

CAPITULO VIII

MECANISMOS DE DEFENSA CONTRA INFECCIONES





Los seres vivos pueden ser atacados por agentes que causan enfermedades, como, por ejemplo, por bacterias. Los organismos han desarrollado mecanismos de defensa frente a la invasión de agentes patógenos, es decir, que existen células o tejidos dentro de los organismos que enfrentan de manera exclusiva la amenaza de infecciones. A esta protección o defensa de los organismos se le conoce como sistema inmunológico.

8.1. Generalidades sobre el sistema inmunológico

8.1.1. Concepto de inmunidad: se entiende como el conjunto de mecanismos de defensa de los animales e individuos frente a agentes externos extraños. Se adquiere al nacer, madura y se consolida durante los primeros años de vida. Es la capacidad que poseen los organismos vivos para resistir una enfermedad infecciosa o producida, por ejemplo, por una mordedura o picadura de un insecto, por la acción de un microorganismo patógeno, etc.

La ciencia biológica que se ocupa de la inmunidad es la Inmunología, entendida como aquella que estudia todos los mecanismos fisiológicos de defensa de la integridad biológica del organismo. Los mecanismos consisten fundamentalmente en la identificación de lo extraño y su destrucción.

8.1.2. Sistema inmunitario: es el conjunto de estructuras procesos biológicos en el interior de un organismo que le permite mantener el equilibrio interno o la homeostasis frente a ataques externos, bien sean de naturaleza biológica, como agentes patógenos, o físico-químicos como los contaminantes o radiaciones, e internas, por ejemplo, las células cancerosas.

Este sistema se encuentra compuesto por células que se encuentran en fluidos, tejidos, órganos y principalmente: en la piel, en la medula ósea, sangre, timo, sistema linfático, bazo, mucosas. Es en la medula



ósea, donde se generan las células especializadas en la función inmune: eosinófilos, basófilos, neutrófilos, monocitos, mastocitos, células detriticas y macrófagos: todas ellas se mueven a través de la sangre y el sistema linfático hacia los distintos órganos.

Existen dos tipos de sistemas inmunitarios, según Iáñez Pareja (23):

1. El sistema inmunitario innato (= natural o inespecífico) es una línea de defensa que permite controlar a mayor parte de los agentes patógenos. Está presente en la mayoría de los seres vivo. Puede detectar en las células una variedad de señales de amenaza o peligro denominadas patrones moleculares asociados a peligro (DAMP) o bien la presencia de señales asociadas a agentes patógenos denominadas patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP), identificando de esta forma una amplia variedad de células dañadas, bien sea, por virus, bacterias, quemaduras, parásitos, radiación, entre otros agentes, distinguiéndolas de las células y tejidos sanos del organismo para funcionar de manera correcta.
2. Sistema inmunitario adquirido (adaptativa o específica): suministra una respuesta específica frente a cada agente infeccioso. Posee memoria inmunológica específica, que tiende a evitar que el agente infeccioso provoque enfermedad en una segunda infección. La unidad anatómico funcional de este sistema es el linfocito. Es decir, para mayor abundamiento que este sistema inmunitario se adapta con el tiempo para reconocer patógenos específicos de manera más eficaz, generando una memoria inmunitaria creada desde una respuesta primaria a un patógeno específico proporciona una respuesta mejorada a encuentros secundarios con ese mismo patógeno específico. Este proceso de inmunidad adquirida es la base de la vacunación.

El organismo, incluso antes de que actúe la inmunidad inespecífica, posee una serie de barreras naturales protección biológica por medio de la microflora (microbiota) natural que posee.



