



## الطفرات



### القطة الفرعونية Sphynx Cat

- هو قط هجين نادر قصير القوام / جسمه لا يغطيه الفرو
- قط أليف لا يصاب بالأمراض تم تسجيله في المنظمات العالمية عام 2005م

## البروتينات والطفرات

- ♥ **البروتينات** أهم جزء في تركيب الكائن الحي وهي اساسية لأداء الجسم وظائفه
- ♥ تؤدي بعض البروتينات وظائفها داخل خلايا الكائن الحي / وتفرز بروتينات خارج الخلايا
- لأهداف اخري / كما تعمل بعض البروتينات كمنشط او كاج ومحفز الجينات علي العمل او التوقف

### يتنوع تأثير الطفرات على الكائنات

- بعض الطفرات لا يؤثر في الكائن
- قد تؤثر الطفرات بدرجة قليلة
- بعض الطفرات ضاراً أو قاتل
- عدد قليل جداً من الطفرات نافع

### ملاحظة هامة

التغير في حمض DNA يُغيّر في البروتينات التي تُصنّع في الخلية وتغيّر البروتينات في الخلية له تأثير كبير في تركيب الخلية أو وظيفتها

هي التغير في المادة الوراثية DNA للخلية

## الطفرة

### أنواع الطفرات

طفرة جينية

طفرة كروموسومية

الطفرة الكروموسومية العددية

الطفرات الكروموسومية التركيبية

الانتقال

الانقلاب

النقص

الزيادة

المتبادل او غير  
الروبرتسوني

الروبرتسوني



الطفرات الجينية	الطفرات الكروموسومية	
هي تغيرات في تسلسل النيوكليوتيدات على مستوى الجين	هي طفرة تحدث بسبب تغيرات في بنية الكروموسوم أو تركيبه أو حدوث اختلالاً في عدد الكروموسومات في خلايا الكائن	التعريف / أو المفهوم
استبدال نيوكليوتيدة // نقص نيوكليوتيد // ادخال نيوكليوتيد	• طفرة تركيبية ( نقص - زيادة - انتقال - انقلاب ) • طفرة كروموسومية عديدة	الأنواع

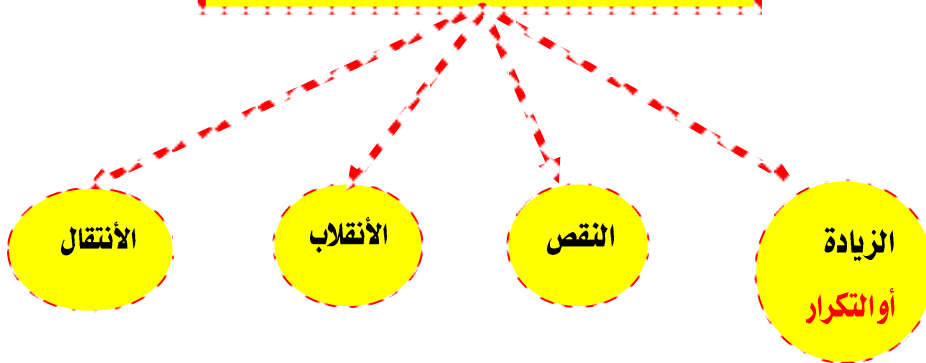
الطفرات الكروموسومية العددية	الطفرات الكروموسومية التركيبية	
هي طفرة كروموسومية تسبب اختلالاً في عدد الكروموسومات في خلايا الكائن وتعرف باختلال الصيغة الكروموسومية	هي تغيرات في بنية الكروموسوم أو تركيبه	التعريف / أو المفهوم

## أولاً: الطفرات الكروموسومية

### ( أ ) الطفرات الكروموسومية التركيبية

هي تغيرات في بنية الكروموسوم أو تركيبه

عدد أنماط الطفرات الكروموسومية التركيبية





طفرة النقص	طفرة الزيادة (التكرار)
<p><b>التعريف</b></p> <p>هي طفرة تحدث عندما ينكسر الكروموسوم ويفقد جزءاً منه</p> <p><b>أو/ ألية الحدوث</b></p>	<p>● هي طفرة تحدث عندما ينكسر جزء من الكروموسوم ويندمج في الكروموسوم المماثل له (النظير) فيملك الكروموسوم المماثل حينئذ نسخة إضافية عن أحد أجزائه</p> <p>● هي طفرة تحدث نتيجة عبور غير متكافئ بين الكروموسومات المتماثلة خلال الانقسام الميوزي .</p>
<p><b>تأثير الطفرات</b></p> <p>● ظهور نمط الأجنحة المتعرج في ذبابة الفاكهة</p> <p>● ظهور مرض الضمور العضلي النخاعي للإنسان</p>	<p>● ظهور عيناً قضيبيية في ذبابة الفاكهة نتيجة طفرة الزيادة في الكروموسوم X</p>
<p><b>الرسم التوضيحي</b></p> <p>جناح متعرج</p> <p>جناح طبيعي</p>	<p><b>الرسم التوضيحي</b></p> <p>طفرة الزيادة</p>

