3.12. LA COMUNICACIÓN INTRACELULAR

Una característica importante en los seres vivos es el cambio de sustancias, energía e información con el medio. El intercambio de información, se lleva acabo de señales que reciben o emiten las células y que les permiten reaccionar o responder a cambios del medio que las rodea, un organismo eucariota unicelular no tan complejo como es la levadura (saccharomyces cereviciae) , que lleva una vida relativamente independiente, se comunica con otras levaduras que a través de varios péptidos que liberan al espacio extracelular, lo que permite el apareamiento en un momento determinado de estas células en un organismo multicelular como el ser humano, la comunicación intercelular es imprescindible, por que las celilas que forman los distintos órganos y tejidos, generalmente bien diferenciadas y con funciones muy especializadas tienen que estar muy coordinadas para que el organismo funcione con un gran nivel de integración y armonía. Naturalmente en este caso, la gran complejidad, las células intercambian cientos de señales a diferencia de lo que ocurre con las levaduras.

El intercambio que ocurre entre las células y el medio es por tanto una necesidad de todos los organismos vivos, desde los procariotas más simples hasta los eucariotas unicelulares y multicelulares, las señales que reciben pueden ser estas:

* Inducir cambios metabólicos
* Modificar la expresión de algunos genes
* Alargar la vida o provocar la muerte
* Generar nuevas señales para otras células
* Influir en gran medida en su diferenciación, migración y desarrollo

PRINCIPIOS GENERALES DE LA COMUNICACIÓN INTERCELULAR

De manera general, todo el proceso de comunicación intercelular se podrá distinguir con distintas variantes, los siguientes elementos o componentes:

Lo primero que tiene que ocurrir es que exista un emisor en este caso la célula, capaz de generar una señal que viaje por un medio como el liquido intersticial o la sangre (liquido extracelular) hasta la célula receptora. Las señales o mensajes son siempre de naturaleza química o física y avece se combinan ambas como en el caso de las células nerviosas, donde viaja una señal eléctrica a través del axón y al llegar a la terminal presinaptica esta señal da lugar a la liberación de un neurotransmisor químico que actúa sobre la célula postsinaptica.

También desde luego pudiera tratarse de una señal proveniente del medio ambiente como las ondas luminosas que inciden sobre los conos y bastones (células fotoreceptoras) de la retina, o una señal química que afecta a las células del bulbo olfatorio, pero se consideran fundamentales las señales emitidas por otras células.

Una señal química por ejemplo, sale de la célula emisora por exocitosis o por difusión simple o facilitada y debe después viajar una mayor o menor distancia a través de un medio, el líquido extracelular. También puede ocurrir la comunicación a corta distancia, donde la señal debe viajar una corta distancia o pudiera considerarse la que se realiza por contacto directo entre células, como la que tiene lugar una célula presentadora de antígeno y un linfocito T, o las señal químicas como el Ca2, que se transmite por las uniones de hendidura (conocidas en el idioma ingles como gap junction) entre una célula y otra; estas señales que se transmiten en contacto directo con otras células son muy importantes durante el desarrollo embrionario y en la respuesta inmune. Debe tenerse en cuenta de que estas transmisiones de señales por contacto directo entre las células son importantes proteínas localizadas en la membrana plasmática que, conocidas como moléculas de adhesión celular (CAM por sus siglas en ingles), permiten a las células establecer contacto con las células vecinas o con el material extracelular.

Entre las señales químicas que emiten las células y que pueden clasificarse en base a su naturaleza química en hidrofilicas e hidrofobicas se encuentran aminoácidos, péptidos, proteínas, nucleótidos y esteroides, ácidos grasos, acido retinoico e incluso gases como el monoxico de carbono(CO) y el oxido nítrico (NO). Generalmente las señales químicas actúan en muy pequeñas concentraciones en el orden de 10-8 moles/L, aunque algunas como los neurotransmisores, la acetilcolina entre estas sustancias, puede encontrarse a consentracio0nes mas elevadas en el espacio simaptico.

