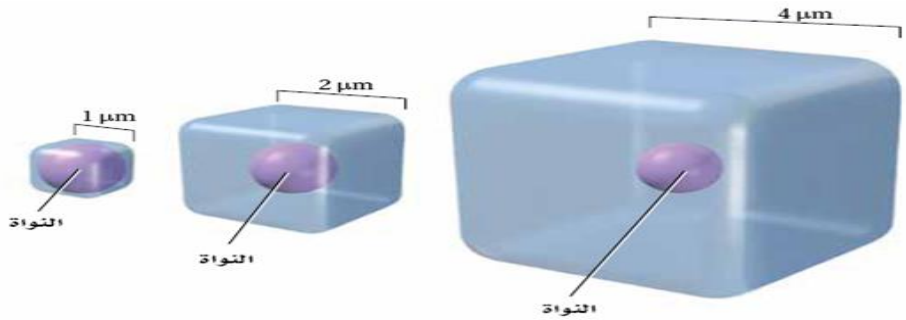
Grade12files

الوحدة 1: التكاثر الخلوي

*** ناتج التعلم $BL_3G_{1.2}$: يُلخِّص مراحل دورة الخلية. * الفكرة الرئيسة: تنمو الخلايا لتصل إلى أقصى حجم لها، ثمَّ تتوقف عن النمو أو تنقسم.**



■ الشكل 1–3 تقل نسبة مساحة السطح إلى الحجم كلما ازداد حجم الخلية، ويمثل المكعب الأصغر النسبة 1:6، وهي تمثل المساحة (1 µm × 1 µm × 6 أوجه)، إلى الحجم (1µm × 1µm × 1µm)، في حين أن أكبر مكعب له النسبة 96 وهي المساحة (4 µm × 4 µm × 6 أوجه) إلى 64 وهو الحجم (4 µm × 4 µm × 4 µm أوجه)، أيّ بنسبة 2 : 3.

نشاط: من خلال الشكل، أكمل الجدول التالي باستخدام القوانين التالية :

المساحة =الطول ×العرض ×6(عدد الاوجه) الحجم = الطول ×العرض ×الارتفاع

	طول الضلع	مساحة سطح الخلية	حجم الخلية	نسبة مساحة السطح إلى الحجم
المكعب الصغير	1 µm			
المكعب المتوسط	2 µm			
المكعب الكبير	4 µm			

www.almanahj.com

1 – مع استمرار نمو الخلية، ما تأثير زيادة **حجم الخلية** مقارنةً بمساحة سطحها ؟:

- كلما زاد نمو الخلية زاد حجم الخلية و تقل نسبة مساحتها السطحية إلى حجمها و بالتالي
- تقل كمية المواد النافذه التي تصل إلى وسط الخلية (صعوبة في الحصول على المواد المغذية أو التخلص من الفضلات)

2 – فسِّر لماذا تكون الخلايا صغيرة نسبياً؟

اذا بقيت الخلايا صغيرة تصبح نسبة مساحة السطح الي الحجم كبيرة مما يعني سهولة حركة المواد والحصول علي المواد المغذية والتخلص من الفضلات وتستطيع البقاء بسهولة

دورة الخليـــة Cell Cycle

- ماذا يحدث للخلية عندما تصل إلى أقصى حجم لها؟:

عندما تصل الخلية إلى أقصى حجم لها فإما أن : تنقسم أو تتوقف عن النمو

ا اهمية الإنقسام : 1- يمنع الخلية من زيادة حجمها كثيرًا

2- يمثل آلية التكاثر في الخلية

- تتكاثر الخلايا عبر دورة نمو وانقسام، تسمى: دورة الخلية (في كل مرة ينتج خليتين جديدتين وبتكرار دورة الخلية يستمر انتاج خلايا جديدة)

مراحل **دورة الخلية**

الطور البيني	الانقسام المتساوي.	انقسام سيتوبلازمي
يُقسم إلى **3** مراحل	**انقسام نواة الخلية**	**انقسام سيتوبلازم الخلية**
G1 وS وG2	تنقسم إلى **4** مراحل	

* **الطور البيني** **Interphase**: المرحلة الاولي من دورة الخلية تنمو فيها الخلية وتنضج وتقوم بوظائفها وتتضاعف المادة الوراثية (DNA) وتستعد للانقسام.

