

تنظيم دورة الخلية

Cell Cycle Regulation

الفكرة الرئيسية تنظم البروتينات الحلقية (السايكليينات) دورة الخلية الطبيعية.

الربط مع الحياة قد تتعدد المنازل والبنائات التي تُبنى على تصميم متماثل، إلا أن البناء وفريق العمل الذي يعمل معه يعتمد دائماً على التعليمات في المخطط أو برنامج العمل، وكذلك الخلايا لديها تعليمات محددة لإكمال دورة الخلية.

دورة الخلية الطبيعية Normal Cell Cycle

إن وقت انقسام الخلية ومعدله ضروريان جداً لصحة المخلوق الحي؛ حيث يختلف معدل انقسام الخلية بناءً على نوعها. ويتحكم في دورة الخلية آلية تتضمن بروتينات وإنزيمات خاصة.

دور البروتينات الحلقية (السايكليينات) The role of cyclins لكي تشغل السيارة تحتاج إلى استعمال المفتاح لترسل إشارة إلى المحرك لبدء التشغيل. وكذلك دورة الخلية في الخلايا الحقيقية النوى؛ حيث يتم تنشيطها بارتباط مادتين ترسلان إشارة لبدء عملية التكاثر الخلوي. ترتبط بروتينات تسمى **البروتينات الحلقية cyclins** مع إنزيم يسمى **الإنزيم المفسفر المعتمد على البروتين الحلقية cyclin dependent kinase (CDK)** في الطور البيني والانقسام المتساوي لبدء النشاطات المختلفة التي تحدث في دورة الخلية. ويسيطر ارتباط مجموعات مختلفة من البروتين الحلقية وإنزيم CDK على نشاطات متنوعة في مراحل مختلفة من دورة الخلية. ويمثل الشكل 10-6 نشاط بعض هذه المجموعات المهمة.

الأهداف

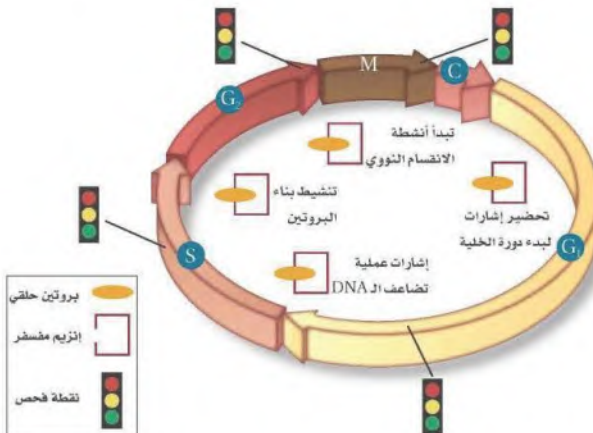
- تُلخّص دور البروتينات الحلقية في التحكم في دورة الخلية.
- تشرح كيف يرتبط مرض السرطان بدورة الخلية.
- تصف أهمية موت الخلية المبرمج.
- تُلخّص نوعي الخلايا الجذعية واستخداماتها المحتملة.

مراجعة المفردات

النوكليوتيد، وحدة أساسية تكوّن جزيئات DNA و RNA.

المفردات الجديدة

البروتين الحلقية
الإنزيم المفسفر المعتمد على البروتين الحلقية
السرطان
المُسَرَّن
موت الخلية المبرمج
الخلية الجذعية



■ الشكل 10-6 تسمح الجزيئات المسؤولة عن إرسال الإشارات المكونة من البروتين الحلقية المرتبط مع إنزيم CDK، ببدء دورة الخلية ثم دخولها في الانقسام المتساوي. وهناك نقاط فحص خاصة تراقب حدوث الأخطاء المحتملة في دورة الخلية وتستطيع إيقاف الدورة في حال حدوث خطأ ما.

وفي طور النمو الأول (G_1) من الطور البيني ينشأ عن ارتباط البروتين وإشارة لبدء دورة الخلية، في حين ينشأ عن أنواع مختلفة من هذه الارتباطات إشارة لبدء أنشطة أخرى تشمل تضاعف DNA، وبناء البروتين والانقسام النووي في أثناء دورة الخلية. وترسل المجموعة نفسها (البروتين الحلقي/CDK) إشارة أيضاً لإنهاء دورة الخلية.