**مرض الضمور العضلي النخاعي**

هو مرض يحدث بسبب طفرة النقص للجين المشفر لبروتين النمو العضلي الطبيعي SMN على الكروموسوم رقم 5

**ماذا يحدث؟**

● عند نقص جين في كروموسوم ما؟

نقص جين من الكروموسوم يغير من وظيفته

● حدوث طفرة زيادة في الكروموسوم X لذباب الفاكهة؟

ظهور عين قضيبيية في ذبابة الفاكهة

● حدوث طفرة النقص للجين المشفر لبروتين النمو العضلي الطبيعي SMN في الإنسان؟

الأصابة بمرض الضمور العضلي النخاعي الذي يسبب الوفاة

**فسر ما يلي :**

● ظهور نمط الأجنحة المتعرج لبعض أنواع الذباب الفاكهة؟

بسبب طفرة نقص على احد كروموسومات ذبابة الفاكهة

● اصابة بعض الاشخاص بمرض الضمور العضلي النخاعي؟

بسبب طفرة النقص للجين المشفر لبروتين النمو العضلي الطبيعي SMN على الكروموسوم رقم 5

● ظهور عين قضيبيية لبعض الانواع لذباب الفاكهة؟

بسبب طفرة الزيادة في الكروموسوم X

● الزيادة تعتبر عبور غير متكافئ بين الكروموسومات؟

لان عندما ينكسر جزء من الكروموسوم ويندمج في الكروموسوم المماثل له (النظير) يملك الكروموسوم المماثل حينئذ نسخة إضافية عن أحد أجزائه

● طفرة النقص قد لا تكون ضارة مثل نمط الأجنحة المتعرج

● طفرة النقص قد تكون مهلكة مثل طفرة النقص لجين المشفر لبروتين النمو العضلي الطبيعي



الانتقال

هو كسر جزء من الكروموسوم ثم انتقاله إلى كروموسوم آخر غير مماثل (مغاير) له وقد يحدث الانتقال في جينات كثيرة أو قليلة في الكروموسوم

أوجه التشابه بين تأثير طفرات (النقص - الزيادة - الانتقال) ؟

جميعهم يحدث التغير في عدد الجينات الذي يؤثر في ضبط التعبير

الجيني

النتائج المترتبة على حدوث طفرة الانتقال

طفرة الانتقال تؤدي إلى إعادة ترتيب

مواقع الجينات على الكروموسومات

طفرة الانتقال تحدث التغير في عدد

الجينات الذي يؤثر في ضبط التعبير الجيني

الانتقال نوعان

الانتقال المتبادل أو غير الروبرتسوني	الانتقال الروبرتسوني	
يحدث خلاله تبادل قطع كروموسومية غير محددة الحجم بين كروموسومين غير متماثلين	يتم في خلاله تبادل أجزاء من الكروموسومات 13، 14، 15، 21، و 22. وتحدث هذه العملية عند : • انكسار الكروموسوم عند منطقة السنتروميير • واتحاد كل من الذراعين الطويلين للكروموسومين ليشكلا كروموسوماً واحداً • اتحاد الذراعين القصيرين للكروموسومين الذي يتشكل الكروموسوم الآخر الذي يتم فقدانه بعد عدة انقسامات خلوية ويصبح عدد كروموسوماته 45	آلية الحدوث
	• عدد كروموسومات يكون 45 بدل من 46 • لا تحدث أي تغييرات ملحوظة في المادة الوراثية لدى الإنسان ، على الرغم من أن عدد كروموسوماته يكون 45	تأثير الطفرات
		الرسم التوضيحي

عل : يسمي الانتقال الروبرتسوني بهذا الاسم ؟

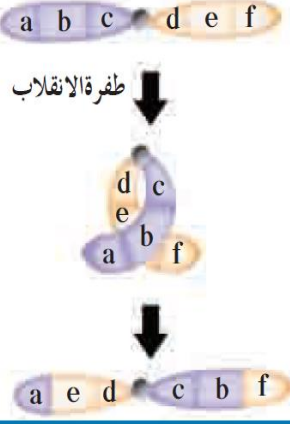
نسبة للعالم روبرتسون الذي اكتشفه يتم في تبادل أجزاء من الكروموسومات 13، 14، 15، و 21، و



## الإنقلاب

المثال الأكثر شيوعاً على الانقلاب

هو الانقلاب في الـ DNA على الكروموسوم 9 وليس له أي عوارض



هو استدارة جزء من الكروموسوم رأساً على عقب أي عندما ينكسر جزء من الكروموسوم ويستدير حول نفسه ليعود ويتصل بالكروموسوم نفسه في الاتجاه المعاكس

علل : الانقلاب له ضرراً أقل من طفرتي الزيادة والنقص؟

ذلك لأنه يُغيّر في ترتيب الجينات في الكروموسوم ، وليس في عدد الجينات التي يحتوي عليها