Las señales químicas deber recorrer una mayor distancia a través del medio que separa las células, es decir cuando se establece una comunicación a distancia esta a su vez se divide en tres tipos: autocrinas, paracrinas y telecrinas (estas ultimas llamadas con frecuencia endocrinas) en el esquema que sigue (fig.1.133) se muestran las características de cada una de ellas. Las señales autocrinas, son captadas por receptores de la misma célula que lo genero como células vecinas del mismo tipo, y son importantes por ejemplo en células que se están diferenciando y particularmente importantes en las células tumorales; muchos factores de crecimiento actúan de este modo. Las paracrinas que actúan como mediadores locales y actúan sobre células vecinas, aunque pueden ser de diferente tipo celular, son más efectivas cuando son generadas por varias células vecinas a la vez. Con respecto a las telecrinas se encuentran múltiplos ejemplos en el sistema endocrino, ya sea en el modo de actuar de la insulina o de las hormonas tiroideas, o las hormonas sexuales androgenas, estrógenos entre otras. Existen algunas sustancias como la adrenalina que pueden actuar como un mediador local (señal paracrina) en la comunicación sináptica y actuar como una hormona sobre una célula diana distante(telecrina endocrina).

También se pudiera considerar comunicación a distancia la que se produce entre una célula nerviosa y otra pues primero, como se menciono anteriormente, debe viajar una señal eléctrica una distancia relativamente grande y luego en la sinapsis una señal química, aunque una distancia corta sea esta ultima.

Independientemente de la células que la genero, la señal debe de alcanzar su célula diana, que tiene en la membrana o en su interior proteínas especializadas denominadas receptores para captar esa señal. El mensajero químico denominado con frecuencia ligando, se une al receptor de manera muy especifica y con gran afinidad, pero durante un corto tiempo, en un proceso de reconocimiento molecular, al cabo de algún tiempo la señal se separa del receptor o bien por dilución o por algún otro mecanismo que inactive o degrade la señal, terminándose naturalmente la respuesta celular.

Los receptores que se encuentran en la membrana plasmática son generalmente proteínas integrales que presentan de forma general tras dominio: un dominio extracelular, donde se encuentra el sitio de unión al ligando (señal hodrofilica), un dominio transmembranal, y un dominio intracelular.

Cuando la señal se une a su receptor, este sufre cambios conformacionales que se transmiten al interior celular y por medio de otras señales intermedias intracelulares también denominados segundos mensajeros (AMPc, GMPc, Ca2, inositol3P, diacilglicerol) o a través de una cascada de enzimas, se desencadena una respuesta del efector, el cual generalmente se trata de una enzima que modifica su expresión, al mecanismo por el cual la señal externa se la transmite al interior del a célula se la conoce como mecanismo de transducción y en este proceso de transducción, las señales en general sufren un proceso de gran amplificación.

Por el contrario, cuando una señal química de naturaleza hidrofobica llega a la célula diana, atraviesa la membrana por duficio0n simple e interactúa con un receptor intracelular localizado en el citoplasma o en el núcleo, también es producen en esta caso cambios conformacionales del receptor, pero aquí casi siempre el efector esta relacionado con la transcripción de determinados genes, con lo cual aumenta o disminuye la concentración de determinadas proteínas intracelulares.

Las señales que tienen sus receptores intracelulares producen cambios a largo plazo mientras que las señales que tienen los receptores en la membrana plasmática tienden a producir efectos de mayor duración. Esto se debe a que la respuesta celular, si se trata de cambios en la actividad de una enzima puede ser rápida, pero si se trata de la expresión de genes, puede requerir horas.

Existe una excepción importante en señales hidrofobicas que tienen receptores en la membrana plasmática: las hormonas eicosanoides, que son derivadas del acido graso araquidonico (C20:5, 8, 11, 14), y que incluyen prostaglandinas, los leucotrienos, las prostaciclinas y los tromboxanos. Hay diferentes prostaglandinas descubiertas en la actualidad que pertenecen a clases diferentes, desde las clases A hasta la I. son producido en muchas formas las del organismo y degradadas por enzimas del liquido extracelular. Muchas hormonas de este tipo actúan de forma autocrina y paracrina y modulando efectos de otras hormonas. Algunas provocan la contracción del musula por ejemplo el útero durante el parto y otras provocan la agregación plaqueta.