نقاط السيطرة لضبط النوعية Quality Control Checkpoints

يستخدم العديد من مُصنّعي السيارات رقاقة صغيرة خاصة في المفتاح لضمان تشغيل كل سيارة بمفتاح محدد، وهذا يعد نقطة سيطرة تمنع تعرض السيارة للسرق. كذلك تحتوي دورة الخلية على نقاط سيطرة تتابع دورة الخلية ويمكن أن توقفها إذا حدث خطأ ما. فمثلاً، نقطة السيطرة الموجودة في نهاية المرحلة G_1 ترأب أي تلف يحدث في DNA، وقد توقف الدورة قبل دخولها مرحلة البناء S من الطور البيني. وهناك نقاط سيطرة أخرى لضبط النوعية في أثناء المرحلة S، وبعد تضاعف DNA في المرحلة G_2 ، بالإضافة إلى نقطة سيطرة في أثناء تكوين الخيوط المغزلية خلال الانقسام المتساوي. فإذا تم الكشف عن خلل أو فشل في الخيوط المغزلية فقد يتم إيقاف الدورة قبل عملية انقسام السيتوبلازم، انظر الشكل 10-6.

دورة الخلية غير الطبيعية : مرض السرطان

Abnormal Cell Cycle: Cancer

الربط على الرغم من وجود نظام نقاط فحص لضبط النوعية في دورة الخلية، وهو نظام معقد إلا أنه قد يفشل أحياناً. فعندما لا تستجيب الخلايا للآليات التي تسيطر على دورة الخلية الطبيعية ينتج خلل يسمى **السرطان** cancer، وهو نمو الخلايا وانقسامها بشكل غير منظم - أي فشل في تنظيم دورة الخلية. وعدم الكشف عن هذا الخطأ يؤدي بالخلايا السرطانية إلى قتل المخلوق الحي من خلال الضغط على الخلايا الطبيعية ومزاحمتها، وهذا يؤدي إلى فقدان النسيج لوظيفته. تقضي الخلايا السرطانية وقتاً أقل في الطور البيني مقارنة بالخلايا الطبيعية، وهذا يعني أنها تنمو وتنقسم بصورة عشوائية وغير منظمة طوال فترة تروّدها بالمواد المغذية الضرورية. ويبين الشكل 11-6 مزاحمة خلايا سرطانية لخلايا طبيعية.

أسباب مرض السرطان Causes of cancer

لا يحدث السرطان في المخلوقات الحية الضعيفة فقط، بل يحدث أيضاً في المخلوقات الحية اليافعة والنشطة والسليمة أيضاً.

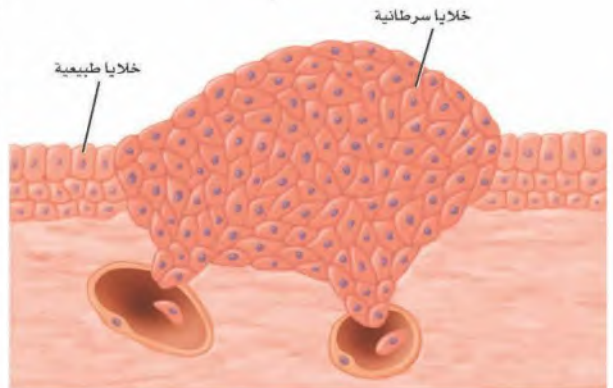
مهن مرتبطة مع علم الأحياء

فني ضبط نوعية الأدوية

Pharmaceutical QC Technician

تمر عمليات تصنيع المنتجات الحيوية عبر نقاط سيطرة لضبط النوعية، كما تمر في ذلك دورة الخلية تماماً. يستخدم فني ضبط النوعية في شركات التصنيع علومًا مختلفة ومهارات رياضية لمراقبة العمليات من أجل ضمان نوعية المنتج.

