El ciclo celular

Printed from https://www.cancerquest.org/es/biologia-del-cancer/el-ciclo-celular on 11/21/2026

Puede encontrar más información acerca de los temas que se tratan en esta página en mayoría de los textos introductorios de biología; nosotros recomendamos el libro Campbell Biology, 11ra edición.1

Contenido:

- Las fases del ciclo celular
- Replicación del ADN
- Mitosis
- Las fases de mitosis
- Mitosis: Anafase
- Mitosis: Telofase
- Resumen del ciclo celular

Las fases del ciclo celular

- Las fases **G1** y **G2** reciben su nombre de la palabra inglesa "gaps". Esto se refiere al hecho de que nada sobresaliente ocurre dentro del núcleo de la célula en estas etapas. Sin embargo, las células se encuentran bastante activas, ya que están en crecimiento y preparándose para la división.
- **S** se refiere a la síntesis. Esta es la fase en la que el ADN se replica.
- **M** se refiere a la mitosis, proceso en el cual la célula se divide.

La siguiente animación ilustra este proceso

Your browser does not support HTML5 embedded video.

Muchas medicinas del cáncer suelen interrumpir una o más fases del ciclo celular. Para poder entender mejor los defectos que se presentan en las células cancerígenas y los mecanismos de acción de las medicinas contra el cáncer que bloquean la división celular, examinaremos a más detalle todo el ciclo celular.

El ciclo celular: replicación del ADN

La replicación del ADN ocurre en la fase S del ciclo celular. Se realiza una copia precisa de cada cromosoma mediante un proceso que involucra un gran número de enzimas. En este proceso la doble cadena del ADN se deshace y cada cadena individual sirve como molde para la producción de la cadena complementaria. El resultado es la producción de dos copias idénticas del material genético. Este proceso se ilustra en la siguiente animación.

Your browser does not support HTML5 embedded video.

Los cromosomas replicados permanecen adheridos a su copia idéntica hasta los últimos momentos de la mitosis (anafase). Cuando se encuentran en parejas, es más fácil aislar y visualizarlos, por lo cual la imagen del cromosoma en 'x' es la que se conoce mejor. El proceso se ilustra en el siguiente esquema

x-shaped chromosome

Recuerde que la molécula en forma de X realmente está compuesta por dos copias de un cromosoma.

Existe la posibilidad de que ocurran errores durante la replicación que resulten en cambios en de la secuencia de nucleótidos en los cromosomas. Si estos cambios ocurren en genes, pueden alterar las funciones de la célula. Las células humanas han desarrollado varios mecanismos para corregir errores de este tipo, pero no son perfectos. Los errores en la replicación pueden provocar la producción de células con genes mutados. Eventualmente, la acumulación de mutaciones puede llevar al desarrollo del cáncer. Existen varios tipos de cáncer que están específicamente asociados con deficiencias en los procesos de reparación que normalmente operan durante la replicación del ADN. Los procesos por los cuales se generan las mutaciones se describen en la sección "Causas de las mutaciones".

Todas las células que se encuentran en división deben de pasar por el proceso de replicación del ADN. Ya que las células cancerígenas se dividen con rapidez, esta fase del ciclo celular es el enfoque de varios medicamentos quimioterapéuticos que se describen nuestra página "Tratamientos contra el cáncer". Por ejemplo, la doxorubicina, ciclofosamida, carboplatino, cisplatino, topotecán y etopósido.

Vista cercana a los cromosomas y genes

La mayor parte del ADN en las células se encuentra en el núcleo de la célula, en forma de cromosomas. Los humanos tienen 23 pares de cromosomas, 46 cromosomas en total. Cada padre contribuye 23 cromosomas a su hijo a través de sus gametos (óvulo o espermatozoide). Cada padre contribuye con una unidad de cada pareja de cromosomas. Cada cromosoma está compuesto de una sola pieza de ADN que contiene millones de nucleótidos unidos a varias proteínas diferentes. Los genes se encuentran esparcidos a lo largo de los cromosomas junto con grandes cantidades de ADN que no tienen funciones específicas.