Ahora bien, una célula aunque reciba la misma señal y tenga el mismo tipo de receptores para esa señal puede sin embargo emitir una respuesta diferente que dependerá se su especialización. Así en el hígado, el glucagon produce el incremento de la degradación del glucógeno (glucogenolisis), mientras que en el tejido adiposo el incremento que se presenta es la degradación de triacilgliceridos (lipolisis). Otro ejemplo de estos lo constituya la hormona adrenalina producida por la medula suprarrenal, que al unirse a un? Receptor en la célula hepática produce la liberación de glucosa a la sangre, pero cuando se une a este mismo tipo de receptor al tejido adiposo da lugar a la liberación de ácidos grasos en ese tejido; si se une a un Beta receptor del muscula cardiaco, aumenta la fuerza de contracción del corazón y si lo hace en las células musculares lisas del intestino produce relajación. Solamente tiene pequeñas diferencias estructurales todos estos receptores? Pero la respuesta es evidente que muy diferente fundamentalmente a que la maquinaria metabólica de esas células es diferente, y esto a su vez depende de la expansión de determinados genes en cada célula.

Por otra parte, se puede afirmar que si una célula no tiene receptores de una determinada señal. No emitirá ninguna respuesta. Es obvio que en un organismo multicelular, cada célula es sometido a cientos de señales y debe responder por lo tanto a una combinación de estas. Una combinación particular de señales dan una respuesta celular, y con otra combinación de señales la respuesta es diferente. También se afirma por numerosas evidencias científicas, que en los diferentes organismos multicelulares y complejos del ser humano, son muchas mas las señales que los mecanismos de transducción hasta ahora conocido y lógicamente varias señales pueden utilizar el mismo mecanismo de transducción.

Aunque muchas señales químicas, ya sean hidrofilicas o hidrofobicas, deben unirse a receptores, ya sean de membranas o extracelulares respectivamente, existen sin embargo algunas señales químicas que no requieren receptores para su acción, como el caso del NO (oxido nítrico) que difunde fácilmente a través de la membrana plasmática y una vez en el interior de la célula diana, regula directamente la función de una enzima en particular, la guandilciclasa, la cual tiene como producto el GMPc es degradado por una fosfodiesterasa. Curiosamente la droga Viagra empleada en el tratamiento de la disfunción sexual masculina (impotencia) en inhibidora de esta ultima enzima.

El NO es producido como señal en varios tejidos por una enzima denominada NO sintetiza que disemina al aminoácido arginina. Se conoce bien por ejemplo que es producido por las células endoteliales al ser estimuladas por la acetilcolina y difunde entonces a las células musculares lisas ocasionando el efecto final de relajación en aquellas células. El efecto del NO sobre los vasos sanguíneos ha permitido explicar el mecanismo de acción de la nitroglicerina, un fármaco usado hace mas de 100 años en el tratamiento de la angina de pecho; al convertirse la nitroglicerina en NO, se relajan los vasos sanguíneos en el musculo cardiaco y mejora el suministra de oxigeno a este órgano. También las células nerviosas se comunican con sus vecinas a través del NO, y este mediador local, que tiene una vida de 5 a 10 segundos solamente, lo generan los macrofilos y los neutrofilos.

Por ultimo es conveniente destacar a los principales generales d la comunicación celular, que en los organismos multicelulares, que son sistemas autorregulados, la respuesta de la célula receptora es detectada por la emisora y eso influye de alguna manera en la relación de nuevas señales.

RECEPTORES Y MECANIZMOS DE TRANSDUCCION

Los receptores se pueden agrupar p clasificar en las siguientes categorías:

¡Receptores de membrana plasmática

1 Receptores que son canales iónicos

2 receptores asociados a proteína G

3 receptores con actividad enzimática intrínseca

4 receptores que se asocian a enzimas

5 receptores vinculados a procesos de endositosis

¡¡Receptores intracelulares

1 Citoplasmáticos

2 intranucleares

Con respecto a los receptores de membrana, el quinto grupo, esta mas relacionado con procesos de transporte de sustancias, en particular con el mecanismo de la endicitosis, y ay fueron tratados en el capitulo de Funciones Generales de la Membrana, por otro lado con respecto a lo ya relacionado con la comunicación entre las células, ya se manciono un ejemplo en ese mismo capítulo, al describir la estructura de los canales iónicos en las neuronas postsinaptica, que se abren o cierran en dependencia de que se encuentren unidos o no con el neurotransmisor acetilcolina.