■ الشكل 11-6 يمكن للطبيب المختص أن يجدد الخلايا السرطانية نتيجة شكلها غير الطبيعي وغير المنتظم، مقارنة بالخلايا الطبيعية. وإذا لم يتم الكشف عنه، فإن الورم السرطاني ينمو إلى درجة قد تقتل المخلوق الحي.



مراجعة بناءً على ما قرأته عن الخلية، كيف تجنب الآن عن أسئلة التحليل؟

وتعد التغيرات التي تحدث في أثناء تنظيم نمو وانقسام الخلايا السرطانية إلى الطفرات أو التغيرات في قطع من DNA التي تسيطر على إنتاج البروتينات، ومنها البروتينات التي تنظم دورة الخلية. وعادة ما يتم إصلاح التغيرات الجينية أو التلف الذي يحدث، بأنظمة إصلاح مختلفة. ولكن إذا فشل نظام الإصلاح تكون النتيجة تكوّن الخلايا السرطانية.

وهناك عوامل بيئية مختلفة قد تؤثر في حدوث مرض السرطان. وتسمى المواد والعوامل التي تسبب مرض السرطان **المسرطنات** carcinogens.

على الرغم من عدم قدرتنا على الوقاية من بعض أمراض السرطان أو منعها، إلا أن تجنب التعرض للمواد المسرطنة يساعد على التقليل من خطر الإصابة بهذا المرض. ويتطلب ذلك وضع ملصقات تحذير على المنتجات التي قد تحوي مواد مسرطنة. كما تحمي القوانين الصناعية الأفراد من التعرض للمواد الكيميائية المسببة للسرطان، مثل الأسبست، في أماكن العمل. وقد أزيل الأسبست مثلاً من مباني قديمة لحماية الذين يعيشون ويعملون فيها. كما أن تجنب التدخين بأنواعه قد يقلل من خطر الإصابة بمرض السرطان.

يصعب تجنب بعض الإشعاعات ومنها الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، على نحو كامل، وهناك علاقة بين كمية الأشعة فوق البنفسجية التي يتعرض لها الإنسان وبين خطر الإصابة بسرطان الجلد.

تجربة 2 - 6

المقارنة بين المستحضرات الواقية من أشعة الشمس

هل تقي مستحضرات الوقاية فعلاً من أشعة الشمس؟ تحمي المستحضرات الواقية من أشعة الشمس مركبات مختلفة ومتنوعة تمتص الأشعة فوق البنفسجية من ضوء الشمس؛ حيث ترتبط الأشعة فوق البنفسجية UVB بطفرات DNA التي قد تؤدي إلى حدوث سرطان الجلد. وستعرف مدى فاعلية هذه المستحضرات في الوقاية من أشعة الشمس.

خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر أحد مستحضرات الوقاية التي زودك بها المعلم، وسجل المحتويات الفاعلة ومعامل الحماية من الشمس SPF على ورقة بيانات.
3. احصل على قطعتين من مادة تغليف بلاستيكية، وارسم على إحدهما بقلم التخطيط دائرتين متباعدتين، ثم ضع نقطة من المستحضر الواقية في منتصف إحدى الدائرتين، ونقطة أخرى من مادة أكسيد الحارصين في منتصف الدائرة الثانية.
4. ضع القطعة الأخرى من مادة التغليف فوق الدائرتين، ووزع المادتين بالضغط عليها بواسطة الكتاب.
5. خذ قطعة من ورق حساس للشمس وقطعتي التغليف إلى منطقة شمسية، واكشف بسرعة عن الورقة الحساسة، وضع قطعتي التغليف فوقها، ثم عرضها لضوء الشمس.
6. انقل الورقة من المنطقة المشمسة، بعد تعرضها للشمس مدة 5-1 دقائق، وادرس التغيرات فيها بناءً على التعليمات.

