

tema 6. nucleo.

estructura..

El ciclo celular consta de una etapa de mitosis y de una etapa en la que se llevan a cabo síntesis y modificaciones (etapa interfásica: 90% del ciclo). en este periodo vamos a estudiar el nucleo. En esta fase se lleva a cabo la duplicación del adn y la transcripción de arn. en esta fase el nucleo tiene una apariencia regular, homogénea: es un nucleo en reposo.

morfología:

su forma varia con el tipo de célula. dentro del mismo tipo varia con el estado fisiológico. esta condicionada por la presión citoplasmática y la presión interna del nucleo y con la forma celular:

en células cúbicas y redondas (isodiamétricas) es redondo.

en células cilíndricas es ovalado.

en los endotelios aplanado.

en los leucocitos lobulado.

tamaño:

el tamaño varia con la célula, siendo constante dentro de un mismo tipo celular. varia entre 5 y 30 micras. existe relación entre el volumen citoplasmático y el volumen del nucleo en condiciones normales. en condiciones patológicas la relación se altera en favor del nucleo. la relación nucleocitoplasmática es:

$$V_{cn} = V_n / V_c - V_n$$

En tumores esta relación se dispara.

Localización:

se sitúa siempre en la zona de máxima actividad, en posición central en la mayoría de las células. También hay células, por ejemplo del páncreas, donde el nucleo está en posición basal, que es la zona donde se concentran los orgánulos y en la que hay una mayor actividad. esto también ocurre en los adipocitos del tejido conjuntivo, donde es periférico porque el resto del citoplasma está ocupado por una gran vacuola lipídica. en las células plasmáticas se encuentra en una posición excéntrica.

numero:

normalmente existe uno. también hay células con varios:

urotelio: en las células superficiales, grandes, es normal que existan dos nucleos.

en los hepatocitos es normal que haya dos.

en las células cartilaginosas suele haber dos.

en las células polinucleadas existen varios en condiciones normales:

osteoclastos (macrófagos del hueso).

tejido muscular esquelético.

estructura

se observa en células vivas, en el interior citoplasmático, como un corpusculo denso con granulaciones de distinta densidad en su interior. su composición se aprecia cuando está fijada y teñida, viéndose varios componentes:

delimitándolo del citoplasma: envoltura nuclear.

granulaciones más o menos densas: cromatina.

nucleolo.

jugo nuclear, carioplasma o nucleoplasma.

el jugo nuclear es una sustancia coloidal, semilíquida, sin estructura, que se dispone entre otros componentes y cuya naturaleza es proteica. no es un material sin más función que el relleno: sirve de citoesqueleto dando forma al núcleo y la cromatina y los cromosomas se fijan a ella (punto de anclaje).

envoltura nuclear.

está constituida por dos membranas parecidas a la membrana plasmática estructuralmente. desde el punto de vista químico son muy distintas. se distinguen:

membrana nuclear externa, en contacto directo con el citoplasma. a su membrana se encuentran adheridos ribosomas en número variable. se continúa con el r. e.

membrana nuclear interna, sin ribosomas, en contacto directo con el jugo nuclear. está adherida a su cara interna una red electrodensa de naturaleza proteica: la lámina fibrilar o nucleolar. esta bioquímicamente constituida por tres polipeptidos específicos o láminas que se adhieren a la membrana nuclear interna por uniones con proteínas específicas de esta membrana. cumple una importante función en la formación y organización de la envoltura nuclear tras la mitosis. tras la telofase, los polipeptidos tienden a agruparse favoreciendo la unión de la envoltura nuclear. las proteínas también sirven como punto de fijación a la cromatina para formar cromosomas.

se denomina espacio perinuclear al espacio que queda entre las dos membranas y que tiene un grosor variable.