## (ب) الطفرات الكروموسومية العددية

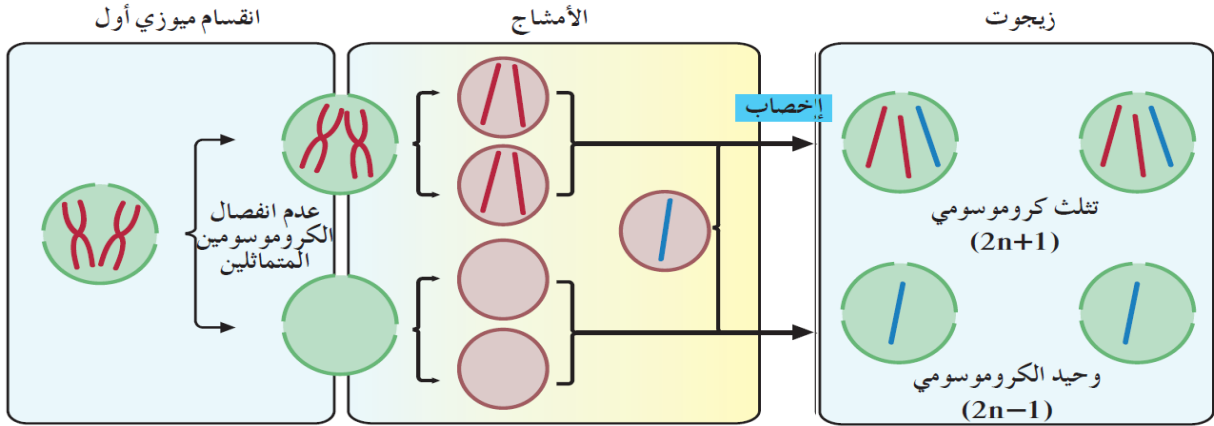
هي طفرة كروموسومية تحدث نتيجة انقسام غير منتظم للخلايا وتسبب اختلالاً في عدد الكروموسومات في خلايا الكائن وتعرف باختلال الصيغة الكروموسومية

سبب حدوث الطفرة الكروموسومية العددية (اختلال الصيغة)

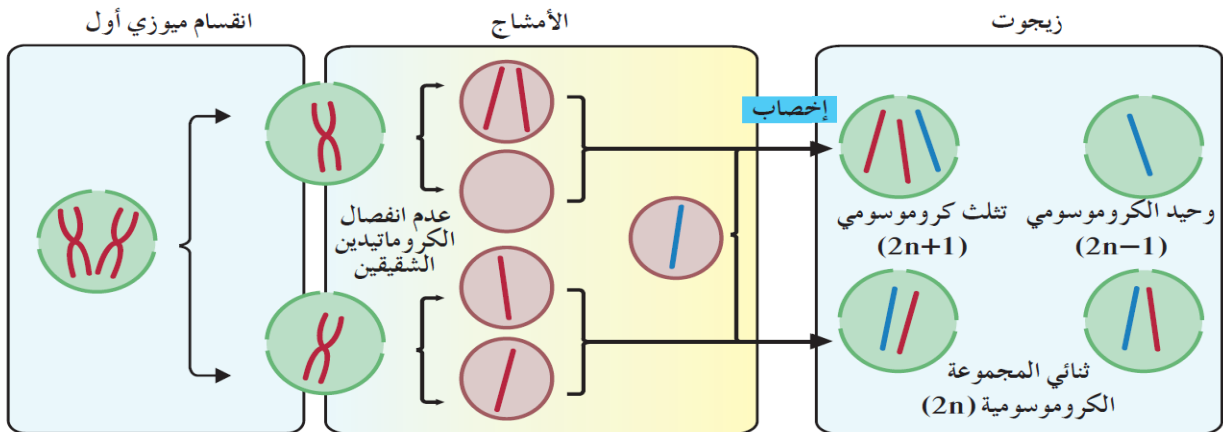
يظهر هذا الاختلال نتيجة انقسام غير منتظم للخلايا يتمثل بـ :

● عدم انفصال الكروموسومات المتماثلة أثناء الانقسام الميوزي الأول

● أو عدم انفصال الكروماتيدين الشقيقين أثناء الانقسام الميوزي الثاني



عدم انفصال الكروموسومات المتماثلة أثناء الانقسام الميوزي الأول



عدم انفصال الكروماتيدين الشقيقين أثناء الانقسام الميوزي الثاني





النتائج المترتبة على الطفرة الكروموسومية العددية

- إنتاج أفراداً خلاياها بـكروموسوم إضافي (تثلاث كروموسوم  $(2n+1)$ )
- أو إنتاج أفراداً خلاياها بـكروموسوم ناقص (وحيد الكروموسوم  $(2n-1)$ )
- إنتاج أفراداً بها تشوهات خلقية وعقلية

وحيد الكروموسوم	تثلاث كروموسومي	
حالة وراثية تحدث بسبب طفرة كروموسومية عديدة تكون خلايا الفرد بها كروموسوم ناقص $(2n-1)$	حالة وراثية تحدث بسبب طفرة كروموسومية عديدة تكون خلايا الفرد بها كروموسوم إضافي $(2n+1)$	التعريف
$2n-1$	$2n+1$	الصيغة الكروموسومية
45	47	عدد الكروموسومات