التحليل

1. التفكير الناقد. لماذا قارنت المستحضر الواقية للشمس بأكسيد الحارصين؟
2. استخلص النتائج. بعد فحص الورق الحساس للشمس لجميع زملائك في الصف، ثري أي المستحضرات الواقية يمنع حدوث طفرات الـ DNA؟

لذا ينصح الأشخاص الذين يتعرضون لأشعة الشمس باستخدام الحشوات التي تقي من أشعتها. وتعد الأشعة السينية شكلاً آخر من الإشعاعات التي تسبب السرطان، وتستخدم في الأغراض الطبية، ومنها الكشف عن عظم مكسور أو نخر في الأسنان. وللحماية من التعرض لهذه الأشعة يجب ارتداء معطف من الرصاص الثقيل عند أخذ الصورة الإشعاعية.

ومن هنا أنشئت الهيئة العامة السعودية للغذاء والدواء لتحقيق الأهداف الرئيسية الآتية: سلامة ومأمونية وفعالية الغذاء والدواء للإنسان والحيوان، ومأمونية المستحضرات الحيوية والكيميائية التكميلية ومستحضرات التجميل والمبيدات، وسلامة المنتجات الإلكترونية من التأثير على الصحة العامة، ودقة معايير الأجهزة الطبية والتشخيصية وسلامتها، ووضع السياسات والإجراءات الواضحة للغذاء والدواء والتخطيط لتحقيق هذه السياسات وتفعيلها، وإجراء البحوث والدراسات التطبيقية لتعرف المشكلات الصحية وأسبابها وتحديد آثارها بما في ذلك طرق وتقويم البحوث، فضلاً عن وضع قاعدة علمية يستفاد منها في الأغراض التثقيفية والخدمات الاستشارية والبرامج التنفيذية في مجالي الغذاء والدواء.

وراثية السرطان Cancer genetics يتطلب تحويل الخلايا غير الطبيعية إلى خلايا سرطانية أكثر، من تغير واحد في المادة الوراثية DNA. وبمرور الزمن يصبح من الممكن حدوث تغيرات عدة في DNA، وهذا يفسر سبب زيادة خطر الإصابة بالسرطان مع تقدم العمر. وتفسر حقيقة حدوث تغيرات متعددة سبب تكرار الإصابة بالسرطان في بعض العائلات. فالقرد الذي يرث تغيراً واحداً أو أكثر من أحد والديه معرض لخطر الإصابة بالسرطان بنسبة أعلى من الشخص الذي لا يرث هذه التغيرات.

موت الخلية المبرمج Apoptosis

لا تعيش كل الخلايا الناتجة عن الانقسامات؛ بل حيث تمر بعض الخلايا بعملية تسمى **موت الخلية المبرمج apoptosis**. تنكمش الخلايا التي تمر بعملية الموت المبرمج، وتقلص ضمن عملية منظمة. وتتم هذه العملية في جميع الخلايا الحيوانية والنباتية.

ومن أمثلة الموت المبرمج نمو يد الإنسان أو قدمه. فعندما تبدأ اليدين أو القدمان في النمو تحتل الخلايا الفراغات بين أصابع اليدين وأصابع القدمين، ويمر هذا النسيج بعملية الموت المبرمج طبيعياً. ومع موت الخلايا في الوقت الملائم لا يتكون الشبح في المخلوق المكتمل النمو.

ومن الأمثلة على الموت المبرمج للخلية في النباتات موت الخلايا؛ حيث ينتج عنه تساقط أوراق الأشجار في فصل الخريف، كما يحدث الموت المبرمج للخلايا التي تتلف وتصبح غير قابلة للإصلاح، ومنها الخلايا التي تتلف مادتها الوراثية التي قد تؤدي إلى حدوث السرطان. ويساعد الموت المبرمج للخلية على حماية المخلوقات الحية من نمو الخلايا السرطانية.

الربط مع رؤية 2030
VISION رؤية
2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA
من أهداف الرؤية،
5-2-5 الارتقاء بجودة الخدمات المقدمة للمواطنين.



منح الأستاذ الدكتور ستيفن جاكسون جائزة الملك فيصل فرع / العلوم عام ١٤٣٧ هـ في مجال علم الحياة، لإسهاماته المتميزة في التعرف على الصلة بين آليات اضطراب الجينوم وعلاقة ذلك بمرض السرطان، وبصفة خاصة استطاع أن يكتشف العوامل الجزيئية لإصلاح الحمض النووي.