el principal papel de la envoltura es el de actuar de límite entre el material del interior del núcleo y el material de fuera. la envoltura no es continua, ya que existen canales llamados poros nucleares cada cierto intervalo. los poros nucleares son importantes porque por ellos se produce el paso de material desde el núcleo al citoplasma y desde el citoplasma hasta el núcleo. el poro no solo está delimitado por la envoltura nuclear (las membranas se invaginan y unen para formarlo), sino que dentro de él existe una estructura de naturaleza proteica que condiciona el trasvase de material y que se denomina complejo del poro nuclear. está encajado en el canal y es una estructura octogonal con un granulo de naturaleza proteica situado en cada vertice. cada granulo se dispone hacia las caras citoplasmática y nuclear. En la porción central se sitúa otro granulo. este es una proteína que, condicionada por el material que puede pasar, puede modificar su estructura y abrir un canal. solo en determinadas condiciones ese granulo central (transportador) se abre. si las moléculas que pasan

son pequeñas pasan entre el granulo central y los granulos de los vertices. si son mas grandes interviene el transportador. solo ciertas proteinas pueden acceder al nucleo. el condicionante de esta entrada es una señal en la proteína que consiste en un conjunto de aminoácidos: señal de localización celular. desde el complejo del poro nuclear parten filamentos hacia el citoplasma y hacia el nucleo donde existen receptores de señales. cuando son reconocidas, las proteínas se adhieren al filamento y se produce un cambio conformacional en el transportador, pasando la proteína por el canal acuoso. el complejo del poro se prolonga en parte en dirección citoplasmática y nuclear. las proyecciones al citoplasma se denominan manguitos citoplasmáticos del complejo del poro y las proyecciones al nucleo, manguitos intercromatinicos.

cromatina.

corresponde a la manifestación estructural de los cromosomas en el periodo interfásico. en la fase de mitosis, los cromosomas se pueden ver. en la interfase, el material se extiende y despliega para dar la cromatina. esta compuesta por adn y proteínas de dos tipos:

tipo histona

tipo no histona.

la cromatina tiene un aspecto mas o menos granular, visible, basófilo... es de dos tipos:

cromatina difusa o eucromatina.

cromatina condensada o heterocromatina.

eucromatina:

tiene poca apetencia por los colorantes básicos y tiñe mal con los colorantes normales. es difícil de visualizar. representa porciones extendidas de cromatina: se van a transcribir.

heterocromatina:

son porciones de cromatina condensadas. tienen una transcripción prácticamente nula. podemos verla porque tiñe intensamente de color azul. su disposición es variable. en las células de hembras de mamíferos aparece un tipo de heterocromatina que equivale al cromosoma x condensado: corpúsculo de badss. una anomalía es que existan dos cromosomas x y uno y en el macho: entonces tiene un corpúsculo de badss.

la cromatina va a estar dispuesta en unidades llamadas nucleosomas. son la unidad básica de empaquetamiento. un nucleosoma está formado por una unidad central de naturaleza proteica constituida por ocho histonas y por una hebra de adn en torno a la unidad proteica, a la que da unas dos vueltas. los nucleosomas están separados por porciones de adn espaciador. se puede transcribir información. los nucleosomas tienden a agruparse por acción de la histona h1, que une varios nucleosomas próximos para dar un mayor grado de empaquetamiento. esta estructura es la fibra cromatinica y hace imposible la transcripción.

cromosomas.

la cromatina se encuentra descondensada durante la vida normal celular. cuando la célula entra en división, aparece formando unas estructuras filamentosas muy basófilas: los cromosomas. vamos a estudiar su estructura durante la metafase, que es la fase en que mejor se ven, ya que la cromatina está en su grado máximo de condensación.

un cromosoma está formado por dos brazos iguales, simétricos que se denominan cromátidas. estas se unen en

una zona en la que el cromosoma se estrecha: constricción primaria o centromero. en el se encuentran unas estructuras globulares a cada lado: cinetocoros, que son discos proteicos donde se anclan los microtubulos del huso mitotico. a cada parte de la cromatida que se encuentra a un lado del centromero se la llama brazo. en algunos cromosomas existe ademas otro estrechamiento o constricción secundaria. los fragmentos que originan se denominan satelites.. estos no suelen cambiar de direccion. la constricción secundaria se corresponde con los fragmentos organizadores del nucleolo, es decir, con el adn responsable de la organizacion del nucleolo. el extremo final del cromosoma o telomero tiene forma redondeada. cada telomero tiene una secuencia de bases indispensable para la vida celular porque controla el numero de veces que una celula puede dividirse.