أمثلة التشوهات العددية للكروموسومات

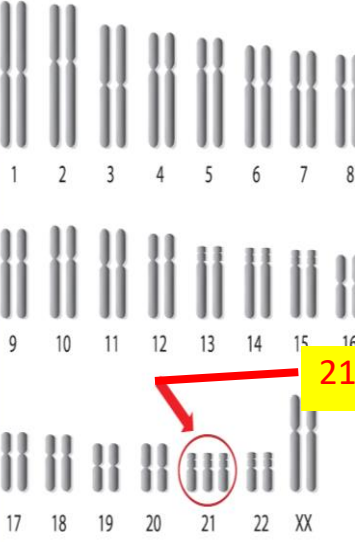
ومتلازمة كلاينفلتر	متلازمة تيرنر	متلازمة داون	
47 كروموسوم	45 كروموسوم	47 كروموسوم	عدد الكروموسومات
$44+XXY // 44+XXX$	$44+X$	$XY+45 // XX+45$	الصيغة الكروموسومية
ذكور	إناث	ذكور-إناث	جنس المصاب
ذكر يمتلك كروموسوماً جنسي X واحداً أو أكثر إضافة إلى الكروموسومين الجنسيين XY	تمتلك الأنثى نسخة واحدة من الكروموسوم الجنسي X بدلا من اثنين	وجود كروموسوم إضافي للكروموسوم 21 الجسمي أي يمثل بثلاث نسخ بدلا من اثنين (تثليث كروموسومي)	سبب المتلازمة
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الفرد يكون عاقراً</li> <li>• وجود بعض الملامح الأنثوية المميز لديه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• إناث متخلفة النمو</li> <li>• عاقراً</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تخلف في النمو الجسدي</li> <li>• ودرجات متفاوتة من التخلف العقلي</li> <li>• معظم الحالات بها تشوه في أعضاء معينة خاصة في القلب وتركيب مميز للجسم والوجه</li> </ul>	الأعراض

• متلازمة داون مثال للتشوهات العددية للكروموسومات الجسمية

• متلازمة تيرنر ومتلازمة كلاينفلتر مثال للتشوهات العددية للكروموسومات الجنسية



هناك تشوهات كروموسومية أخرى  
● مثل التثلث الكروموسومي 13  
والتثلث الكروموسومي 18 الذي  
يسبب الموت السريع للأطفال



ثلاث نسخ من الكروموسوم 21

## اذكر السبب العلمي :

● كان يسمى افراد متلازمة داون في الماضي اسم المونغولي ؟

لان معالم الوجه لديهم تكون شبيهة بأفراد بلاد المونغول أو المغول

● يفضل عدم انجاب الامهات التي تزيد اعمارهم عن الاربعين عام ؟

لان متلازمة داون يظهر بصورة جلية لدى الأطفال التي تزيد أعمار أمهاتهم عن الأربعين عاماً

## الطفرة الجينية

هي تغيرات في تسلسل النيوكليوتيدات على مستوى الجين

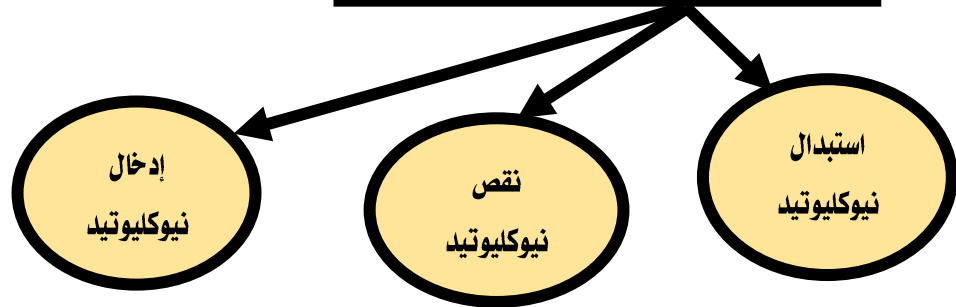
يتفاوت تأثير الطفرات الجينية اعتماداً على ما إذا كانت تحدث في الأمشاج (الخلايا الجنسية) / أو في الخلايا الجسمية

الطفرات في الخلايا الجسمية	الطفرات في الخلايا الجنسية (الأمشاج)	توارثها / انتقالها / تأثيرها
لا تؤثر إلا في الفرد المصاب بها ولا تورث إلى النسل	تنتقل الطفرات في الأمشاج إلى نسل الأبناء المصابين بها	

## طفرة النقطة

هي الطفرة التي تؤثر في نيوكليوتيد واحد

## طفرات الجينات تنتج إما من :



## طفرة إزاحة الإطار

هي طفرة تحدث نتيجة إدخال النيوكليوتيدات أو نقصها فتغير من تتابع القواعد ما يؤدي إلى إزاحة إطار القراءة في الرسالة الوراثية