المصدر: * موقع جائزة الملك فيصل / فرع العلوم

<http://kingfaislalprize.org/ar/science/>

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

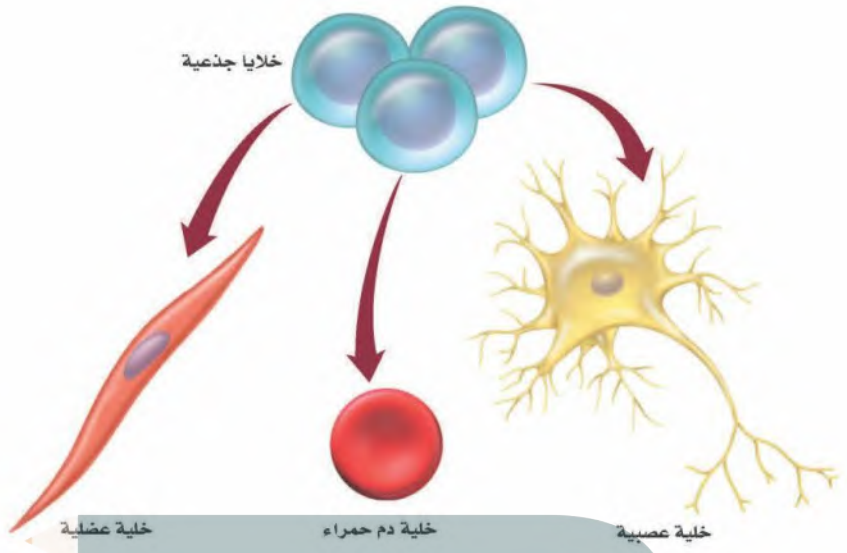
الوراثة Inheritance

الاستعمال العلمي انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء بواسطة DNA.

تركيب جسم الشخص وملامح وجهه نتيجة لوراثة الصفات.

الاستعمال الشائع إعطاء ممتلكات المتوفى لأفراد العائلة الذين ما زالوا على قيد الحياة.

ورث أحمد البيت عن والده.



■ الشكل 12-6 لما كانت الخلايا الجذعية غير موجهة لأن تصبح نوع محدد من الخلايا فإنها قد تصبح الأساس في علاج العديد من الحالات المرضية والتشوهات الوراثية. **استنتاج.** كيف تستخدم الخلايا الجذعية في محاولات علاج عصب متضرر؟

Stem Cells الخلايا الجذعية

إن معظم الخلايا في المخلوق الحي العديد الخلايا تؤدي وظائف متخصصة. وقد يكون بعض هذه الخلايا جزءاً من جلدك، وبعضها الآخر جزءاً من قلبك. ففي عام 1998م اكتشف العلماء طريقة لعزل نوع فريد من الخلايا في الإنسان تُسمى **الخلايا الجذعية stem cells**، وهي خلايا غير متخصصة تنمو لتصبح خلايا متخصصة إذا وضعت في ظروف مناسبة، الشكل 12-6، حيث يمكن للخلايا الجذعية أن تبقى في المخلوق الحي سنوات عديدة وهي تنقسم. وهناك نوعان رئيسان من الخلايا الجذعية، هما: الخلايا الجذعية الجنينية، والخلايا الجذعية المكتملة النمو.

الخلايا الجذعية الجنينية Embryonic stem cells بعد تلقيح الحيوان المنوي للبويضة تنقسم كتلة الخلايا الناتجة باستمرار إلى أن يصبح عددها 100-150 خلية تقريباً. وهذه الخلايا غير متخصصة وتسمى الخلايا الجذعية الجنينية. وحين تفصل كل واحدة من هذه الخلايا بعضها عن بعض، تكون قادرة على النمو إلى مجموعة كبيرة من الخلايا المتخصصة، وإذا استمر الجنين في الانقسام فإن الخلايا تخصص إلى أنسجة وأعضاء وأجهزة مختلفة. وقد أثارت أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية الكثير من الجدل بسبب اعتبارات أخلاقية حول مصدر هذه الخلايا.

