



Mi Universidad

Ensayo

Daniel de Jesús Berrios Jiménez

Células Del Sistema Inmunitario

Parcial II

Fisiopatología I

Dr. Gerardo Cancino Gordillo

Licenciatura en Medicina Humana

Segundo Semestre

Comitán de Domínguez, Chiapas a 24 de abril de 2024

La complejidad y eficacia del sistema inmunitario humano radica en la diversidad y especialización de sus células. Desde los fagocitos hasta los linfocitos, estas células desempeñan roles fundamentales tanto en las respuestas inmunitarias innatas como adaptativas. Derivadas principalmente de células troncales hematopoyéticas en la médula ósea, las células del sistema inmunitario se diferencian a lo largo de linajes que se ramifican, generando una variedad de tipos celulares con funciones específicas. Las células mielocíticas, como los fagocitos y las células dendríticas, se especializan en la detección y eliminación de antígenos invasores. Por otro lado, las células linfocíticas, como los linfocitos T y B, son responsables de las respuestas inmunitarias específicas frente a antígenos, incluida la producción de anticuerpos y la eliminación de células infectadas. La expresión de proteínas de membrana, como los marcadores CD, permite distinguir y caracterizar diferentes poblaciones celulares en el sistema inmunitario. Estos marcadores facilitan la identificación de células específicas y son fundamentales para comprender su función y su papel en las respuestas inmunitarias.

Los fagocitos, como los neutrófilos y los macrófagos, desempeñan un papel fundamental en la defensa del organismo contra los microbios y los tejidos dañados. Su función principal radica en la ingestión y destrucción de estos agentes. Los fagocitos exhiben una serie de respuestas funcionales, que incluyen el reclutamiento a las zonas de infección, el reconocimiento y la activación por parte de los microbios, la fagocitosis y la destrucción de los microbios ingeridos. Además, se comunican con otras células mediante contacto directo y secreción de citocinas, promoviendo o regulando respuestas inmunitarias.

Los neutrófilos, siendo la población más abundante de leucocitos circulantes, son células esféricas con un núcleo segmentado y citoplasma conteniendo gránulos específicos y azurófilos. Producidos en la médula ósea, circulan en la sangre y son reclutados rápidamente hacia los sitios de infección. Su principal función es fagocitar microbios y productos de células necrosadas, además de secretar y expulsar contenido celular para formar trampas extracelulares de neutrófilos, que ayudan a inmovilizar y matar microbios extracelulares.

Los monocitos, parte del sistema fagocítico mononuclear, son células circulantes que se convierten en macrófagos al migrar a los tejidos. Provenientes de la médula ósea, estos monocitos se reclutan eficientemente hacia focos de infección o lesión en los tejidos, donde contribuyen a la defensa del hospedador y la reparación tisular. La diferenciación de monocitos a macrófagos residentes en tejidos complementa la autorrenovación de células de origen fetal y explica la variación en la fracción de macrófagos en diferentes tejidos.

Los macrófagos, derivados de monocitos, realizan diversas funciones esenciales en la respuesta inmunitaria innata y adaptativa, así como en la reparación tisular. Estas funciones incluyen la fagocitosis y destrucción de microbios, la detección de microorganismos y secreción de citocinas para amplificar la respuesta inmunitaria, la eliminación de células necrosadas y apoptósicas, la presentación de antígenos a linfocitos T, y la promoción de la reparación tisular mediante angiogénesis y síntesis de matriz extracelular.

Los macrófagos pueden activarse mediante la interacción con diversas moléculas microbianas y del hospedador, a través de receptores específicos en su membrana plasmática. Esta activación desencadena diferentes funciones, como la fagocitosis, la secreción de citocinas y la presentación de antígenos. Además, los macrófagos pueden adquirir capacidades funcionales especiales, dependiendo de los estímulos a los que se exponen, dando lugar a subpoblaciones con diferentes funciones y morfologías.

Los mastocitos, basófilos y eosinófilos son células clave en las respuestas inmunitarias innatas y adaptativas, compartiendo la propiedad de poseer gránulos citoplasmáticos llenos de diversos mediadores inflamatorios y antimicrobianos, liberados tras la activación. Estas células desempeñan un papel crucial en la protección contra helmintos y en las reacciones alérgicas.

Los mastocitos, derivados de la médula ósea, se encuentran principalmente en la piel y los epitelios mucosos, donde liberan mediadores inflamatorios en respuesta a infecciones por helmintos o alérgenos. Su citoplasma contiene gránulos llenos de histamina y proteoglicanos ácidos, que promueven la inflamación al liberarse en el espacio extravascular. Expresan receptores de alta afinidad para la IgE, siendo activados por la unión de antígenos a la IgE o por el reconocimiento de productos microbianos.