## ملاحظات

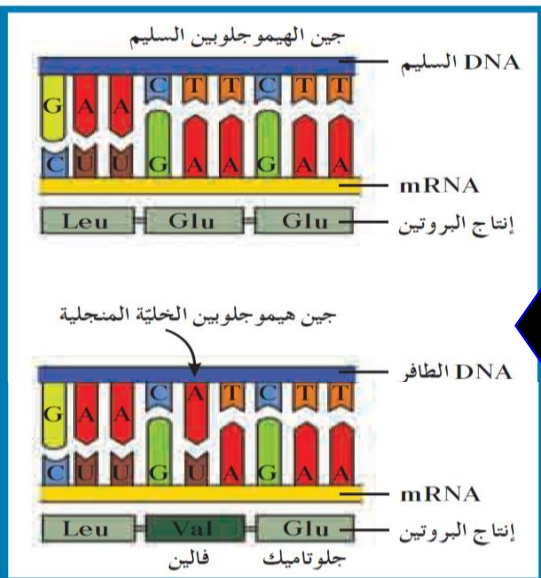
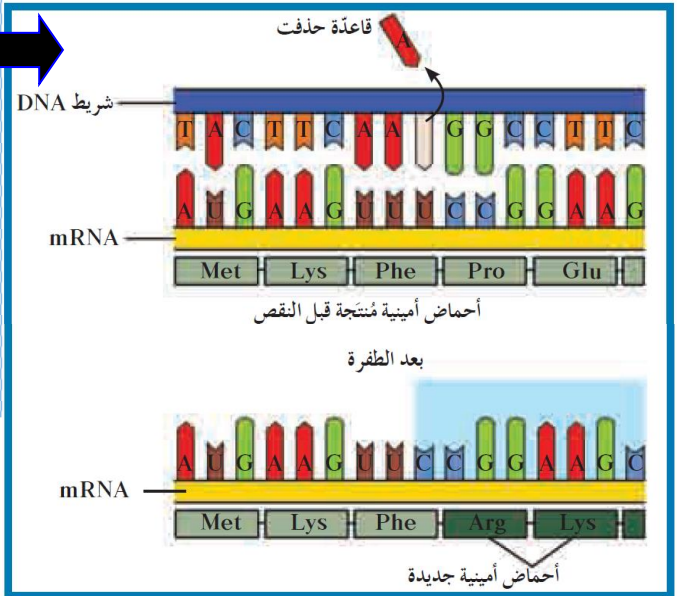
- ينتج من طفرات النقص والإدخال الجينية إنتاج بروتين مختلف تماماً
- حيث إدخال النيوكليوتيدات أو نقصها تغير تتابع القواعد على حمض RNA الرسول مما يؤدي إلى إزاحة إطار القراءة في الرسالة الوراثية



تأثير الطفرة	سلسلة DNA غير المنسوخة	نوع الطفرة
بروتين ناتج من جين سليم		لا يوجد طفرة
طفرة صامتة، لا تغيير في الببتيد		استبدال
ببتيد غير مكتمل		
إزاحة الإطار، ببتيدي مختلف تمامًا		إدخال
إزاحة الإطار، ببتيدي مختلف تمامًا		نقص

**عمل: إدخال نيوكليوتيدة أو نقصها (إزاحة إطار القراءة في الرسالة الوراثية) له تأثير مهم في تركيب الكائن الحي ووظيفته؟**

لأن النقص أو الإدخال يغير من تتابع القواعد مما يؤدي إلى إزاحة إطار القراءة في الرسالة الوراثية فيؤثر في تتابع الأحماض الأمينية وبالتالي يؤدي إلى تصنيع بروتين مختلف تمامًا فيؤثر في تركيب الكائن الحي ووظيفته



**مرض فقر الدم المنجلي**  
مرض تسببه طفرة استبدال نيوكليوتيد (طفرة النقطة) في الجين المشفر للهيموجلوبين حيث يحدث استبدال قاعدة مفردة بالجين فيصبح جين طافروينتج بسبب ذلك إحلال الحمض الأميني فالين محل الحمض الأميني جلوتاميك





## الجينات والسرطان



فيلهلم رونتجن

اكتشف الأشعة السينية وكانت صورته  
الأولى ليد زوجته

### استخدام الأشعة السينية سلاح ذو حدين؟

الاضرار: اسراف معظم الأطباء في استخدام الأشعة السينية تُسبب حدوث الطفرات التي تؤدي إلى السرطان

الأهمية: الاستخدام المتأني للأشعة السينية يساعد على تشخيص السرطان وعلاجه / وفي الكشف عن عظام وأسنان الكائن الحي / وفي البحث الطبي

## الطفرات والضبط

### ملاحظات هامة

- تحدث الطفرة بشكل عشوائي ونتائجها غير متوقعة
- بعض الطفرات لا تؤثر أو تؤثر بدرجة بسيطة في وظيفة الكائنات الحية ،
- الطفرة مصدر التنوع الجيني الذي يحصل بهدف التكيف مع البيئة المتغيرة
- عندما تغير الطفرات الجينات التي تسيطر على نمو الخلايا وتخصصها قد تسبب سرطان

### أهمية الطفرات

مصدر التنوع الجيني الذي  
يحصل بهدف التكيف مع البيئة

## السرطان

هو مرض يُسبب نمواً غير طبيعي للخلايا .