En la figura 3.134 se muestra de manera esquemática la disposición de la membrana plasmática de los receptores asociados a la proteína G, los cuales son variados y están constituidos por proteínas que tienen 7 hélices transmembranales.

Al unirse la señal de naturaleza hidrofilica a este tipo de receptor, con la que pudiera ser la hormona Glucagón que es secretada por las células alfa de los islotes de Langerhans del páncreas, o la adrenalina secretada por la glándula suprarrenal, se produce un cambio conformacional en el receptor que se transmite luego a la proteína G. La proteína G de la cual Hay varios tipos, algunas activadoras (Gs) y otras inhabilitadoras (Gi) es un trímero formado por subíndices diferentes, alfa, beta y gamma.

La sub unidad alfa se une al GTP (de ahí el nombre de proteína G). Cuando el receptor experimenta el cambio conformacional como consecuencia de su unión con la molécula señal, le proteína G se separa de la parte interna del receptor, se fragmenta en alfa y beta-gamma y la subunidad alfa unida al GTP se dirige a activar enzimas de la membrana , en algunos casos la adenilsiclasa (cuando se trata de glucagon y adrenalina) y en otros fosfolipasa C o también la guanidilciclasa.

Se ha calculado que la unión de una molécula de glucagon a su receptor es capaz de activar por lo menos a 100 proteínas G, comenzando así la amplificación d señal. Esto es posible por que tanto el receptor como la proteína G, experimentan gran movilidad o difusión lateral en la membrana, debido a la fluidez de la estructura.

La actividad GTPasica de la subunidad alfa hidrolizada entonces el GTP, y en un lapso de segundos o minotis finaliza la acción de la proteína G. Si la enzima que se activa es la adenilciclasa, esta enzima cataliza entonces la siguiente reacción:

ATP-AMPc+PP

Y el AMPc por otra parte es un activador alosterico de la proteína quinasa A la cual fosforila varios residuos de cerina en otras enzimas y proteínas no enzimáticas por modificación covalente, cambiando la actividad de enzimas importantes del metabolismo, ya se incrementando esa actividad o disminuyéndola. También esta enzima, la proteína Quinasa A puede promover la forforilacion de factores de transcripción, afectando la velocidad de transcripción de algunos genes. Varia quinasas, dispuestas en forma de cascada enzimática pueden continuar el proceso d señalización, obteniéndose un alto grado de amplificación de la señal o mensaje original.

Conjuntamente con las enzimas quinasas se encuentran en el interior de la célula un grupo de enzimas llamadas fosfatasas, que al eliminar grupos fosfatos de las proteínas fosforiladas, determinan el cese de la activación o inhibición ocasionado por las quinasas, según sea el caso.

Si se trata de la hormona glicagon ya mencionada, a través de una cascada enzimática se favorece mediante la fosforilacion la actividad de una enzima final denominada glucógeno fosforilasa, que pasa a su forma mas activa y lleva a cabo de manera mas rápida la degradación del polisacárido glucógeno.

De manera paralela, la fosforilacion por la proteína quinasa A inhibe una enzima de la síntesis de este polisacárido, la glucógeno sintetasa. El efecto resultante en respuesta de células del hígado es entonces promover la degradación del glucógeno, primero hasta glucosa 1-P, convirtiéndose después esta biomolecula en la biomolecula por medio de isomería en glucosa 6-P, y otra enzima la glucosa 6-fosftasa separa el grupo fosfato y libera el monosacárido a la sangre para ser utilizado por diversos tejidos, pero de manera muy importante para el tejido nervioso.

La hormona insulina actuando atreves de otro mecanismo, estimulen las células hepáticas a varias fosfatasas intracelulares, favoreciendo la conversión d la glucógeno sintetasa en su forma desfosforilada o mas activa y de la glucógeno fosforilasa o menos activa, con lo cual se favorece el almacenamiento de glucógeno en las células hapaticas.