Los basófilos, similares estructural y funcionalmente a los mastocitos, derivan de progenitores hematopoyéticos y constituyen menos del 1% de los leucocitos sanguíneos. Aunque normalmente no están presentes en los tejidos, pueden ser reclutados en zonas inflamatorias y expresan receptores para la IgE, activándose de manera similar a los mastocitos.

Los eosinófilos son granulocitos que expresan gránulos citoplasmáticos llenos de enzimas lesivas para las paredes celulares de parásitos. Estos gránulos contienen proteínas básicas que ligan pigmentos ácidos, como la eosina, y son responsables del tinte rojo característico de los eosinófilos en las muestras sanguíneas y tisulares. Derivan de la médula ósea y circulan en la sangre, reclutándose en los tejidos en respuesta a citocinas como GM-CSF, interleucina 3 (IL-3) e IL-5. Se encuentran principalmente en los recubrimientos mucosos de las vías respiratoria, digestiva y genitourinaria, donde pueden aumentar su número durante la inflamación.

Las células dendríticas (DC) son fundamentales en el sistema inmunitario, detectando microbios y desencadenando respuestas defensivas innatas, así como presentando antígenos a linfocitos T para iniciar respuestas adaptativas. Estas células, con proyecciones membranosas largas similares a las dendritas neuronales, se encuentran en tejidos linfáticos, epitelios mucosos y parénquima de órganos.

Las subpoblaciones de células dendríticas se definen por marcadores de superficie, factores de transcripción, origen celular y funciones específicas. Las principales subpoblaciones son:

DC clásicas (cDC): Son el tipo principal de DC implicado en la captura y presentación de antígenos proteínicos. Se originan en la médula ósea y migran a los tejidos periféricos, donde maduran. Se subdividen en cDC2, especializadas en la captura de antígenos exógenos y en la activación de linfocitos T CD4+, y cDC1, especializadas en la presentación de antígenos a linfocitos T CD8+ mediante presentación cruzada.

DC plasmocitoides: Producen interferón (IFN) tipo I en respuesta a virus y pueden capturar antígenos microbianos para presentarlos a linfocitos T. Se originan en la médula ósea y se encuentran en sangre y órganos linfáticos.

DC derivadas de monocitos: Tienen funciones similares a las cDC y se originan a partir de monocitos reclutados hacia focos inflamatorios tisulares.

Células de Langerhans: Se encuentran en la epidermis y comparten funciones con las cDC. Se originan en precursores del hígado fetal y saco vitelino, y se identifican por su morfología, la presencia de gránulos de Birbeck y la expresión de marcadores específicos. Actúan en la presentación de antígenos en infecciones cutáneas y pueden inducir tolerancia.

Las células dendríticas foliculares (FDC) son otra población con forma dendrítica, pero no derivan de precursores medulares y no presentan antígenos proteínicos a linfocitos T. Su función principal es la activación de linfocitos B en los centros germinales de los órganos linfáticos secundarios.

Los linfocitos son células esenciales del sistema inmunológico adaptativo, caracterizados por su capacidad para expresar receptores específicos para el antígeno de forma clonal. Esta especificidad les permite reconocer una amplia gama de antígenos extraños y responder de manera específica a cada uno de ellos. A lo largo de las décadas, la investigación ha revelado muchos aspectos fascinantes sobre los linfocitos y su papel en la inmunidad adaptativa.

Los linfocitos se dividen en diferentes clases con funciones y productos proteicos distintos. Las principales clases son los linfocitos B y T. Los linfocitos B, que maduran en la médula ósea, son responsables de la producción de anticuerpos. Por otro lado, los linfocitos T, que maduran en el timo, desempeñan un papel crucial en la inmunidad celular. Ambas clases tienen subpoblaciones con características específicas y funciones diferenciadas.

Los linfocitos B se dividen en varias subpoblaciones, como los linfocitos B foliculares, los linfocitos B de la zona marginal y los linfocitos B-1. Cada una de estas subpoblaciones se encuentra en diferentes lugares dentro de los tejidos linfáticos y cumple funciones específicas en la respuesta inmunitaria.

Los linfocitos T se distinguen por la expresión de proteínas de superficie como CD4 y CD8. Los linfocitos T CD4⁺ actúan como cooperadores, secretando citocinas que regulan la respuesta inmunitaria. Por otro lado, los linfocitos T CD8⁺ son citotóxicos y son capaces de matar células infectadas por virus o células cancerosas. También existen otras subpoblaciones de linfocitos T con funciones específicas.

Los linfocitos se originan a partir de células madre en la médula ósea y el timo. Experimentos con quimeras de médula ósea han demostrado el origen de estos linfocitos y su proceso de maduración. Durante este proceso, los linfocitos pasan por diferentes etapas de desarrollo, adquiriendo receptores para el antígeno y características funcionales específicas.