Los genes siempre se encuentran en la misma ubicación dentro del cromosoma. Por ejemplo, si un gen que controla el color del ojo se ubica en el cromosoma 1 en un individuo, el mismo gen estaría en la misma posición cualquier otra persona. Por tener dos copias de cada cromosoma, también tenemos dos copias de cada gen. Esta relación se ilustra a seguir. El cromosoma marcado con el símbolo del hombre (la flecha) representa aquel que proviene del padre y el cromosoma marcado con el símbolo de mujer (la cruz) representa el cromosoma de la madre. No obstante, la *versión* del gen presente cada dos cromosoma no tiene que ser igual a la que existe en su pareja. Continuando con el ejemplo anterior, el gen del padre para el color del ojo puede causar la producción de ojos azules mientras la versión del gen de la madre puede causar la producción de ojos marrones. El color de ojo que se observa en el niño es resultado de la actividad de las dos copias del gen.

En la siguiente ilustración, las bandas de colores representan los genes. Para algunos genes, las versiones heredadas de los dos padres son iguales y para algunos son algo diferentes. Las diferentes versiones, o alelos, están indicadas por bandas de tonos distintos. El siguiente par de cromosomas representa dos versiones del MISMO cromosoma (i.e. 2 formas de cromosoma 1, 2, o 3, etc.) proviniendo de cada padre.

Mitosis

La parte del ciclo celular más conocida es la fase M o la mitosis. La mitosis es el proceso por el cual una sola célula se divide en dos células hijas. En las células normales, la división produce dos células con el mismo contenido genético que la célula madre. Como veremos después, las células cancerígenas no siempre siguen esta regla. La mitosis se puede dividir en subfases según los cambios visibles en las células, especialmente dentro del núcleo.

La primera etapa es la profase. En la profase, la envoltura nuclear se disuelve y los cromosomas se condensan para prepararse la división celular. Así como enrollar hilo en un carrete, la condensación de los cromosomas los hace más compactos y también facilita su distribución en las células hijas. También durante la profase, las fibras proteicas (fibras del huso acromático/huso mitótico) se forman y se extienden de una punta de la célula a la otra. Estas fibras le proveen la estructura que la célula en división necesita para empujar y halar los componentes celulares y formar dos células nuevas.

Las cadenas de proteínas que se extienden de un extremo al otro de la célula se llaman microtúbulos. Estas proteínas se juntan y se separan durante el proceso de la división celular. Los microtúbulos suelen ser el enfoque

de varios agentes quimioterapeúticos. El Taxol®, un químico derivado de un extracto del árbol del tejo, se une a los microtúbulos y no les permite desmontarse. Esto causa daños en el proceso de la mitosis y la muerte subsecuente de la células. Otra clase de fármacos quimioterapeúticos, representado por la vinblastina, tienen el efecto opuesto. Estos agentes no permiten la formación de las fibras del huso. Sin embargo, el resultado es el mismo, ya que la división celular se inhibe. Para saber más visite nuestra página acerca los tratamientos del cáncer.

Vista cercana a los cromosomas humanos

La siguiente imagen muestra los cromosomas de una célula humana. Este tipo de representación de todos los cromosomas se conoce como un cariotipo. Los cariotipos se suelen preparar para los tejidos fetales durante el embarazo con fines de detectar anormalidades en el ADN del niño por nacer. Los cromosomas de este cariotipo se han coloreado por medio de tintes fosforescentes. Tenga en cuenta que cada cromosoma tiene dos copias. La amplia variedad de tamaños de los cromosomas también es evidente. Los cromosomas se numeran de grandes a pequeños. El cromosoma 1 es el cromosoma más grande y los cromosomas más pequeños son los numerados 21 y 22. El cariotipo mostrado abajo es de un hombre y contiene un X y un cromosoma Y (más pequeño). El ADN, aún en los cromosomas más pequeños, contiene millones de pares de bases.



En muchas células de cáncer el número de cromosomas es irregular, con cantidades escasas o excesivas. Estos tipos de células son aneuploides. Más sobre la mutación y cáncer.

