

	Material de estudio BIOLOGIA IV MEDIO		R	7. 5. 1.
	<i>Instituto San Lorenzo</i>	<i>Coordinación Enseñanza Media</i>	Pág. 1 de 5 Rev. 01	

EL SISTEMA INMUNE

Nuestro organismo, al igual que el de todos los vertebrados, posee una serie de mecanismos que le permiten defenderse de gran parte de los agentes patógenos, es decir, de agentes que causan enfermedades infecciosas tales como los virus o cierto tipo de bacterias, hongos y protozoos. El conjunto de estructuras biológicas (células, tejidos y órganos) que posibilitan la defensa frente a dichos agentes forman parte del **sistema inmune**, y el conjunto de mecanismos que permiten dicha defensa constituyen la **inmunidad**. La inmunidad también contempla la respuesta frente a partículas extrañas al organismo, tales como ciertas macromoléculas. La ciencia que estudia el sistema inmune se denomina **inmunología**.

Inicios de la inmunología

Los primeros intentos por inducir la inmunidad se encuentran en las antiguas costumbres de chinos y turcos, en el siglo XV, quienes hacían que los niños inhalaran el polvo obtenido de las lesiones de personas que se estaban recuperando de viruela. La idea de esta práctica, conocida como **variación**, era estimular de alguna forma al organismo para que adquiriera inmunidad a esa enfermedad. La técnica de variación fue mejorada por el médico inglés **Edward Jenner**, en 1798, quien estaba intrigado al observar que las mujeres que ordeñaban vacas podían contraer la varicela bovina, pero no la humana. ¿Se podría producir resistencia a la varicela humana mediante la introducción de fluidos obtenidos de las vacas, contaminadas con varicela bovina? Para responder esta interrogante, Jenner diseñó un procedimiento experimental en el cual inoculó a un niño sano de 8 años de edad, con una muestra de fluido obtenida de una pústula de varicela bovina. Luego, intencionalmente, infectó al niño con la varicela humana. Como era esperado, el niño no desarrolló la enfermedad.



El término inmune en su contexto biomédico, significa protección contra una enfermedad, más específicamente, contra una enfermedad infecciosa.

Inmunidad y vacunación

La técnica de Jenner se expandió ampliamente en Europa, pero no fue hasta 100 años después que se aplicó en otras enfermedades, como el cólera, gracias a los trabajos de **Louis Pasteur**, quien logró aislar y cultivar en el laboratorio la bacteria causante del cólera. Él observó que al inyectar cultivos bacterianos



antiguos en pollos, estos desarrollaban la enfermedad, pero, para su sorpresa, se recuperaban rápidamente. Entonces, Pasteur quiso repetir sus experimentos con pollos frescos. Sin embargo, no habían pollos disponibles, por lo que tuvo que inocular a pollos que ya habían sido tratados. El resultado nuevamente lo sorprendió: los pollos sobrevivieron y fueron completamente protegidos de la enfermedad. A partir de estos resultados, Pasteur concluyó que **el “envejecimiento” de las bacterias disminuye su potencialidad para producir la enfermedad (virulencia)** y que estas variedades atenuadas pueden administrarse para proteger al organismo. Él llamó a esta variedad atenuada **“vacuna”** (que en latín significa vaca) en honor a los experimentos realizados por Edward Jenner. Posteriormente,

Pasteur expandió estos hallazgos a otras enfermedades, y en 1885, administró la primera vacuna a un ser humano, que había sido mordido por un perro rabioso, logrando su recuperación.

La medicina y otras áreas de la ciencia, como la inmunología, han desarrollado algunas “herramientas” para contribuir a la lucha contra los microbios, como las vacunas.

Escrito por: AMM	Revisado por Jefe Depto AMM	Aprobado por Coord. E. Media Alondra Urrutia
---------------------	--------------------------------	---

Actividad nº1

Averigüen sobre las vacunas que han recibido y, en sus cuadernos, completen la tabla que aparece a continuación.