الخلايا الجذعية المكتملة النمو Adult stem cells يوجد النوع الثاني من الخلايا الجذعية، أو الخلايا الجذعية المكتملة النمو في أنسجة متنوعة من جسم الإنسان، وقد تستخدم في الحفاظ على النسيج الذي توجد فيه أو إصلاحه. وقد يصبح مصطلح الخلايا الجذعية المكتملة النمو مضللاً في بعض الأحيان؛ لأن المولود الجديد لديه خلايا جذعية مكتملة النمو أيضاً.

المفردات

مفردات أكاديمية

مكتمل النمو Mature

الوصول إلى نمو طبيعي كامل.

بعد الانقسام المتساوي، يجب أن

يكتمل نمو الخلايا الجديدة قبل أن

تنقسم مرة أخرى.



■ الشكل 13-6 أدت الأبحاث التي أجريت على الخلايا الجذعية إلى تقدم علاج العديد من الإصابات والأمراض.

وكما في الخلايا الجذعية الجنينية فإن بعض أنواع الخلايا الجذعية المكتملة النمو يمكن أن تنمو إلى أنواع مختلفة من الخلايا، فتوفر علاجاً للعديد من الأمراض والحالات الطبية.

في عام 1999م استخدم باحثون خلايا جذعية عصبية لعلاج نسيج دماغي تالف في الفئران. وفي عام 2000م قام فريق آخر من الباحثين باستخدام خلايا جذعية بنكرياسية لاستعادة وظيفة البنكرياس في فئران مصابة بالسكري. تشير الأبحاث التي تجرى على الخلايا الجذعية البالغة، الشكل 13-6، جداً أقل من الخلايا الجذعية الجنينية بسبب إمكانية الحصول عليها بعد موافقة المتبرعين بها.

التقويم 3-6

الخلاصة

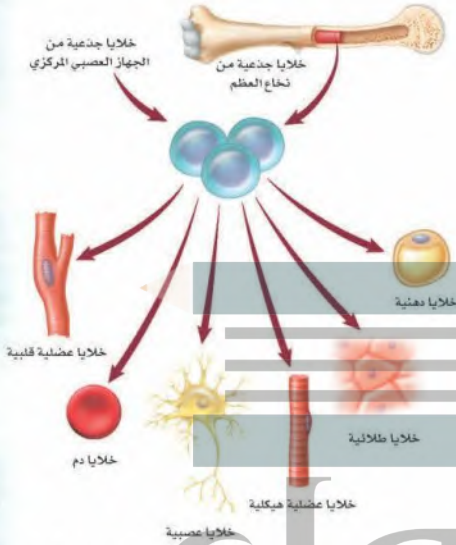
- يتم تنظيم دورة الخلية في الخلايا الحقيقية النوى بواسطة بروتينات حلقة.
- توجد نقاط فحص في معظم مراحل دورة الخلية لضمان انقسام صحيح ودقيق للخلية.
- السرطان نمو وانقسام غير منظم وعشوائي للخلايا.
- قد تمر الخلايا بآلية الموت المبرمج.
- الخلايا الجذعية خلايا غير متخصصة يمكن أن تنمو إلى خلايا متخصصة إذا وضعت في ظروف مناسبة.

فهم الأفكار الرئيسية

1. **المفكر** **الرياسة** صف كيف تنظم البروتينات الحلقية دورة الخلية؟
2. وضح كيف تختلف دورة الخلية السرطانية عن دورة الخلية الطبيعية؟
3. حدد ثلاث مواد مسرطنة.
4. قارن بين أوجه الاختلاف لكل من موت الخلية المبرمج والسرطان.
5. صف تطبيقاً محتملاً للخلايا الجذعية.
6. وضح الفرق بين الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية المكتملة النمو.