- يُقسم **الطور البيني** إلى 3 مراحل :

المرحلة الفرعية	الأحـــداث
G1 النمو الاول	تنمو الخلية -تقوم بوظائفها الطبيعية- تتهيأ لتضاعفDNA (اطول مراحل البيني
بناء DNA (S)	تقوم فيها الخلية بنسخ مادتها الوراثية(تضاعف DNA)استعدادًا لانقسام الخلية
G2 النمو الثاني	بناء البروتين الذي ينتج الانيبيبات الدقيقة اللازمة لانقسام الخلية - تستعد الخلية للدخول في الانقسام المتساوي(انقسام النواه)

- بِمَ تختلف **الخلايا العضلية** و **الخلايا العصبية** عن معظم الخلايا؟

www.almanahj.com

الخلايا العضلية والعصبية تُنهي دورتها عند مرحلة النمو الاولG1 ولا تنقسم مرة أخرى اما باقي الخلايا تكمل دورة الخلية.

* **الانقسام المتساوي** و **انقسام السيتوبلازم**:

الطور	الأحـــداث
طور الانقسام المتساوي (M)	تنقسم النواة (المادة النووية) الي نواتين وتنتقل كل نواة الي احد طرفي الخلية (تضم اربع مراحل)
طور انقسام السيتوبلازم	ينقسم السيتوبلازم والخلية الي خليتين جديدتين متطابقتين وراثيا (بهما انوية متطابقة) ويبدا قبل نهاية الانقسام المتساوي

سؤال: قارن التكاثر بين **الخلايا حقيقية النواة**، و **الخلايا بدائية النواة**:

	الخلايا حقيقية النواة	الخلايا بدائية النواة
طريقة التكاثر	تمر بدورة الخلية اثناء الانقسام (ويشمل انقسام متساوي وانقسام سيتوبلازمي)	(الانشطار الثنائي)

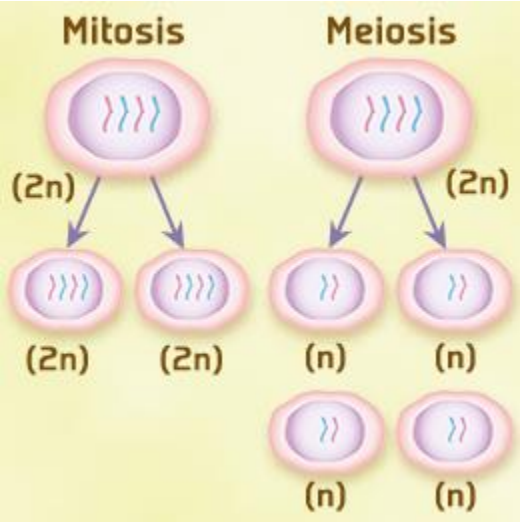
علل /عند صبغ الخلية في أثناء الطور البيني تظهر النواة باللون المرقط؟

. نتيجة وجود خيوط فردية من الكروماتين التي لا تظهر بالمجهر الضوئي المركب دون صبغها

* **الفكرة الرئيسة:** تتكاثر الخلايا **الجسمية** في المخلوقات الحية **الحقيقية النوى** **بالانقسام المتساوي** و **انقسام السيتوبلازم**.

---

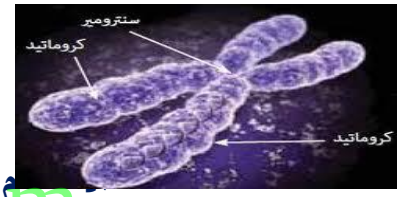
* **تمهيد:** بالاستعانة بالشكل، وبعد الشرح، أجب عن الأسئلة:



الانقســام الخلوي

الانقسام المتساوي Mitosis

- يحدث في الخلايا الجسمية
- عدد الخلايا الناتجة : 2
- العدد الكروموسومي : نفس عدد الخلايا الاصلية



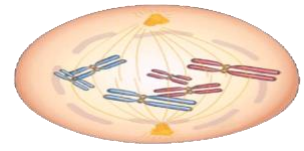
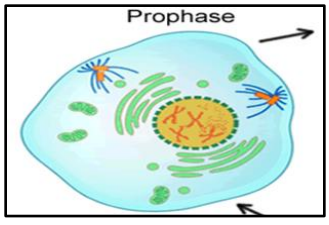
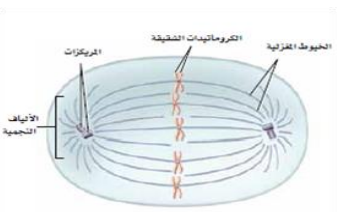
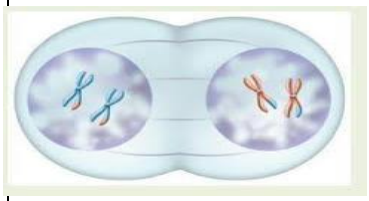
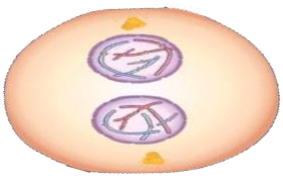
سؤال: لماذا يعدُّ **انفصال** مادة DNA **المتضاعفة** العامل الأساسي في **الانقسام المتساوي**؟:

.لانه يسمح للمعلومات الوراثية في الخلية بالانتقال إلى الخلايا الجديدة المتلاصقة وينتج خليتين متطابقتين وراثياً.

- ما أهمية او ما الهدف من **الانقسام المتساوي** للمخلوقات الحية عديدة الخلايا؟

1 - . زيادة عدد الخلايا خلال نموها 2 - - تعويض الخلايا التالفة

- تتبَّع مراحل **الانقسام المتساوي**، **وصف الأحداث في كلّ مرحلة**:

التمهيدي	الاستوائي	الانفصالي	النهائي
 	يعتبر الطور الاستوائي أقصر الأطوار في الانقسام المتساوي 	قب	 

www.almanahj.com

	الطور التمهيدي	الطور الاستوائي	الطور الانفصالي	الطور النهائي
ا- اهم االاحداث	1- ترتبط الكروماتيدات بعضها مع بعض 2- تتكثف الكروموسومات علي شكل X 3- تختفي النوية ويتلاشي الغلاف النووي 4- يبدأ تكوين الخيوط المغزلية 5- ترتبط الخيوط المغزلية مع الكروماتيدات الشقيقة في كل كروموسوم على جانبي السنترومير من جهة وبأقطاب الخلية المتقابلة من جهة أخرى 6- اطول اطوار الانقسام المتساوي	1- ترتبط الكروموسومات مع الخيوط المغزلية 2- تسحب الكروماتيدات الشقيقة على طول الجهاز المغزلي في اتجاه مركز الخلية (بواسطة بروتينات حركية) 3- تصطف الكروموسومات علي طول خط الاستواء في الخلية 4 يعد اقصر أطوار الانقسام المتساوي	1- تنكمش الانيبيبات الدقيقة وتقصر 2- تسحب الكروماتيدات الشقيقة من منطقة السنترومير الي قطبي الخلية المتقابلين وتنفصل جميع الكروماتيدات الشقيقة بنفس الوقت	1-تصل الكروموسومات إلى أقطاب الخلية 2-تقل كثافة الكروموسومات 3- يتكون غلاف نووي حول كل مجموعة كروموسومات في كل قطب وتتكون نواتين متطابقتين 4-تظهر النوية 5- يتحلل الجهاز المغزلي

الكروماتيدات الشقيقة :كل نصف كروموسوم وهي تراكيب تحوي نُسخًا متطابقة من DNA

السنترومير: تركيب في منتصف الكروموسوم يربط الكروماتيدات بعضها مع بعض

علل أهمية السنترومير لأنه يضمن انتقال نسخة كاملة من DNA المتضاعف إلى الخلايا الجديدة في نهاية دورة الخلية وحصول الخلايا علي كمية متساوية من المادة الوراثية . وفي حال عدم وجوده يمكن ان يؤدي لخلل في الانقسام ووظائف الخلايا الناتجة.

www.almanahj.com

الجهاز المغزلي : هو التركيب الكلي الذي يضم الخيوط المغزلية والمريكزات والألياف النجمية

يتكون من:

1-الخيوط المغزلية تراكيب خاصة من الأنيبيبات الدقيقة في السيتوبلازم

2-المريكزات : زوج من الأنيبيبات تنتقل إلى قطبي الخلية اثناء الإنقسام المتساوي

توجد في : الخلايا الحيوانية وبعض الطلائعيات فقط ولا توجد في النبات

3-الخيوط (الألياف) النجمية : نوع من الأنيبيبات الدقيقة لها شكل يشبه النجم وتخرج من المريكزات

ملاحظة : في الخلايا النباتية يوجد خيوط مغزل ولا يوجد مريكزات

- ما اهمية الجهاز المغزلي:
- 1 – تحريك وتنظيم الكروموسومات اثناء عملية الانقسام الخلوي