Edad	Vacuna	Enfermedades que previenen
Recién nacido		
2 meses		
4 meses		
6 meses		
12 meses		
18 meses		
4 años		

Tipos de inmunidad

Pero, ¿el sistema inmune previene o combate a las infecciones? Ambas son funciones del sistema inmune. Sin embargo, una ocurre después de la otra. Combatir las infecciones implica que los agentes patógenos han vulnerado al organismo. Existen dos tipos básicos de inmunidad: la **innata** o natural y la **adaptativa** o adquirida. Ambos tipos de inmunidad implican la **defensa contra agentes patógenos**.

Inmunidad innata y sus componentes

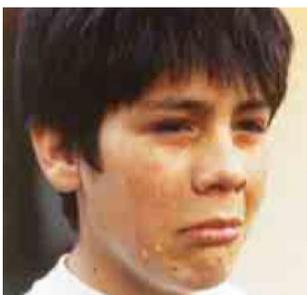
La inmunidad innata, natural o nativa, incluye a **todos aquellos “mecanismos” que posee el organismo para combatir al microbio antes de que ocurra la infección**. Corresponde a la **primera línea de defensa** contra los agentes patógenos. Entre los principales componentes de la inmunidad innata, se encuentran las barreras físicas, las barreras químicas, las células fagocíticas y las proteínas plasmáticas.

a. Barreras físicas o mecánicas. Los epitelios que forman la piel y los tejidos mucosos, que revisten al tubo digestivo y las vías respiratorias, son ejemplos de este tipo de barreras. La **piel** constituye una gruesa barrera física que impide, o dificulta, el ingreso de los patógenos. Además, su permanente “renovación” (descamación de la piel) permite la eliminación de aquellos microorganismos que se encuentren en su superficie. Es muy poco probable que las bacterias ingresen por la piel intacta, en cambio, cuando se rompe por algún corte o quemadura, es el foco de ingreso para una infección. Al igual que la piel, las **membranas mucosas**, ubicadas en las cavidades del cuerpo que se comunican con el exterior, actúan como una barrera. Las células de la mucosa producen mucus, que lubrica y atrapa los microbios. En el epitelio de la nariz y la tráquea, existen **células ciliadas** que “barren” los gérmenes contenidos en el mucus hasta la faringe, y luego pasan al estómago donde son destruidos por el **ácido clorhídrico**.



La piel es una de nuestras principales barreras de defensa contra los agentes patógenos, por lo cual hay que protegerla del sol y mantenerla seca.

b. Barreras químicas. Corresponden a ciertas **secreciones** que afectan el desarrollo de los microbios o producen su muerte, en forma directa o indirecta. Algunos ejemplos de estas barreras son las lágrimas, la saliva, las secreciones mucosas de los epitelios de los aparatos digestivo y respiratorio. Se incluyen también las secreciones de las glándulas sebáceas y sudoríparas. Las **lágrimas** y la **saliva**, a diferencia del ácido clorhídrico, que tiene un efecto bactericida por su gran acidez, poseen una enzima llamada **lisozima** que destruye la pared celular de las bacterias y con ello ocasiona su muerte. El **sebo**, producido por las glándulas sebáceas, contiene ácidos grasos que determinan el pH ácido de la piel, lo que inhibe el crecimiento bacteriano. Además, su consistencia oleosa actúa como una barrera en sí. El **sudor**, producido por las glándulas sudoríparas, aporta lisozima y “arrastra” a los patógenos fuera del cuerpo.



Las lágrimas, la saliva, la piel y las secreciones son los principales componentes de la primera barrera defensiva, eminentemente física, contra la acción de los agentes patógenos.