### الخلايا السرطانية

- لا تتجاوب مع الإشارات الكيميائية والفيزيائية التي توقف انقسام الخلايا نتيجة لذلك تتكاثر الخلايا السرطانية بدون توقف محدثة كتلة من الخلايا تُسمى ورماً
- الخلايا السرطانية عندما تغزو الجهاز المناعي المسؤول عن تدميرها يبدأ ظهور المشاكل الصحية

### الخلايا السليمة

نموها وانقسامها يتم وفقاً لعملية مُنظمة للغاية  
يتم التحكم فيها بواسطة إشارات كيميائية  
وفيزيائية تمنع انقسام الخلايا أو تحفزها

VS

### ما النتائج المترتبة على :

- حدوث طفرات لشخص في الجينات التي تسيطر على نمو الخلايا وتخصصها ؟
- قد يصاب بالسرطان ويحدث له نمواً غير طبيعي للخلايا
- عدم تتجاوب الخلايا التي أصبحت سرطانية مع الإشارات التي توقف انقسام الخلايا
- تتكاثر الخلايا السرطانية بدون توقف بالجسم محدثة كتلة من الخلايا تُسمى ورماً



## الأورام

كتلة من الخلايا تنتج من تكاثر الخلايا السرطانية بدون توقف

### أنواع الأورام السرطانية

#### أورام خبيثة

- الورم الخبيث فيكون مضرًا جدًا
- الورم الخبيث وقادرًا على الانتشار في أنسجة أخرى ويتدخل في وظائفها .
- الورم الخبيث الخاصية الأكثر تدميرًا من وجوده هي أن خلاياه قادرة على التحرر من الورم والدخول في الأوعية الدموية واللمفاوية ، تنتقل إلى مواقع جديدة في الجسم محدثة أورامًا جديدة في هذه المواقع

#### أورام حميدة

- الورم الحميد لا يغزو الأنسجة المحيطة
- الورم الحميد يحدث عادة قليلًا من المشاكل
- الورم الحميد يمكن إزالته بالجراحة



#### الانبثاث

هو انتشار خلايا الأورام الخبيثة إلى مواقع بعيدة عن موقعها الأصلي

الميزة الوحيدة التي تشترك فيها جميع أنواع الأمراض السرطانية وهي أن الجينات المسؤولة عن إنتاج خلايا جديدة لا تتوقف عن العمل .

#### تختلف أسباب الإصابة بالسرطان

بعض الأمراض السرطانية سببها وراثي مثل السرطان الذي يُسبب أورام العين  
بعض الأمراض السرطانية سببها عوامل بيئية  
بعض الأمراض السرطانية سببها عوامل جينية وبيئية مجتمعة .

#### جينات عامل النمو

هي جينات تُشفر (ترجم) لبروتينات تُسمى عوامل النمو تؤدي دورًا في المساعدة على ضبط انقسام الخلية

أنا شخص سليم وأمتلك جين عامل النمو

#### عوامل النمو

بروتينات تؤدي دورًا في المساعدة على ضبط انقسام الخلية وتميزها يحمل شفرتها جين على ال DNA يسمى جين عامل النمو .