استنتج لماذا تصطف الكروموسومات على طول خط استواء الخلية؟ لتتمكن من الانقسام بالتساوي وتنتج خلايا جديدة باعداد متساوية من الكروموسومات

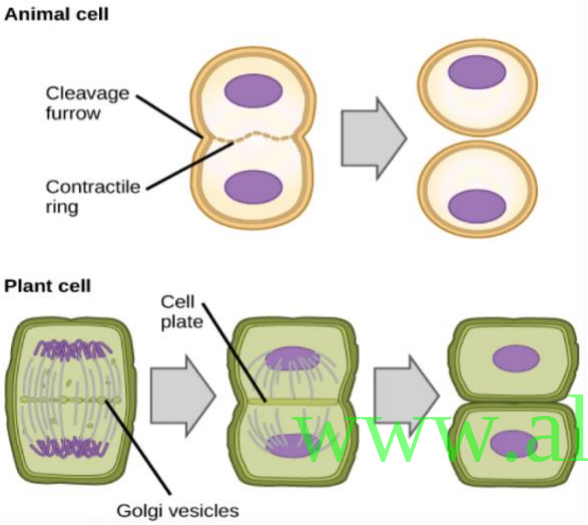
ملاحظة هامة: لماذا لا ينتج عن الانقسام المتساوي خلايا جديدة ؟ لابد ان تمر الخلية بالانقسام السيتوبلازمي لتنتج خليتين جديدتين.

انقسام السيتوبلازم Cytokinesis

- ماذا ينتج عن **انقسام السيتوبلازم**؟: . خليتين جديدتين تحتويان على نواتين متطابقتين

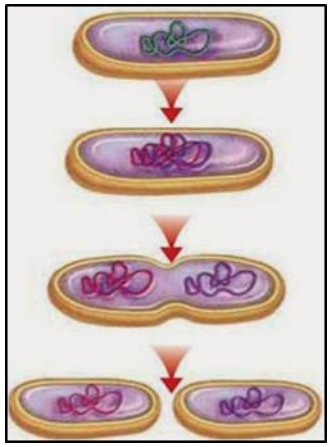
- قارن عملية **انقسام السيتوبلازم** في **الخلية النباتية** و **الخلية الحيوانية**

(كلاهما ينتج خليتين متطابقتين وراثيا ويبدا عند انتهاء الخلية من الانقسام المتساوي) :



انقسام السيتوبلازم في **الخلية النباتية**	انقسام السيتوبلازم في **الخلية الحيوانية**
تتكون الصفيحة الخلوية (الصفيحة الوسطى) بين نوى الخلايا الجديدة ثم تتكون الجُدر الخلوية على جانبي الصفيحة الخلوية وتنفصل الخليتين	يحدث من خلال الأنيبيبات الدقيقة التي تضغط على السيتوبلازم ويسمى مكان ضغط السيتوبلازم التخصرَ وتتكون خليتين جديدتين

www.almanahj.com



-- انقسام الخلايا البدائية النواة (بالانشطار الثنائي) كالتالي :

1- تتضاعف مادتها الوراثية

2 - تلتصق كلتا النسختين من المادة الوراثية بالغشاء البلازمي

3- ينمو الغشاء البلازمي فيتم سحب جزيئات DNA الملتصقة به بعيدًا

4- عندما يكتمل انشطار الخلية تنتج خليتان جديدتان متطابقتان.

* **الفكرة الرئيسة: تُنظِّم البروتينات الحلقية (السايكلينات) دورة الخلية الطبيعية.**

دورة الخلية الطبيعية Normal Cell Cycle

- ما الذي يتحكم في **دورة الخلية**؟: يتحكم في دورة الخلية آلية تتضمن بروتينات وإنزيمات خاصة

* **دور البروتينات الحلقية (السايكلينات):**

- كيف يتم تنشيط **دورة الخلية** في **الخلايا الحقيقية النوى**؟: بواسطة ارتباط بروتين حلقي (السايكلينات) مع
- الإنزيم المفسفر المعتمد على البروتين الحلقي(أنزيم CDK)

كيف تنظم البروتين الحلقي و أنزيم CDK انشطة الخلية في المراحل التالية:

1- تعطي اشارة لبدء دورة الخلية (طور النمو الأول G1)

2– تعطي اشارة لبدء عملية تصاعف DNA (اثناء الطور S)