التفكير الناقد

7. **كون فرضية** ما الذي قد يحدث إذا لم تنمو الخلايا التي حدث فيها تلف شديد في مادتها الوراثية DNA بآلية الموت المبرمج؟
8. **الكتابة في** علم الأحياء اكتب إعلاناً تبين فيه للناس المواد المسرطنة. اختر أحد أنواع السرطان، واكتب حول المواد المسرطنة التي تسببه.



يمكن تكثير الخلايا الجذعية التي تؤخذ من نخاع العظم أو الجهاز العصبي المركزي؛ لإنتاج العديد من أنواع الخلايا التي قد يتم زراعتها لعلاج الأمراض أو إعادة تعويض تلف الخلايا الناتج عنها.

الخلايا الجذعية والمستقبل إن العلماء متحمسون لإجراء الأبحاث الضرورية لجعل العلاج بالخلايا الجذعية المكتملة النمو جزءاً منتظماً من العناية الصحية. فالشلل قد لا يكون مزمنًا؛ فقد تزودنا الخلايا الجذعية بالعلاج والشفاء بإذن الله تعالى.

الكتابة في علم الأحياء

نشرة أعد نشرة تصف فيها مزايا أبحاث الخلايا الجذعية المكتملة النمو. على أن تتضمن النشرة طريقة البحث والعلاج، والأمثلة، وفسولوجية الخلية، وتاريخ البحث في الخلايا الجذعية المكتملة النمو. وتأكد من تضمين نشرتك أشكالاً توضيحية.

الخلايا الجذعية:

علاج الشلل

أصيب متسابق سيارات بالشلل نتيجة تحطم سيارته. كما أصيب مراهق بالشلل بعد قفزه في مياه ضحله. ومنذ عهد قريب، لم يكن لهؤلاء الأفراد إلا أمل ضئيل في استعادة صحتهم، إلا أن بحثاً جديداً أُجري على الخلايا الجذعية المكتملة النمو أظهر أملاً في شفاء حالة الشلل هذه.

كيف يمكن استخدام الخلايا الجذعية؟

يحاول العلماء إيجاد طرائق لتنمية الخلايا الجذعية المكتملة النمو في أوساط زراعية وتكثيرها لإنتاج أنواع خلايا متخصصة. فمثلاً، يمكن استخدام الخلايا الجذعية في تعويض نسيج قلبي تالف بعد حدوث سكتة قلبية، وإعادة النظر إلى عين مصابة، وعلاج أمراض منها السكري، أو تعويض التالف من خلايا نخاع الشوكي للشفاء من الشلل.

الخلايا الجذعية والشلل وجد الدكتور كارلوس ليها وفريقه من الباحثين في البرتغال أن أخذ نسيج من التجويف الأنفي يُعد مصدرًا غنيًا للخلايا الجذعية المكتملة النمو. وقد تصبح هذه الخلايا الجذعية خلايا عصبية عند زراعتها في موقع إصابة الحبل الشوكي؛ حيث تحل الخلايا العصبية الجديدة محل الخلايا التي تعرضت للتلف أو الضرر.

وقد خضع أكثر من 40 مريضاً يعانون من الشلل نتيجة حوادث لهذا العلاج، واستعاد جميع المرضى بعض الإحساس في المناطق المشلولة من أجسامهم، واستعاد معظمهم التحكم في الحركة. ومع استمرار العلاج الطبيعي المكثف استطاع نحو 10% من المرضى المشي بمساعدة آلات داعمة مثل آلات دعم المشي والرباط. وتعد هذه أخباراً واعدة للعديد من الأفراد الذين يواجهون المرض أو الإصابات التي حرمتهم من استخدام أجسامهم بصورة تامة.

مختبر الأحياء

هل يؤثر ضوء الشمس في عملية الانقسام المتساوي في الخميرة؟

7. غُلف الأطباق التي كتب عليها "من دون وِاقٍ من الشمس" برفائق الألومنيوم، وُضع المستحضر الواقِي من الشمس على أغشية الأطباق التي كُتِب عليها "واِقٍ من الشمس"، ثم غُلفها برفائق الألومنيوم.