**جين الأورام**  
• هو الجين الذي يُسبب سرطنة الخلايا

أنا مريض سرطان حدثت طفرة  
لجين عامل النمو وأصبح جين ورم



**جينات الأورام في كروموسومات الإنسان**  
هو أشكال طافرة لجينات تُشَفَّر (تترجم) لبروتينات تُسمّى عوامل النموّ

**توجد ثلاث طرق لتغيير الجين السليم إلى جين مسبب للورم**

**3 تغيير موقع الجين**

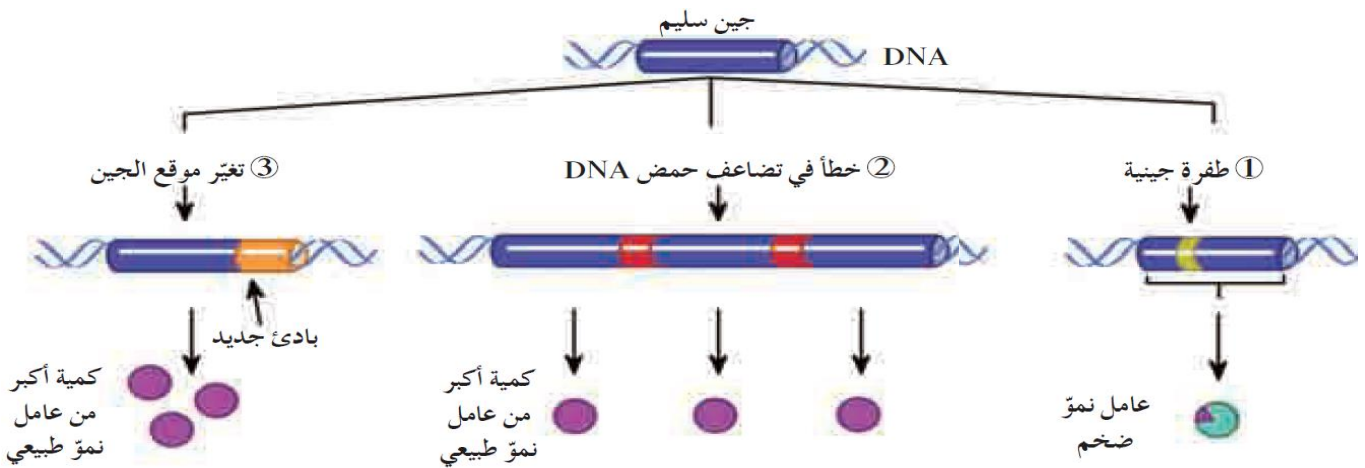
تغيير موقع الجين على الكروموسوم  
بفعل الانتقال في بعض الحالات  
يسيطر بادئ جديد على الجين  
المنتقل يسمح بتكرار نسخه ما يؤدي  
إلى إنتاج العديد من عوامل النموّ

**2 خطأ في تضاعف حمض DNA**

خطأ في تضاعف حمض DNA تنتج منه  
نسخ متعددة من جين عامل نمو مفرد (عادة  
يُنسخ جين واحد لإنتاج عامل النمو)، أما في  
هذه الحالة فتُنسخ جينات عديدة وتزداد  
كمية عامل النمو في الخلية تعمل الجينات  
المتضاعفة معاً كجينات مسببة للأورام

**1 طفرة جينية**

حدوث طفرة في جين عامل النمو قد  
تُسبب إنتاج كميات طبيعية من عامل  
النمو، ولكن قد يكون البروتين محووراً  
إلى عامل نمو ضخم فيسبب انقساماً  
خلوياً سريعاً وغير منضبط



**ملاحظة هامة**  
بعض جينات الاورام في الفيروسات مرتبطة ببعض انواع السرطان



اذكر السبب العلمي :

قدرة الأورام الخبيثة على الانتشار في أنسجة أخرى؟

لأن خلايا الورم الخبيث قادرة على التحرر من الورم والدخول في الأوعية الدموية واللمفاوية ، تنتقل إلى مواقع جديدة في الجسم مُحدثة أوراماً جديدة في هذه المواقع

قد تكون طفرة الانتقال سبب تحويل الجين السليم إلى جين ورم ؟

لأن طفرة الانتقال في بعض الحالات يترتب عليها سيطرة بادية جديد على الجين المنتقل (جين عامل النمو) فيسمح هذا البادية بتكرار نسخته الجين مما يؤدي إلى إنتاج العديد من عوامل النمو ويصبح جين ورم

أجب بنفسك

اذكر أهمية كلامن :

- جين عامل النمو
- عوامل النمو



أجب بنفسك

ماذا يحدث عند :

- تحرر خلايا الورم الخبيث من الورم والدخول في الأوعية الدموية واللمفاوية
- حدوث طفرة جينية في جين عامل النمو
- حدوث خطأ في تضاعف حمض DNA
- حدوث تغير موقع الجين على الكروموسوم بفعل الانتقال

### الجينات القائمة للأورام (مضاد جين الورم)

هي جينات مسؤولة عن منع نمو خلايا الأورام السرطانية ، وتعرف بمضاد جين الأورام

علل : الجينات القائمة للأورام وتعرف بمضاد جين الأورام ؟

لأنها مسؤولة عن منع نمو خلايا الأورام السرطانية

إذا حدثت طفرة في هذا الجين القائم للأورام

تؤدي إلى توقف عمل الجينات القائمة تكون النتيجة نمواً غير طبيعي وغير منضبط للخلايا ويحدث ورم



سرطان شبكية العين

يحدث بسبب طفرة في الجين القائم الواقع على الكروموسوم 13 وهي طفرة متنحية

سرطان شبكية العين  
تسببه طفرة متنحية

ملحوظة هامة

كل الأشخاص الذين يمتلكون جينا متنحياً واحداً على أحد الكروموسومات المتماثلة لديهم استعداد للإصابة بسرطان شبكية العين لأن سرطان شبكية العين تسببه طفرة متنحية



## أسباب الطفرات الجينية

**الطبيب اخبرني...!!** أن العوامل البيئية لها دوراً رئيسياً في تطوّر السرطان **كما أن** جسمي لديه الاستعداد للإصابة بنوع من السرطان ويجب علي ضبط الظروف البيئية لتجنب الإصابة به



**علل :** يمكن لهذا لشخص أن يقلص خطورة اصابته بالسرطان بضبط الظروف البيئية ؟  
لأن العوامل البيئية يمكن أن تسهم في تكوين الجينات الطافرة غير المرغوب فيها المسببة للسرطان