3– تنشط بناء البروتين (الانيبيبات الدقيقة) اثناء طور النمو الثاني G2

4- تعطي اشارة لبدء انشطة الانقسام النووي اثناء الانقسام النووي (M)

5– تعطي اشارة لانهاء دورة الخلية بعد الانقسام المتساوي (C)

www.almanahj.com

* **نقاط السيطرة لضبط النوعية** Quality Control Checkpoints :

- ما أهمية وجود **نقاط سيطرة** في **دورة الخلية**؟: تتابع دورة الخلية ويمكن أن توقف دورة الخلية إذا حصل
- خطأ ما

سؤال: ما دور نقاط السيطرة في المراحل التالية؟:

نقطة السيطرة الموجودة في نهاية المرحلةG1

- تراقب أي تلف يحدث في DNA و قد توقف الدورة قبل دخولها مرحلة البناء S من الطور البيني
- نقطة السيطرة **أثناء المرحلة S**
- **مراقبة اي خلل في نسخ وتضاعف DNA وقد توقف دورة الخلية عند هذه المرحلة**
- **نقاط السيطرة(بعد تضاعف DNA) وفي المرحلة G_2:**
-- مراقبة بناء البروتين او تكون الانيبيبات الدقيقة قبل الدخول في الطور M

نقطة السيطرة خلال الانقسام المتساوي M او في نهايته :

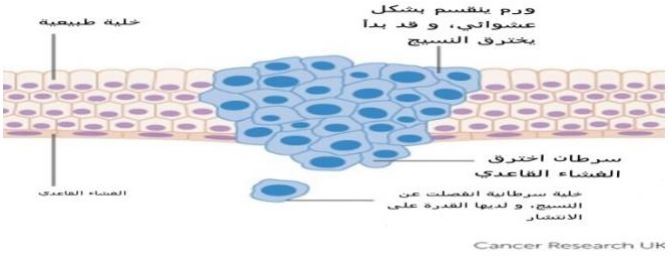
الكشف عن اي خلل في خيوط المغزل قبل الانقسام المتساوي فيتم ايقاف دورة الخلية قبل الانقسام المتساوي

- ماذا يحدث في حال عدم وجود او فشل نقاط السيطرة لضبط النوعية ؟
- فشل في دورة الخلية يؤدي للاصابة بالسرطان – نمو الخلايا وانقسامها بشكل غير منتظم

دورة الخلية غير الطبيعية: مرض السرطان Abnormal Cell Cycle: Cancer

- **السرطان** هو: نمو الخلايا وانقسامها بشكل غير منتظم وعشوائي وسريع أي (فشل في تنظيم دورة الخلية)

- يحدد الطبيب الخلايا السرطانية بسهولة من شكلها الغير طبيعي والغير منتظم



علل: تؤدي **الخلايا السرطانية** إلى قتل المخلوق الحي:

من خلال الضغط على الخلايا الطبيعية ومزاحمتها

وهذا يؤدي إلى فقدان النسيج لوظيفته

- تقضي **الخلايا السرطانية** وقتا اقل

في **الطور البيني** مقارنةً **بالخلايا الطبيعية (لسرع في الانقسام من الطبيعية)**

* أسباب مرض السرطان Causes of Cancer:

1-حدوث تغيرات في أثناء تنظيم نمو وانقسام الخلايا وتغيرات جينية وفشل نظام الاصلاح في اصلاحها

اضافة لحدوث طفرات في قطع DNAالمسيطرة علي بناء البروتين زمنها البروتينات المنظمة لدورة الخلية

2- التعرض لعوامل بيئية مختلفة مثل المسرطنات مثل التعرض للمواد الكيميائية مثل الاسبست والاشعة
- والتدخين تُؤثر في حدوث السرطان والتدخين

www.almanahj.com

- **ما المقصود بِـ: المسرطنات**: هي المواد والعوامل التي تسبب مرض السرطان..

- تجنب التعرض **للمواد المسرطنة** يساعد على التقليل من خطر الإصابة بالمرض وضحي ذلك ؟ او كيف يمكن الوقاية من السرطان ؟ .

-تجنب تعرض العمال لمادة الاسبست في أماكن العمل من خلال قوانين العمل

تجنب التدخين يقلل الاصابة بسرطان الرئة .