La imagen es cortesía de Applied Imaging, Santa Clara, CA.

Las fases de la mitosis

La célula debajo se encuentra en el principio de la profase, y los cromosomas condensados, con forma de X se encuentran visibles.



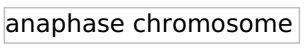
Cada uno de estos cromosomas contiene dos cadenas idénticas de ADN. Este ADN se duplicó previamente en la fase S, que se detallará en esta misma página.

En la siguiente fase de la mitosis (metafase), los cromosomas se alinean en medio de la célula (en la placa metafásica o ecuatorial) preparándose para ser divididos equitativamente en células hijas.

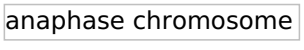


Mitosis: Anafase

Las mitades idénticas de los cromosomas migran hacia lados opuestos de la célula para producir dos nuevas células que son iguales a la célula madre. En las siguientes etapas, la anafase y la telofase, la célula finaliza la separación de los cromosomas y la división de la célula.



A continuación se muestran los cromosomas dentro de una célula epitelial en división de una rata canguro. Estos cromosomas se encuentran a los lados de la célula, indicando que se encuentra en anafase.



La imagen anterior fue usada con el permiso del dueño del copyright, Molecular Probes.

Mitosis: Telofase

telophase

La membrana nuclear se reconstruye durante la telofase, completando el proceso de la división celular. La siguiente ilustración resalta la naturaleza cíclica del proceso. La interfase es el tiempo que transcurre entre las divisiones celulares mientras la célula simplemente está haciendo su trabajo en el cuerpo, por lo cual es la etapa más larga.

El siguiente diagrams ilustra el proceso.

Your browser does not support HTML5 embedded video.

Resumen: El ciclo celular

Introducción

- A través del tiempo, muchas de las células que tenemos en el cuerpo envejecen, mueren por lo cual se deben reemplazar.
- El proceso por el cual una célula se reproduce para crear dos copias idénticas se llama mitosis.
- Las células formadas por la mitosis se llaman células hijas
- La división celular ocurre en cuatro etapas que forman el ciclo celular.
- Muchas de las características anormales de las células cancerígenas son producto de defectos genéticos que alteran la división celular.

Ciclo Celular

- El ciclo celular consta de cuatro etápas: G1,S,G2 y M.
- La G1 y la G2 son las fases "vacias" (donde la célula crece y se prepara para dividirse)
- La fase es S cuenta consiste en la replicación de los cromosomas
- La mitosis ocurre en la fase M y produce dos células hijas.
- La mayor parte de las células NO se mantienen en un estado de división continua, pues permanecen en la fase de descanso por largos periodos de tiempo (G).

Mitosis (fase M)

- La mitosis en células normales producen dos células con un código genético idéntico.
- La mitosis tiene 4 sub-fases:
    - Profase: Los cromosomas se condensan, la membrana nuclear se rompe y se forman las fibras del huso mitótico
    - Metafase: Los cromosomas replicados se alinean en la mitad de la célula
    - Anafase: Los cromosomas se separan y la célula se alarga
    - Telofase: Las membranas nucleares se hunden y la nueva membrana celular se forma para crear dos células independientes.

Síntesis de ADN (fase S)

- Los humanos tienen 46 cromosomas, 23 de cada padre.
- Cada cromosoma está compuesto por una sola pieza de ADN conteniendo millones de nucleótidos.
- Un par de cromosomas homólogos tiene los mismos genes pero puede tener diferentes versiones de esos genes.
- En varias células cancerígenas el número de cromosomas suele ser anormal. A esto se les llama aneuploidía.
- Cuando ocurren errores en la replicación del ADN se pueden producir mutaciones que pueden causar el desarrollo del cáncer.
- Las células tienen mecanismos para corregir cualquier falla en la replicación del ADN.
- Muchos agentes de la quimioterapia se centran en la fase S del ciclo celular.

1 Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2017). Campbell Biology (11th ed.). Pearson.