العامل المسرطن	العامل المتطفّر	
العامل الذي يُسبّب أو يساعد في حدوث السرطان	العامل في البيئة الذي يمكن أن يحدث طفرات في حمض DNA	<b>التعريف</b>
عليه القطران في السجائر / بعض العقاقير / موادّ كيميائية معينة في اللحوم المدخّنة / قطران الفحم وبعض أصباغ الشعر / بالإضافة إلى الفيروسات التي ارتبطت بالسرطان / وبعض أنواع الإشعاع كالأشعة فوق البنفسجية	بعض أشكال الإشعاع ،مثل النوع الذي ينطلق من الحوادث النووية وبعض أنواع المواد الكيميائية من مثل تلك الموجودة في منتجات التبغ	<b>أمثلة</b>

## طبقة الأوزون

هي طبقة في طبقات الجو العليا تحمي الناس من الأشعة فوق البنفسجية .

### سبب تدمير طبقة الأوزون

بعض الملوثات الكيميائية التي تُسمّى كلوروفلوروكربون (CFC) التي يكثر استخدامها في الأيروسولات وأجهزة التبريد . وأصدرت دول كثيرة قوانين لتحد استخدام هذه المادة .

### تأثير الأشعة فوق البنفسجية

تُسبّب الأشعة فوق البنفسجية طفرة في DNA وتغيّراً في رسالة حمض DNA التي تُورث للخلايا البنوية عندما تنقسم الخلية

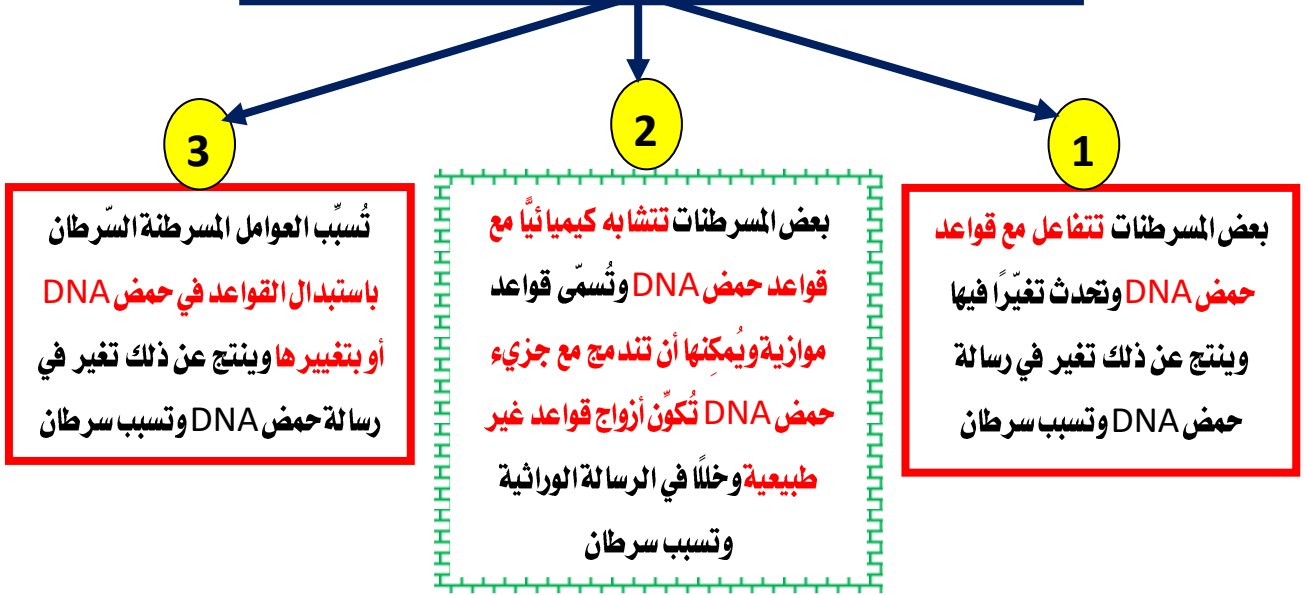
التعرّض للأشعة فوق البنفسجية

يسبب سرطان الجلد





كيف تُسبب العوامل المسرطنة السرطان (تغييراً رسالة حمض DNA)



القواعد موازية

هي مسرطنات تتشابه كيميائياً مع قواعد حمض DNA ويُمكنها أن تندمج مع جزيء حمض DNA تُكوّن أزواج قواعد غير طبيعية

علل : القواعد الموازية تحدث خلقاً في الرسالة الوراثية وتسبب السرطان ؟

لأنها تتشابه كيميائياً مع قواعد حمض DNA وتُسمى قواعد موازية ويُمكنها أن تندمج مع جزيء حمض DNA وتُكوّن أزواج قواعد غير طبيعية وخلقاً في الرسالة الوراثية وتسبب سرطان

ملاحظة هامة

- العوامل المطفرة والمسرطنة تحدث تغييرات في رسالة حمض DNA ثمّ عندما تنقسم الخلية تنتقل هذه الرسائل إلى الخلايا البنوية
- ترتبط قدرة المركبات الكيميائية على إحداث السرطان بقدرتها على إحداث الطفرات