-- وضع ملصقات تحذيرية علي المنتجات التي قد تحوي مواد مسرطنة للتقليل من استخدامها
– تقليل التعرض للاشعة فوق البنفسجية من خلال استعمال مستحضرات واقية من اشعة الشمس

علل: يُنصح الأشخاص الذين يتعرضون **لأشعة الشمس** باستخدام المستحضرات الواقية من أشعة الشمس:

للوقاية من الاشعة فوق البنفسجية وحماية الجلد من الاصابة بالسرطان

- كيف نحمي من **الأشعة السينية؟** ارتداء معطف من الرصاص الثقيل عند أخذ الصورة الإشعاعية

* وراثة السرطان: فسّر: سبب زيادة خطر الإصابة بالسرطان مع تقدم العمر:

لان تحويل الخلايا غير الطبيعية إلى خلايا سرطانية يتطلب أكثر من تغير واحد في المادة الوراثية DNA .

وبمرور الزمن يصبح من الممكن حدوث تغيرات عدة في DNA تسبب السرطان

- **فسري تكرار الإصابة بالسرطان في بعض العائلات دون غيرها؟**

.الفرد الذي يرث تغيرًا واحدًا أو أكثر من أحد والديه معرض لخطر الإصابة بالسرطان بنسبة أعلى من الشخص الذي لا يرث هذه التغيرات نتيجة لحدوث تغيرات متعددة

وضحي جهود دولة الامارات للتقليل من الاصابة بالسرطان ؟

.وضع القوانين والملصقات التحذيرية من المسرطنات – انشاء جهازابو ظبي للرقابة وهيئة الصحة لتحقيق . سلامة ومامونية الغذاء والدواء والمستحضرات الحيوية والتجميلية والمبيدات وسلامة المنتجات الالكترونية .ووضع المعايير والسياسات واجراء البحوث لتعرف المشكلات وتقليل مخاطرها

موت الخلية المبرمج Apoptosis

- ***وضّح المقصود بـ: موت الخلية المبرمج***: عملية منظمة تتم في بعض الخلايا تسبب انكماش وتقلص .الخلايا وموتها

موت الخلية المبرمج في الإنسان	موت الخلية المبرمج في النباتات
نمو يد الانسان او قدمه الموت المبرمج للنسيج الموجود بين اصابع اليدين والقدمين بحيث يختفي في المخلوق المكتمل النمو	موت الخلايا التي ينتج عنه تساقط أوراق الأشجار في فصل الخريف

www.almanahj.com

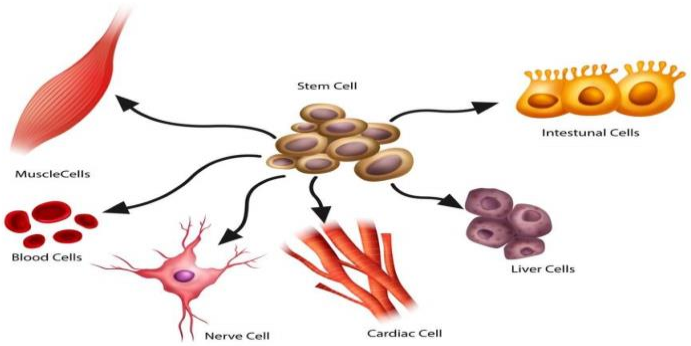
- **فسّر: يساعد الموت المبرمج للخلية على حماية المخلوقات الحية من الإصابة بمرض السرطان:**