8. أزل القليل من ورق القصدير عن كل واحد من الأطباق التجريبية لتكشف عن غطاء الطبق. ثم عرّض الأطباق بحسب المدة الزمنية التي خططت لها، ثم أعد تغطية الأطباق بعد تعرضها للشمس، وسَلِّمها للمعلم لوضعها في الحاضنة.

9. بعد فترة الحضانة عدّ الأطباق، وسجّل عدد مستعمرات الخميرة في كل طبق.

10. **التنظيف والتخلص من الفضلات** اغسل جميع المواد المستخدمة، وأعدّها إلى مكانها، وتخلص من أطباق الخميرة التي تحتوي على مستخلص دكتورز الخميرة بحسب تعليمات المعلم. وعقّم منطقة عملك، ثم اغسل يديك بالماء والصابون جيّدًا.

حلل ثم استنتج

1. **قدر.** افترض أن كل واحدة من مستعمرات الخميرة التي على الطبق قد نمت من خلية خميرة واحدة في المحلول المخفف. استخدم عدد مستعمرات الخميرة التي في طبق المجموعة الضابطة لتحديد نسبة الخميرة التي بقيت في "كل طبق من الأطباق التي تعرضت للشمس".

2. **مثل بيانيًا** نسبة بقاء الخميرة على محور الصادات، ووقت التعرّض للشمس على محور السينات. واستخدم ألوانًا مختلفة في رسم البيانات من الأطباق المعنونة باستخدام المستحضر أو من دونه.

3. **قوّم.** هل دعمت بياناتك فرضيتك؟ وضح ذلك.

4. **تحليل الخطأ.** ما مصادر الخطأ المحتملة التي قد تؤثر في النتائج التي حصلت عليها؟

طبق مهارتك كيف يمكن للخميرة الحساسة للأشعة

فوق البنفسجية UV أن تُستخدم مؤشّرًا حيويًا للكشف عن الزيادة في كميات الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى سطح الأرض.

الخلفية النظرية: الأشعة فوق البنفسجية (UV) إحدى مكونات ضوء الشمس، وتؤدي إلى تلف في DNA، وتعيق دورة الخلية.

سؤال: هل يمكن للمستحضرات الواقية من الشمس منع تلف الخميرة الحساسة للأشعة فوق البنفسجية؟

المواد والأدوات

اختر المواد المناسبة للتجربة التي تصممها.

- ماصات معقمة عدد (10).
- أعواد قطنية معقمة عدد (10).
- محلول مخفف من الخميرة الحساسة للأشعة فوق البنفسجية UV.
- حامل أنابيب اختبار.
- أطباق أجار عدد (10)
- تحتوي على مستخلص دكتورز الخميرة.
- مستحضر واقٍ من الشمس يحتوي على كميات مختلفة من معامل الحماية من الشمس (SPF).

احتياطات السلامة

خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حضر أنبوب اختبار يحوي محلولًا مخففًا من الخميرة الحساسة للأشعة فوق البنفسجية UV، وهي خميرة عدلت وراثيًا لتأثر بكميات الضوء فوق البنفسجي.
3. كوّن فرضية، ثم اختر مستحضرا واقيا من الشمس، وتوقع كيف يؤثر في الخميرة عند تعرضها لضوء الشمس.
4. ميّر 10 أطباق أجار تحوي مستخلص دكتورز الخميرة باسم مجموعتك، وميّر اثنين منها بوصفهما مجموعة ضابطة لن يتم تعريضها لضوء الشمس. ثم عنون أربعة أطباق تجريبية بـ "من دون وِاقٍ من الشمس"، وأربعة أطباق أخرى بـ "واِقٍ من الشمس".
5. اسكب 0.1 mL من عينة محلول الخميرة المخفف في جميع أطباق الأجار العشرة. وغلف أطباق المجموعة الضابطة برفائق الألومنيوم، وأعطها لمعلمك لوضعها في الحاضنة.
6. قرر المدة الزمنية التي سيبقى فيها كل طبق تحت أشعة الشمس بحسب توجيهات معلمك، وعنون كلّ منها بناءً على ذلك، وأعدّ جدولًا لتسجيل بياناتك.