En la figura 3.138 se muestra de manera esquematica otro tipo de receptores que se unen a ligandos hidrofilicos como la hormona insulina, el factor de crecimiento epidérmico, el factor del crecimiento nervioso, el factor de crecimiento derivado de plaquetas y a otras señales. Todos los receptores de este tipo tienen una estructura muy similar, aunque no se debe olvidar que varia uno de ellos une de manera muy específica su señal. Estos receptores tienen actividad enzimática intrínseca; el dominio intracelular tiene actividad tirosina quinasa. Cuando el ligando se une al dominio extracelular se modifica la conformación de este dominio externo, y el receptor se dimerisa con otro homologo de la membrana, excepto en el caso del receptor de la insulina que ya esta dimerisado; este cambio se transmite al interior a través de la región transmembranal, con lo que se activa el dominio intracelular con actividad de tirosina quinasa; el receptor se autofosforila y comienza a fosforilar residuos de tirosina en proteína intracelulares. En varios mecanismos de transducción, relacionados con estos receptores tirosina quinasa, son necesario también proteínas adaptadoras como GRB Sos e interviene una proteína Ras, como similitud estructural y funcional de la sub unidad? De la proteína G pero mas pequeña (casi la mitad de la proteína G). Ras es una proteína también capaz de hidrolizar el GTP unidad de esta y se produce a continuación la activación de otras enzimas, como es ejemplo la vía de las MAP (mitogen activated proteins) quinasas, que conlleva a la fosforilacion de proteínas efectoras finales, algunas de las cuales pueden modificar la expresión de genes (figs. 3.139 y 3.140). En el caso del factor de crecimiento epidérmico, se produce un incremento de la proliferación celular en el tejido epitelial. En algunas formas de cáncer se han encontrado alterados algunos de estos receptores, particularmente relacionados con factores del crecimiento.

Aquí también siempre que se producen estas modificaciones covalentes de proteínas por fosforilacion, al cabo de cierto tiempo se eliminan esos grupos fosfatos por medio de fosfatasas , interrumpiéndose así la vía de señalización de la respuesta final, desde luego hasta que lleguen nuevas señales a esas célula.

En el caso de los receptores que se asocian a encimas se encuentran por ejemplo, los receptores para el interferon?. Los interferones son proteínas especiales cuya función esta relacionada con la defensa contra la infección de virus. Los receptores para el interferon? Se asocian a enzimas que tienen activias tirosinaquinasa y se esa manera se transmite la señal al interior de la célula

RECEPTORES INTRACELULARES

Las señales de naturaleza hidrofobica, que viajan en el plasma o en el líquido extracelular en general unidas a proteínas transportadoras, cuando llega a la calila diana difunden directamente a través de la membrana plasmática, se unen a proteínas receptoras intracelulares. Estas señales incluyen a las hormonas esteroides, las hormonas tiroides, el acido retinoico (derivado de la vitamina A) y la vitamina D. Aunque difieren de forma importante todas estas sustancias en su estructura química y la respuesta células a que dan para todas ellas actúan por el mismo mecanismo. Al unirse el ligando al receptor ya sea localizado en el citoplasma o en el núcleo , ocurre un cambio de conformación en el receptor, este se activa y se une al ADN para regular la transcripción de genes específicos. Una característica de estas señales hidrofobicas es que permanecen en el plasma o en los fluidos que rodean a la célula por mucho las tiempo que la shidrofilicas, y esa es una de las razones por la que sus efectos son de mayor duración , además de que la transcripción de genes y es definitiva su expresión es un efecto mas lento con efectos mas prolongados que la activación de una enzima.

Generalmente los receptores en el estado inactivo están unidos a una proteína, la cual es desplazada al unirse al ligando . El receptor para el cortisol utiliza hormonas esteroides, se encuentra localizado en el citoplasma, los receptores para las hormonas tiroideas están localizados en el núcleo. Generalmente la respuesta en la transcripción de genes se produce de manera escalonada ; primero de transcriben unos genes de respuesta primaria y los productos de estos genes provocan la expansión de otros de respuesta secundaria .

Las respuestas o efectos finales a estas señales son diferentes en diferentes tejidos, primero porque cada célula de un tejido solo responde si tiene receptores para esa seña y es segundo porque los genes que se expresan son diferentes.

En la figura 3.142 se muestra esquemáticamente un receptor citoplasmático, que al activarse actúa como se ha mencionado, regulando la transcripción de algunos genes.

