل فلا تتحرك الكروموسومات من منتصف الخلية ويحدث التضاعف الصبغي أيضاً.



مراحل الانقسام الإعتيادي Mitosis