عن طريق الموت المبرمج للخلايا التي تتلف وتصبح غير قابلة للإصلاح

.ومنها الخلايا التي تتلف مادتها الوراثية التي قد تؤدي إلى حدوث السرطان

الخلايا الجذعية Stem Cells

- وهي: **هي خلايا غير متخصصة تنمو لتصبح خلايا متخصصة إذا وضعت في ظروف مناسبة.**



أنواع الخـــلايا الجذعية

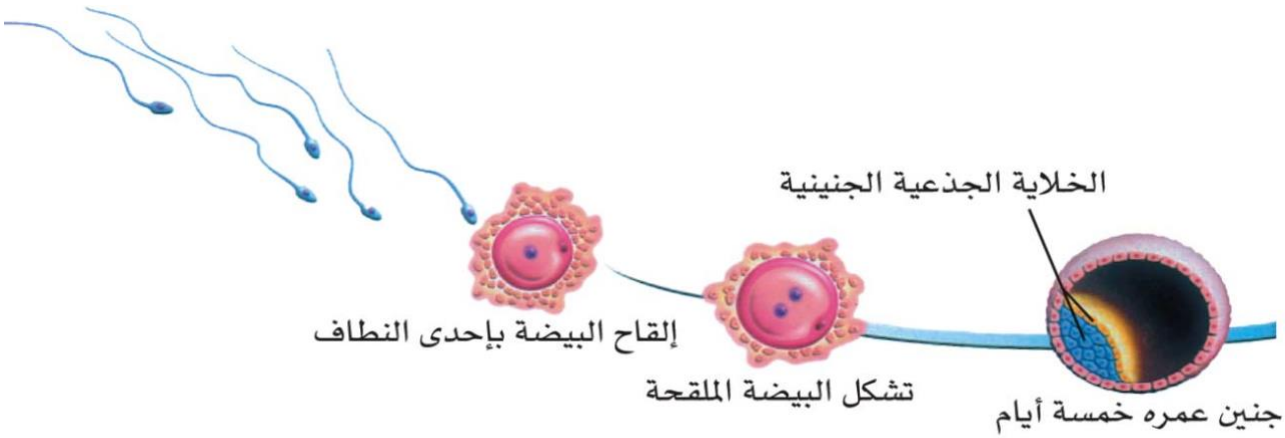
الخلايا الجذعية الجنينية : تنتج بعد تلقيح الحيوان المنوي للبويضة حيث تنقسم كتلة الخلايا الناتجة .باستمرار إلى أن يُصبح عددها 100-150 خلية تقريبًا. وهي غير متخصصة - تصبح متخصصة الي انسجة واعضاء عندما تنفصل.

الخلايا الجذعية مكتملة النمو توجد في أنسجة متنوعة من جسم الإنسان

تستخدم في الحفاظ على النسيج الذي توجد فيه أو إصلاحه. يمكن أن تنمو إلى أنواع مختلفة من الخلايا حسب مكان استخراجها.

	الخلايا الجذعية الجنينية	الخلايا الجذعية المكتملة النمو
كيفية الحصول عليها	**تنتج بعد تلقيح الحيوان المنوي للبويضة حيث تنقسم كتلة الخلايا الناتجة .باستمرار إلى أن يُصبح عددها 100-150 خلية تقريبًا ثم يتم فصلها**	من انسجة جسم الانسان المتنوعة مثل نخاع العظم والجهاز العصبي المركزي – البنكرياس
الاعتبارات الأخلاقية	يوجد اعتبارات اخلاقية حول مصدر الخلايا الجذعية الجنينية	**تثير الأبحاث التي تُجرى على الخلايا الجذعية البالغة جدلاً أقل من الخلايا الجذعية الجنينية بسبب إمكانية الحصول عليها بعد موافقة المتبرعين بها.**
الاستخدامات	- عند فصلها تتخصص ويمكن استخدامها لتوفير علاجا للعديد من الامراض والحالات الطبية - لها القدرة علي التخصص لاي نوع من الخلايا	-استخدامها لتوفير علاجا للعديد من الامراض والحالات الطبية - تستخدم في الحفاظ على النسيج الذي توجد فيه أو إصلاحه. يمكن أن تنمو إلى أنواع مختلفة من الخلايا - تتخصص حسب النسيج الذي تستخرج منه

www.almanahj.com



.كيف تستخدم الخلايا الجذعية في علاج عصب متضرر ؟ عند وضعها بالقرب من العصب المتضرر قد يساعد علي تحول الخلايا الجذعية الي خلايا عصبية.

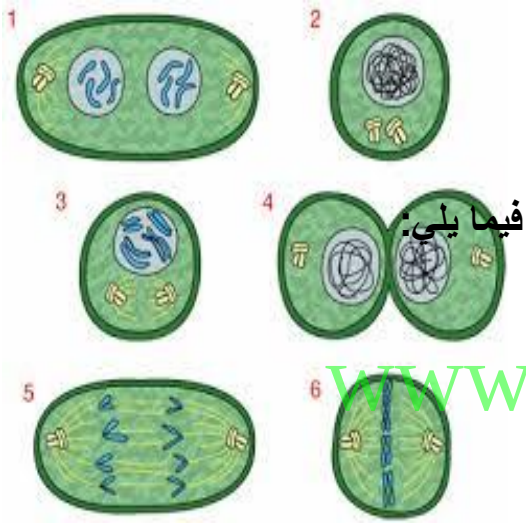
كيف يمكن علاج نسيج دماغي تالف ؟ باستخدام خلايا جذعية عصبية في المكان التالف

كيف يمكن استخدام الخلايا الجذعية لعلاج مرض السكري ؟باستخدام خلايا جذعية بنكرياسية