8.2. Clasificación de las barreras de protección

Las barreras de protección se pueden clasificar de diversas formas:

1. Atendiendo a su ubicación

Externas: como la piel o las mucosas, que están en contacto con el exterior. Funcionan como un muro que impide el paso de agentes externos. Estas defensas pueden ser de tres tipos:

- a. Defensas estructurales: constituidas por la piel y las mucosas. Cubren la superficie corporal externa y las cavidades digestivas y respiratorias además de otras. La entrada de microorganismos a través de la piel es impedida por el grosor de la piel, la queratinización, las secreciones (sudor y glándulas sebáceas), la flora bacteriana y sus estructuras (escamas, pelos, plumas).
- b. Defensas mecánicas: consisten en sistemas de expulsión que favorecen el arrastre de los microorganismos y otras partículas extrañas y evitan su fijación. Ejemplo: los cilios que tapizan las vías respiratorias y el movimiento intestinal.
- c. Defensas bioquímicas: secreciones en las aberturas de los animales (boca, ano, fosas nasales, vías respiratorias, digestivas o urogenitales). Ejemplo: las secreciones son la lisozima, enzima presente en la saliva y las lágrimas que actúa rompiendo la pared bacteriana y el jugo gástrico que protege al estómago de microorganismos presentes en los alimentos

Internas: se localizan dentro del organismo, como los macrófagos o los linfocitos.

2. Atendiendo a la acción que tienen las barreras de defensa:

- Inespecíficas: los mecanismos de resistencia inespecífica actúan contra una gran cantidad de agentes causales biológicos, de tal forma que sólo unos cuantos son capaces de producir enfermedades. Por ejemplo: la mucosa del tracto respiratorio está tapizada por un epitelio con moco que atrapa bacterias, hongos y virus. Otro ejemplo sería el sistema digestivo además de la



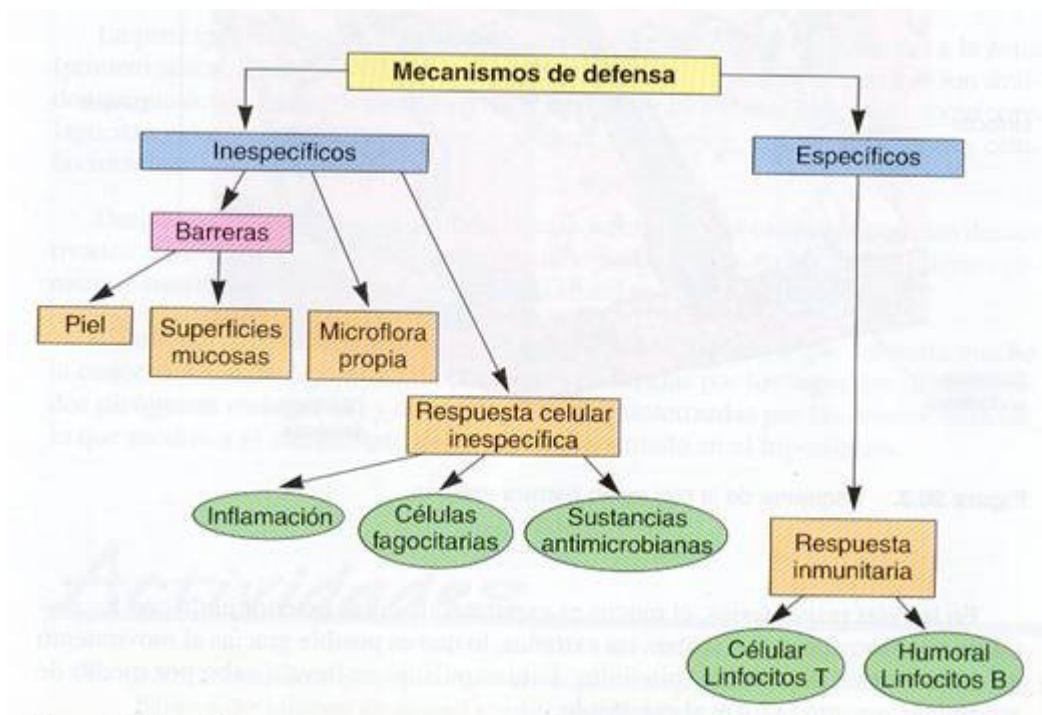
saliva, el jugo gástrico con ayuda del ácido clorhídrico destruye muchos de estos agentes patógenos.

- Específicas: los mecanismos específicos se basan en la inmunidad, que es la capacidad que poseen los organismos vivos para resistir una enfermedad infecciosa o producida por ejemplo por una picadura de un insecto. Un mecanismo específico sería las inmunoglobulinas, que están elaboradas para un agente concreto.