tamaño:

es muy variable segun el cromosoma y la especie. se mantiene constante el tamaño de cada par de cromosomas homologos.

morfologia:

varia dependiendo del cromosoma. la principal variacion esta regulada por la posicion del centromero:

metacentrico: el centromero aparece situado en el centro del cromosoma. los brazos son iguales.

submetacentrico: los brazos son distintos: el centromero se encuentra entre el punto medio y un extremo.

acrocentrico: el centromero esta muy cercano a un extremo.

telocentrico: el centromero se situa en un extremo, no existiendo los brazos.

la estructura es distinta durante la mitosis:

en la profase (ya se ha duplicado el adn) cada cromosoma esta formado por dos filamentos de adn iguales y que se estan comenzando a condensar. cada uno es un cromonema. en cada cromonema hay distinto grado de condensacion. las porciones mas abultadas y condensadas son los cromomeros y tienen una posicion mas o menos constante para cada cromosoma. los espacios entre ellos son los intercromomeros.

nucleolo.

es la zona mas condensada en la interfase dentro del nucleo.

morfologia:

es una estructura redondeada que hace prominencia en el nucleo y que se tiñe mucho mas. normalmente se situa en el nucleoplasma, aunque en algunas celulas aparece asociado o cerca de la envoltura nuclear. en las celulas especializadas en la sintesis proteica es mas prominente, y en las que tienen poca produccion es poco visible.

composicion:

arn y proteinas.

funcion:

sintesis de arn mensajero para la sintesis de proteinas, especialmente las que van a formar los ribosomas. la

síntesis se realiza en dos fases:

transcripción nucleolar: se comienza a formar arn ribonucleico por transcripción del adn. al microscopio electrónico se observa una estructura en pluma de ave, en la que el raquis sería el adn y las fibrillas las moléculas de arn que se van formando. en el nexo de unión hay arn polimerasa.

maduración y procesamiento del arn ribonucleico. este se sintetiza en moléculas de 45s. después se va a dividir en porciones más pequeñas y a combinar con proteínas para dar arn de 18s (subunidad menor), de 28s y 5'85s (subunidad mayor). después los fragmentos de arn salen del núcleo, se unen a proteínas y forman el ribosoma.

numero:

varía de 1 a 4. muchas de las células que presentan cuatro nucleolos suelen acabar fusionándolos para formar uno solo.

tamaño:

entre 1 y 4 micras.

estructura:

parecida a la de una esponja, con cavidades separadas por tabiques. tiene dos partes:

amorfa

densa

la primera corresponde con espacios de muy baja densidad que apenas se tiñen. coinciden con el nucleoplasma.

la parte densa serían los tabiques. aquí se diferencian:

parte granular.

parte fibrilar.

centro fibrilar.

la parte granular está formada por acumulo de granulos de 12–15 nanómetros de diámetro, formados por proteínas y ribonucleoproteínas. serían partículas precursoras de los ribosomas. el que un nucleolo sea mayor que otro depende de esta parte.

la parte fibrilar es más densa. está formada por fibrillas de 8–10 nm muy ricas en ribonucleoproteínas. esta es la zona donde se produce la transcripción del arn.

en algunas células se diferencia el centro fibrilar. está formado por fibrillas bastante condensadas. no se conoce bien su función: se piensa que son reservas proteicas.

estas partes aparecen entremezcladas normalmente. en los hepatocitos, en la superficie del nucleolo aparecen más granulos que fibras.

el nucleolo no está rodeado por membrana. en ocasiones se suele ver cercano y rodeando al nucleolo cromatina. esta es heterocromatina. su aspecto no es constante a lo largo de todo el ciclo celular. cuando la célula se acerca a la mitosis disminuye su tamaño hasta que desaparece. durante la fase de mitosis no se forman ribosomas. tras la mitosis aparecen varios pequeños nucleolos: nucleolos primarios, que acaban fusionándose en un único nucleolo. comienzan a aparecer asociados a la región del organizador nucleolar.

nota: en el núcleo se producen los distintos tipos de arn y se regulan las funciones metabólicas de la célula. esto es imprescindible para la vida.