3.13 MODELOS CELULARES

En el organismo humano existen millones de células que se pueden agrupar teniendo en cuenta las características morfológicas y funcionales que las asemejas, por lo que con fines didácticos de han creado modelos celulares hipotéticos para hacer mas fácil su estudio.

Al analizar las características de la célula, se estudiaron todos los organelos que pueden estar presentes en ella. También se explico que durante la diferenciación la célula adquiere características morfológicas que la distinguen y que le permiten realizar con mayor eficiencia una función determinada. En este caso la célula presenta desarrollados organelos que le permiten realizar esa función específica y no otra. Esto la diferencia de otros tipos celulares que tendrían otros tipos de organelos. Como en el organismo muchos tipos de células realizan funciones iguales, si se utilizan los modelos celulares como algoritmos de aprendizaje será mas fácil el estudio y el conocimiento seria mas duradero.

Dos células pueden estar ubicadas en diferentes órganos del cuerpo y producir ambas una sustancia con igual naturaleza química por ejemplo, un proteína, sin embargo, una de ellas tiene la función reproducir un enzima mientras que la otra elabora una fibra de la matriz extracelular. Las características morfológicas en cuanto a forma y tamaño pueden diferir, sin embargo, sus características subnucleares son idénticas, es decir: para el desarrollo del retículo endoplasmatico rugoso, abindantes mitocondias, aparato de golgi prominente, etc. Se puede entonces inferir que todas la células que realizan esta función tiene estas características y a la inversa.de este modo el organismo pose diferentes tipos de células que pueden se estudiadas utilizando modelos, como: célula indiferenciada, secretora, abortiva, fagocitica y contráctil.

MODELO DE CELULA SECRETORA

Una gran cantidad de células en el organismo cumplen la función de producir y secretar macromoléculas, y por tanto tienen organelos que les permiten realizar esta función. La forma en que las macromoléculas son secretadas depende de la disposición de la célula en los tejidos (epitelial, conjuntivo, etc.) lo cual condiciona la ubicación de los organelos en el citoplasma.

Las células epiteliales, como se va posteriormente, presentan polaridad con relación a las estructuras subcelulares. Es este tipo de celulada secreción se vierte, en la mayoría de los casos, por la superficie apicar, aunque en algunos casos la secreción tiene lugar en la superficie basal. De este modo las células epiteliales secretoras están polarizadas y presentan tres superficies de relación:

* Libre o apical
* Lateral o de contacto con las células vecinas
* Basal

La polarización se refiere a la ubicación de los organelos en el citoplasma, ya sea en la región basal o apical, para hacer más eficiente el proceso de síntesis y secreción de macromoléculas.

Otras células secretoras de origen mesenquimatoso no presentan esta organización porque las separa la matriz extracelular, y las secreciones en la mayoría de los casos están encaminadas a aportar proteínas y glúcido s a este componente tisular.

Las células pueden secretar:

1 proteínas

Enzimas

Hormonas

2 Glicoproteínas

3 musina

4 Hormonas esteroides

Modelo celular secretora de proteínas

Estas células vistas al M/O poseen basofilia localizada. En células polarizadas, como la célula acinares pancreáticas, la basofilia se dispone hacia la posición basal, y en la zona apical el citoplasma es acidofilo por la presencia de los gránulos del cimógeno que contienen la proteína elaborada. El núcleo es de cromatina laxa o eucromatico, poniendo de manifiesto una intensa actividad en la síntesis de proteínas. Poseen además uno o dos nucléolos prominentes, con cual demuestra una intensa formación de subunidades ribosomales.

Si se observa al M/E se puede apreciar un intenso desarrollo del retículo endoplasmatico rugoso que, como ya fue visto, participa en la síntesis de proteínas exportables o de la secreción. En las células polarizadas el RER se localiza en la región basal de la célula. El aparato de Golgi esta bien desarrollado y supranuclear en las células polarizadas. Por ultimo, otra característica relevante de este modelo es que pose numerosas mitocondrias, lo cual se comprende si se recuerda que en la síntesis de proteínas se necesita gran cantidad de energía en forma de ATP producido por el organelo.