3. Atendiendo al modo de aparición:

- Innatas: se originan en el desarrollo embriológico del individuo, con independencia de la presencia de antígenos.
- Adquiridas: sólo se forman cuando aparece un antígeno, como ocurre en el caso de formación de inmunoglobulinas.

A continuación, será abordado los mecanismos de defensa orgánica frente a la invasión de agentes patógenos, desde la perspectiva de inespecíficos (impidiendo su entrada en el organismo o destruyéndolos con rapidez) y específicos (conocida como respuesta inmunitaria).

Figura 17. Mecanismos de defensa orgánica

BiologíaSur. Mecanismos de defensa orgánica [Internet] 2019 [citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.biologiasur.org/index.php/inmunologia/mecanismos-de-defensa>

8.3. Mecanismos inespecíficos, barreras naturales y respuesta inflamatoria

Los mecanismos de defensa inespecíficos actúan contra cualquier microorganismo o sustancia extraña. Son de tres tipos:

1. Barreras naturales
2. Microflora normal del organismo
3. Respuesta celular inespecífica.

1. Barreras naturales o primarias. Están constituidas por la piel y las secreciones de las superficies mucosas.

La piel constituye, en primer lugar, una barrera mecánica debido a su grosor y a su estructura, ya que su capa córnea más externa está



totalmente queratinizada, es decir, compuesta por células muertas e impermeables que se van desgastando y perdiendo constantemente (descamación) y van siendo sustituidas por otras.

Además, actúa como barrera química, ya que, tanto los ácidos grasos que liberan las glándulas sebáceas como el sudor, hacen que posea un pH ligeramente ácido, poco adecuado para el desarrollo de muchos microorganismos.

Estas secreciones ácidas impiden también el desarrollo de microorganismos en las aberturas naturales del organismo, que están protegidas por superficies mucosas, como ocurre en la vagina o el estómago.

Las secreciones mucosas contienen también enzimas bactericidas como la lisozima, presente en el moco, la saliva y las lágrimas, o la espermina que se encuentra en el semen.

En las vías respiratorias, el mucus es expulsado hacia el exterior junto con los restos de microorganismos y sustancias extrañas, lo que es posible gracias al movimiento de los cilios de las células epiteliales. Esta expulsión se lleva a cabo por medio de mecanismos como la tos y el estornudo.

2. Microflora normal del organismo: Los animales poseen una microflora propia, constituida por microorganismos comensales o mutualistas, que dificulta el desarrollo de otros microorganismos, bien al competir con éstos por los nutrientes, bien liberando sustancias inhibitoras al medio.

La piel humana, por ejemplo, está poblada por millones de microorganismos inofensivos que parecen inhibir la proliferación de otros microorganismos potencialmente patógenos.

3. Respuesta celular inespecífica o barrera secundaria. Se activa si,



por alguna causa, entre ellas: herida y quemadura, los microorganismos patógenos invaden los tejidos.

Las propias células afectadas producen sustancias antimicrobianas; por ejemplo, muchas clases de células, al ser infectadas por virus u otro tipo de parásitos intracelulares, reaccionan secretando glucoproteínas llamadas interferones, que estimulan a otras células vecinas sanas para que produzcan proteínas antivirales que son enzimas específicas cuya función es impedir que la célula sintetice las macromoléculas necesarias para el virus (por ejemplo, el factor de iniciación de la síntesis proteica), o bien destruir los ARNm víricos. Por eso, los viriones producidos dentro de las células que han sido expuestas al interferón son menos eficaces para infectar nuevas células.

Las células de los tejidos afectados liberan también otro tipo de sustancias, como la histamina, la serotonina, la cianina, etc., lo que desencadena la reacción inflamatoria, cuyo mecanismo es el siguiente:

- Las sustancias liberadas provocan la dilatación de los vasos sanguíneos, lo que ocasiona un aumento del flujo sanguíneo a la zona (enrojecimiento y calor local), que llega cargado de muchas células fagocitarias.
- Dichas sustancias producen, asimismo, un incremento en la permeabilidad de los capilares de la zona, que provoca la salida de plasma sanguíneo hacia el espacio intersticial, de forma que el volumen de líquido intersticial aumenta ocasionando edema inflamación. Esta hinchazón provoca la sensación de dolor local.