Los linfocitos se dividen en vírgenes, efectores y de memoria según su estado de activación y exposición al antígeno. Los linfocitos vírgenes son aquellos que nunca han encontrado un antígeno extraño, mientras que los efectores son activados por el antígeno y se diferencian en células capaces de eliminarlo. Por último, los linfocitos de memoria se generan durante las infecciones y pueden sobrevivir durante períodos prolongados, proporcionando una respuesta inmunitaria más rápida ante exposiciones posteriores al antígeno.

Los linfocitos vírgenes son células maduras que no han encontrado antígenos extraños y se encuentran en un estado de reposo. Su supervivencia depende de señales generadas por receptores para el antígeno y citocinas. Estos linfocitos pueden proliferar y diferenciarse en respuesta a la estimulación antigénica.

Los linfocitos efectores son células activadas por el antígeno que se diferencian en células capaces de eliminarlo. Los linfocitos T efectores incluyen a los cooperadores y a los citotóxicos, mientras que los linfocitos B efectores son células secretoras de anticuerpos.

Los linfocitos de memoria se generan durante las infecciones y pueden sobrevivir en un estado inactivo durante períodos prolongados después de la eliminación del antígeno. Estas células proporcionan una respuesta inmunitaria más rápida y potente ante exposiciones posteriores al antígeno.

Las células del sistema inmunitario innato, como los linfocitos NK (natural killer) y las células linfocíticas innatas (ILC), desempeñan un papel crucial en la defensa temprana contra patógenos y en la detección de células estresadas o dañadas en el organismo. Aunque carecen de receptores de antígeno como los linfocitos T, estas células tienen funciones efectoras similares a las de los linfocitos T.

Los linfocitos NK tienen una capacidad citotóxica que se asemeja a la de los linfocitos T citotóxicos (CTL) CD8+, lo que les permite atacar y destruir células infectadas o anómalas. Se encuentran tanto en la sangre como en diversos tejidos linfáticos del cuerpo.

Por otro lado, las células linfocíticas innatas (ILC) secretan citocinas similares a las producidas por los linfocitos T cooperadores CD4+, lo que las vincula con la regulación de respuestas inmunitarias. Las ILC se encuentran principalmente en tejidos mucosos como los pulmones e intestinos.

Ambos linajes celulares, los linfocitos NK y las ILC, se originan a partir de un precursor común en la médula ósea, compartiendo expresión de marcadores y factores de transcripción específicos. Además, las ILC tienen un papel importante en la formación de tejidos linfáticos secundarios organizados, como los ganglios linfáticos, mediante la producción de ciertas citocinas.

Resumiendo, al explorar los diversos aspectos del sistema inmunitario, desde los mecanismos innatos hasta las respuestas adaptativas, se revela la complejidad y la sofisticación de las defensas del cuerpo contra los agentes patógenos y otras amenazas.

Los fagocitos, como los macrófagos y los neutrófilos, desempeñan un papel crucial en la eliminación de microorganismos invasores y en la limpieza de tejidos dañados. Los mastocitos, basófilos y eosinófilos participan en la respuesta inflamatoria y en la defensa contra parásitos.

Las células dendríticas sirven como puentes entre la inmunidad innata y adaptativa, presentando antígenos a los linfocitos T y desencadenando respuestas específicas. Los linfocitos T y B, fundamentales en la inmunidad adaptativa, coordinan respuestas específicas y la formación de memoria inmunológica.

Los linfocitos NK y las células linfocíticas innatas secretoras de citocinas complementan la acción de los linfocitos convencionales, brindando una defensa temprana y contribuyendo a la regulación de la respuesta inmunitaria.

La expresión de marcadores de superficie, como los marcadores CD, facilita la identificación y caracterización de las diversas células del sistema inmunitario, lo que es crucial para comprender su función y su interacción en la respuesta inmunitaria.

En conjunto, la interacción coordinada y sinérgica de estas células y mecanismos proporciona al organismo una protección robusta contra una amplia gama de patógenos y ayuda a mantener la homeostasis del cuerpo. El estudio continuo de estas células y procesos inmunológicos no solo amplía nuestro conocimiento de la biología fundamental, sino que también abre nuevas vías para el desarrollo de terapias inmunológicas y el tratamiento de enfermedades autoinmunes, infecciosas y neoplásicas.

Referencia Bibliográfica

- I. Abbas, A. K., Litchman, A. H., & Pillai, S. (2022). Células y tejidos del sistema inmunitario [PDF]. En *Inmunología celular y molecular* (10.^a ed.). Elsevier España.