Modelo de célula secretora glicoproteínas

Este modelo celular es muy similar al anterior, la diferencia es que estas células son PAS+ cuando se colorea con la técnica histoquímica de PASque es especifica para carbohidratos . Además el aparato de golgi mas desarrollado que en las sintetizadoras proteicas. Ejemplos de estas células son epiteliales del folículo tiroideo y las células gonadotroficas de la hadenohipofisis.

Modelo de la célula secretora de musina

Este tipo de célula es abundante en los sistemas respiratorio y digestivo. La secreción que elaboran presenta elevadas proporciones de glicosaminoglicanos sulfatados y no sulfatados y pequeñas proporciones de glicoporteinas.

Vistas al M/O poseen un citoplasma espumoso que no se coloca con hametoxilina, por lo que se observa blanco, sin embargo, da positivo con el método de (por la glucoproteina) y se colorea azul, con colorantes como azul alciano(que es especifico para los glicosami-noglicanos) el núcleo de estas células es aplanado, basal y heterocromatico.

Al microscopio electrónico posee el RER en el extremo basal de la célula, un aparato de golgi muy desarrollado y abundantes gránulos de secreción llenos de moco, musina. Ejemplos células caliciformes del intestino, células acinares mucosas de las glándulas sublinguales.

Modelo de célula secretora de hormonas esteroides

Estas células vistas al M/O tienen un citoplasma que no se colorea y aparece muy espumoso o vacuolado con H/E por la gran cantidad de inclusiones lipidicas que posee. Se puede colorear con técnicas del sudan, por lo que son sudanofilias. Vistas al M/E poseen gran desarrollo del REL y abindantes mitocondrias con cresas tubulares (ambos organelos participan en la síntesis de esteroides), destacándose también vacuolas de lípidos en el citoplasma.

Ejemplos de estos tipos de células se encuentran en la corteza de las glándulas suprarrenales y en las porciones endocrinas del ovario y testículo.

Modelo de célula absortiva

Este tipo de célula posee un gran desarrollo de la superficie de contacto, lo cual le permite aumentar el intercambio con el medio, son células cilíndricas en las que se puede definir una superficie apical, una intercelular y una basal. Al M/O se observa un borde apical estirado al cual se le da el nombre del borde en cepillo o chapa estirada. Al M/E presenta numerosas microvellocidades que aumentan la superficie de absorción. Muestra también especializaciones en su borde lateral, con uniones ocluyentes, adherentes, y desmosomas, que sellan la unión intercelular en la porción latero-apical entre las células. En la porción básico-lateral poseen pliegues y a niveles de la membrana se encuentra la bomba sodio-potasio. Presenta también gran número de mitocondrias entre los pliegues de la zona basal. Ejemplos de estas células se presentan en el intestino delgado y grueso , en la vesícula biliar y en los riñones

Modelo de célula fagocitica

En este grupo se incluyen un número considerables de células, que con diferentes ubicaciones en el organismo tienen en común la función de defensa mediante la fagocitosis.

Este proceso se lleva a cabo con la intervención de los lisosomas que participan en la digestión celular. Estas células poseen núcleos heterocromaticos, RER y aparato de golgi muy desarrollados, pues estos últimos participan en el origen de los lisosomas. Estas células son capaces de emitir seudópodos para los movimientos ameboideos. Ejemplos de ellas son los macrófagos o histocitos del tejido conjuntivo laxo (fig.3.147), la microglia, sistema nervioso central y los osteoclastos del tejido oseo, entre otras.

Modelo de célula contráctil

Estas células muestran un desarrollo notable en los microfilamentos de adhesión y de diferentes tipos de la proteína motora miosina, que forman la unidad de la contracción. Tienen mitocondrias numerosas con abundantes crestas. Además de las células musculares lisas, esqueléticas y cardiacas, pueden incluirse a este grupo células tales como: las células mioepiteliares y los miofibroblastos.

Modelo de célula indiferenciada

Como su nombre lo indica, este tipo de célula tiene la capacidad de dar a otros tipos celulares. Las células indiferenciadas poseen núcleos voluminosos y generalmente heterocromaticos. Su citoplasma es escaso y al M/O presenta basofilia difusa y al M/E se observan polirribosomas libres. Ejemplos: cemesequimatosas indiferenciadas del tejido conjuntivo, las células madres de la medula osea.