El plasma que sale de los capilares contiene anticuerpos (gammaglobulinas) que pasan a los tejidos lesionados.

La principal función de la inflamación parece ser la llegada de fagocitos a la zona, primero neutrófilos y luego, monocitos, que son atraídos quimiotácticamente por las sustancias liberadas por las células. Tanto unos como otros fagocitan y digieren activamente microorganismos

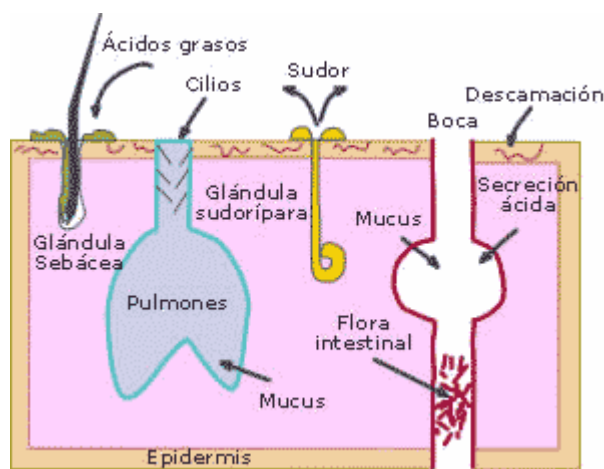
patógenos, sustancias extrañas y células muertas.

Después de fagocitar cierta cantidad de bacterias y restos orgánicos, quedan desactivados y mueren. El conjunto de leucocitos muertos y los restos de los microorganismos constituyen el pus, que se puede reabsorber o expulsar al exterior.

Cuando la infección es extensa se produce fiebre, debido a que aumenta mucho la concentración de determinadas proteínas producidas por los fagocitos (denominados pirógenos endógenos) y de prostaglandinas sintetizadas por las células dañadas, lo que modifica el «termostato del organismo» situado en el hipotálamo.

Entre las defensas inespecíficas podría incluirse también a las células asesinas o células K - del inglés killer - y NK. Se trata de unos linfocitos que, a diferencia del resto, poseen una acción defensiva inespecífica, pero que necesitan identificar ciertos componentes celulares. Estos linfocitos destruyen células indeseadas, ya sean extrañas al organismo o propias de éste pero que han sufrido algún tipo de alteración.

Figura 18. Barreras naturales o primarias



Centro de Recursos Educarchile. Barreras Primarias [Internet] 2018 [citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <http://centroderecursos.edu-carchile.cl/handle/20.500.12246/41452>



A manera de resumen se tiene en cuanto a las Barreras anatómicas, fisicoquímicas y biológicas, que son:

a. Barreras Físicas:

- Piel: solo suele ser atravesada cuando presenta soluciones de continuidad.
- Mucus: envuelve a los agentes extraños e impide que ejerzan su acción.
- Cilios (ej. tráquea): dificultan el avance del agente, ascensor mucociliar, con agentes surfactantes.
- Tos, estornudo, peristaltismo intestinal

b. Barreras físico – químicas

- pH ácido (ej. estómago, lágrimas, orina, vagina).
- Sales biliares, ácidos grasos.
- Lisozima (muraminidasa): en lágrimas, saliva, mucus, etc.
- Espermina: en semen.
- β -lisina: producida por las plaquetas.
- Lactoperoxidasa: en leche y saliva.
- Proteínas secuestradoras del hierro: Lactoferrina: quela el Fe.
- Transferrina: compite con las bacterias por el Fe.