2 – **كلما زاد حجم الخلية فإنّ نسبة مساحة السطح** الي الحجم :

* لا تتغير * تتمزق الخلية * تزداد * تقلّ

السؤال الثاني: **الشكل التالي يمثِّل مراحل الانقسام المتساوي (M) غير مرتبة، تمعنه ثم أجب عن الأسئلة:** **(10 درجات)**



1 – **اكتب الترتيب الصحيح لأطوار الرسم المقابل :**

2(طور بيني) – 3 (طور تمهيدي) – 6(طور استوائي)

5(طور انفصالي) – 1(طور نهائي) – 4 (انقسام سيتوبلازمي)

2 – **اكتب اسم الطور (المرحلة) والرقم من الرسم أمام كل حدث فيما يلي:**

الطور (المرحلة)	الأحـــــداث
1(النهائي)	تصل الكروموسومات إلى قطبي الخلية، وتكوُّن الغلاف النووي
3(التمهيدي)	تتكاثف الكروموسومات، ويتلاشى الغلاف النووي
5(الانفصالي)	انكماش الأنيبيبات الدقيقة، فتسحب الكروماتيدات إلى قطبي الخلية
6 (الاستوائي)	ترتبط الكروموسومات مع الخيوط المغزلية وتصطف على طول خط استواء الخلية

www.almanahj.com

السؤال الثالث: **اختر الإجابة المناسبة في كلِّ مما يلي:** **(6 درجات)**

1 – أيٌّ مما يلي يصف نشاطات الخلية التي تضم النمو الخلوي وانقسام الخلية؟:

- الكروماتين - السيتوبلازم - دورة الخلية - الانقسام المتساوي

2 – إذا انقسمت خلية واحدة 4 انقسامات، عدد الخلايا الناتج عنها:

4 - 8 - 16 - 32

3 – الخلايا الجذعية التي لها القدرة على التخصص لأيّ نوع من خلايا الجسم:

- خلايا القلب - خلايا الكبد - الخلايا الجذعية المكتملة النمو - الخلايا الجذعية الجنينية

4 – يتكوّن الجهاز المغزلي في الخلايا النباتية من:

- الخيوط المغزلية والمريكزات والألياف النجمية - الألياف النجمية والمريكزات

- الخيوط المغزلية - المريكزات والخيوط المغزلية

5 – يتحكَّم في دورة الخلية آلية تتضمن:

- بروتينات ودهون وأنزيمات خاصة **- ألياف مغزلية وبروتينات**

- كربوهيدرات وألياف نجمية **- بروتينات وأنزيمات خاصة**

6 – يحدث التكاثر في الخلايا بدائة النواة بطريقة تسمى:

- الانقسام السيتوبلازمي **- الانشطار الثنائي** **- الانقسام المنصِّف** **- الانقسام النووي**

-عندما تكون مساحة سطح الخلية صغيرة بالنسبة للحجم يتاثر انتشار البروتينات فى الخلايا

السؤال الرابع: أجب عن الأسئلة التالية: **(3 درجات)**

1 – **فسِّر زيادة خطر الإصابة بمرض السرطان مع تقدم العمر:** .....

.....

2 – **ما أهمية الانقسام المتساوي للمخلوقات الحية عديدة الخلايا؟:**

1 - ..... 2 - .....

3 – **قارن انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية:**

www.almanahj.com

- **ما العلاقة بين السرطان ودورة الخلية ؟**
- **السرطان ينتج نتيجة لفشل في تنظيم دورة الخلية ويحدث انقسام سريع وعشوائي**

ما الفرق بين الموت المبرمج والانقسام الخلوي ؟

.الموت المبرمج يسبب موت الاخلايا اما الانقسام ينتج خلايا جديدة

.ماذا يترتب علي تكرار الموت المبرمج كثيرا ؟ يؤدي لموت الخلايا الطبيعية ويؤثر في وظائفها وقد يصاب الشخص بضعف وامراض

. ماذا يترتب علي انخفاض عملية الموت المبرمج عن الحد الطبيعي ؟ قد يؤدي لعدم موت الخلايا التالفة وقد يزيد من معدل السرطان.

كيف يمكن استخدام الخلايا الجذعية في مساعدة المرضي الذين يعانون من تلف الحبل الشوكي ؟

قد تساعد علي اعادة نمو الاعصاب في الحبل الشوكي مما قد يمكن الاشخاص من المشي مرة اخري