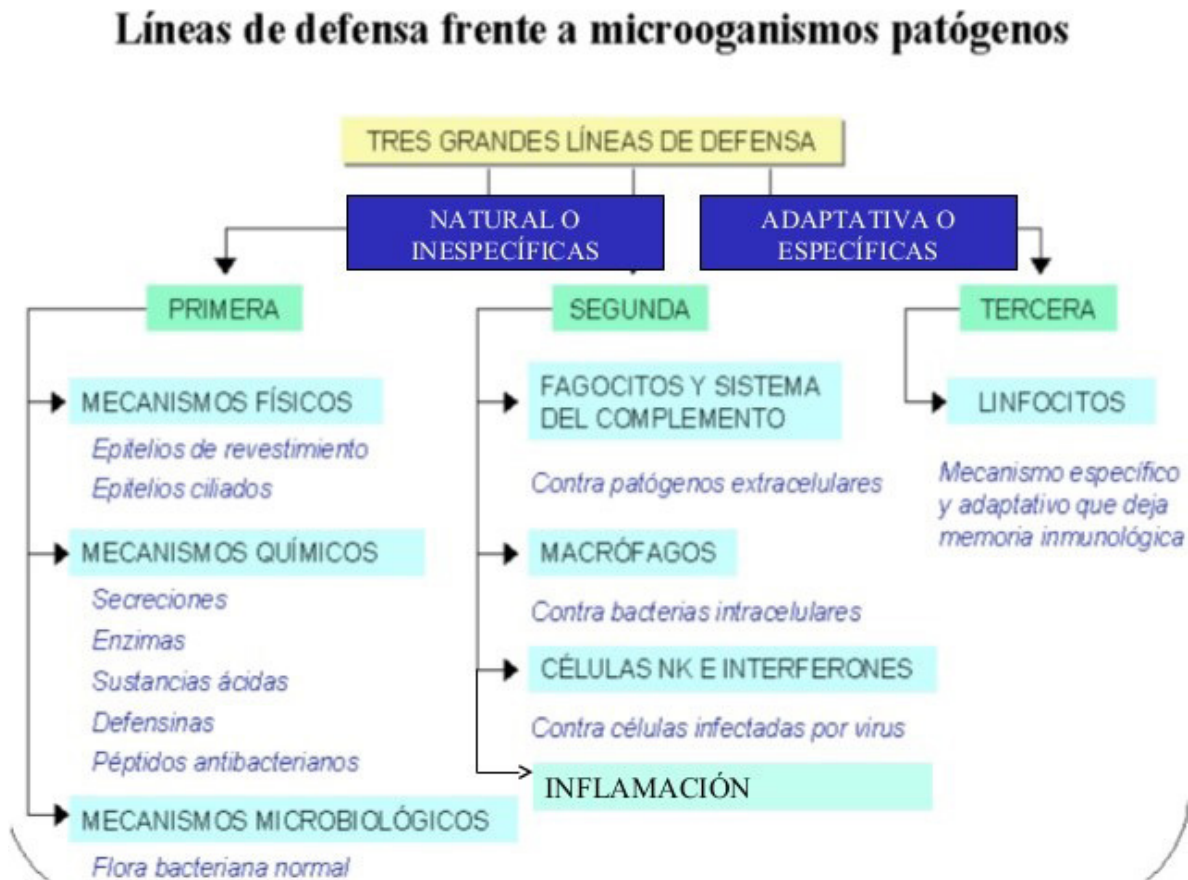
c. Barreras biológicas

Microbiota normal:

- Piel: superficie dérmica; glándulas sebáceas
- Boca: población heterogénea.
- Intestino: en IG 10¹⁰ bacterias/ml.
- Vagina.



Figura 19. Líneas de defensa frente a microorganismos patógenos



Ruiz, B. Inmunología [Internet] 2015 [citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/belenruiz14/inmunologia-47706406>

8.4. Mecanismos específicos

Cuando los mecanismos de defensa inespecífica no son suficientes para controlar la infección y, en pocos días, se activa el sistema de defensa específico.

La respuesta inmunitaria se basa en la capacidad de distinguir lo propio de lo extraño. Cualquier organismo es capaz de reconocer sus propias células gracias a que éstas poseen en su superficie moléculas



(proteínas o glúcidos), que son ligeramente distintas a las moléculas superficiales de otras células, ya sean de otras especies o, incluso, de otros organismos de la misma especie. Al detectar la presencia de moléculas extrañas, el organismo elabora una respuesta encaminada a su destrucción: la respuesta inmunitaria.

8.4.1. Tipos de respuesta inmunitaria. (Tipos de inmunidad)

Inmunidad natural es la resistencia a la infección que no depende de algún contacto previo, espontánea o experimental con el agente infeccioso o sus anticuerpos. Depende de factores innatos genéticamente controlados.

Los Tipos de inmunidad se clasifican en:

1. Inmunidad de especie: Los animales de sangre fría no son susceptibles a las infecciones propias de animales de sangre caliente. La temperatura del cuerpo parece ser un factor de resistencia.
2. Inmunidad de raza y de grupo: Los habitantes de una región forman un grupo con ciertas características inmunológicas adecuadas a las enfermedades que padecen habitualmente; esa inmunidad es distintiva de determinada región.
3. Inmunidad individual: La capacidad del individuo para resistir las enfermedades infecciosas comunes es variable; esta resistencia natural varía en un mismo individuo de una época a otra. La ingestión deficiente de proteínas y de ciertas vitaminas disminuye la resistencia inespecífica y la capacidad para sintetizar anticuerpos.

Inmunidad adquirida: es la resistencia a la infección engendrada por un ataque espontáneo de enfermedad infecciosa, una infección experimental, la vacunación o la introducción al organismo de Ac preformados. La inmunidad adquirida está basada en los Ac; es la más eficiente y la más importante, y se clasifica en pasiva o activa.

1. Inmunidad adquirida pasiva: es la que se adquiere por medio



de la introducción al organismo de Ac preformados: puede obtenerse en forma natural o artificial.

2. Inmunidad adquirida activa: es la habilidad o condición adquirida por los tejidos para producir Ac específicos a partir de contactos con agentes microbianos o sus toxinas (Ag).

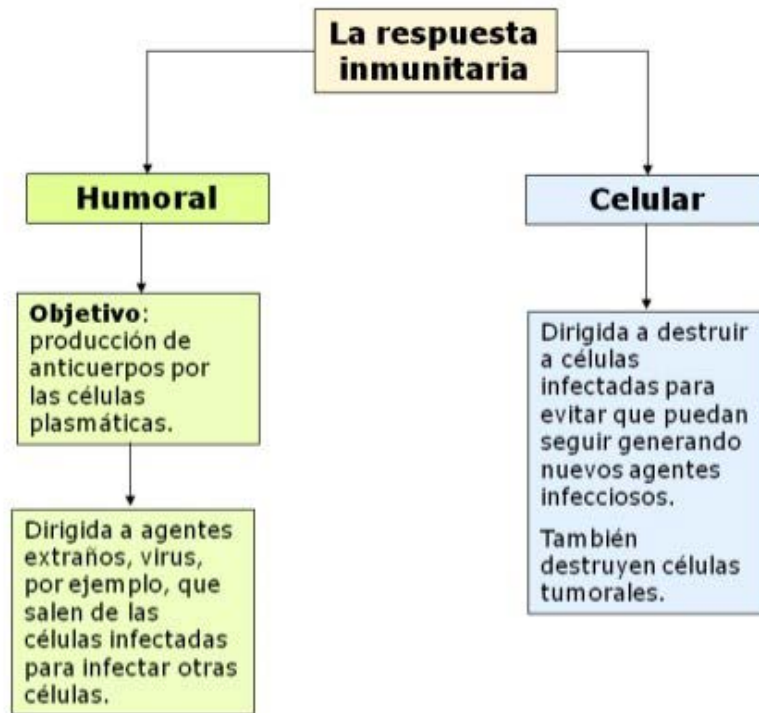
Inmunidad medida por células

- Inmunidad celular: se manifiesta por la aparición de células del sistema linfóide con una mayor habilidad para matar y destruir a la célula que tiene el antígeno.
- La inmunidad humoral: es la presencia o producción resultante de las inmunoglobulinas o anticuerpos contra antígenos de microorganismos o de sus productos, es el más importante. La reacción Ag-Ac es una combinación que forma un complejo Ag-Ac. Las reacciones secundarias se aprovechan para detectar Ag, descubrir Ac u otro tipo de pruebas serológicas.

Por la forma de manifestarse, los Ac responsables de estas reacciones se denominan aglutininas, precipitinas y lisinas. Algunas de estas reacciones como la lisis, neutralización, opsonización, etcétera, ocurren en el animal íntegro y cumplen un papel muy importante contra los microorganismos; por desgracia cuando estas reacciones se dan en los tejidos y órganos también pueden ser causa de daño o enfermedad.



Figura 20. Respuesta inmunitaria humoral y celular



Ruiz, B. Inmunología [Internet] 2015 [citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/belenruiz14/inmunologia-47706406>