Escrito por: AMM	Revisado por Jefe Depto AMM	Aprobado por Coord. E. Media Alondra Urrutia
---------------------	--------------------------------	---

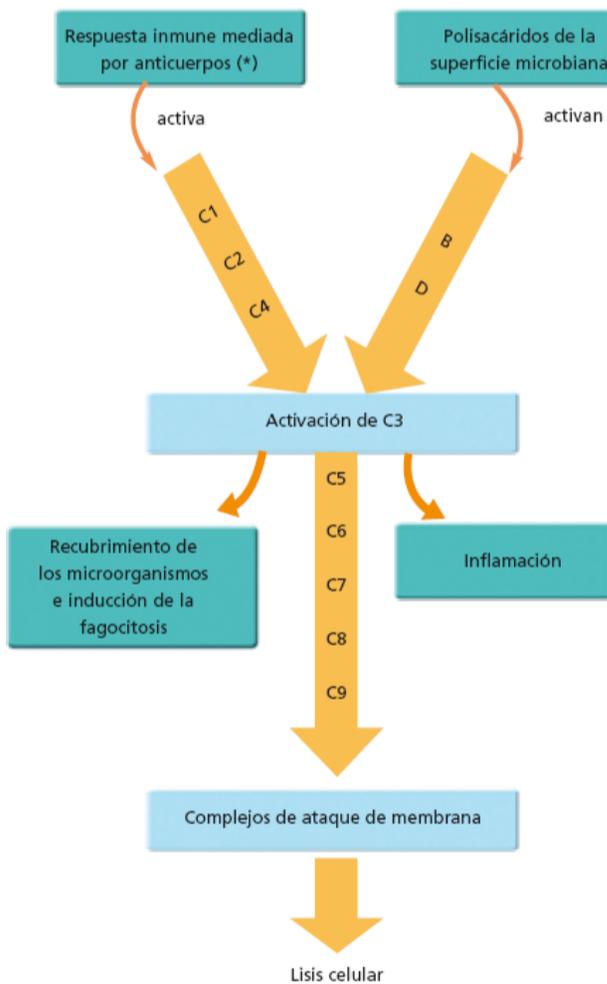
c. Células fagocíticas. Si los patógenos superan las barreras físicas y químicas, el organismo dispone de otra línea de defensa, representada por células con capacidad fagocítica. Entre ellas encontramos los **macrófagos**, los **neutrófilos** y las **células NK** (del inglés *natural killers*) o **asesinas naturales**. Los **macrófagos** son leucocitos (glóbulos blancos) derivados de los **monocitos**. Cuando los monocitos abandonan la sangre y pasan a ciertos tejidos, completan su diferenciación y originan a los macrófagos. Estos últimos pueden adoptar diversas formas y estar presentes en tejidos tan diferentes como el sistema nervioso central, el epitelio alveolar e intestinal, el hígado, los huesos, etcétera. Sin embargo, todos presentan una elevada **capacidad fagocítica**, que les permite detectar y eliminar una gran cantidad de microorganismos patógenos. Es importante destacar que **los macrófagos son inespecíficos**, es decir, fagocitan todo aquello que les resulta ajeno. También, pueden participar de la **inmunidad adaptativa**, como veremos más adelante. Los **neutrófilos** y las **células asesinas naturales** también son células fagocíticas. Las NK corresponden a una **variante de linfocitos** que pueden fagocitar células infectadas por virus y células tumorales, entre otras funciones.



En esta microfotografía de frotis de sangre se observa la presencia de eritrocitos y monocitos, que son un tipo de glóbulo blanco. Además de estos, ¿qué otros tipos celulares son elementos figurados de la sangre?

La **autoinmunidad** es la agresión de los distintos elementos que forman el sistema inmune de un individuo contra estructuras propias, provocando un daño en el órgano o estructura al que apuntan los mecanismos defensivos del organismo.

d. Proteínas plasmáticas. La última barrera que participa en los procesos de inmunidad natural la constituyen las proteínas específicas, llamadas **citoquinas**, **interleuquinas** o **linfoquinas**. Estas proteínas



participan en la **inducción de la respuesta inflamatoria**, en la **regulación de la producción de glóbulos blancos** y en la **producción de anticuerpos**, entre otras funciones. Otras proteínas presentes en la sangre, que intervienen en la defensa innata del organismo, están representadas por los **interferones** y las **proteínas del sistema del complemento**. Los **interferones** son proteínas liberadas por las células del organismo que han sido infectadas por virus. También son liberadas por los macrófagos y otros tipos celulares. Los interferones son captados por células específicas, que poseen receptores para ello, y responden secretando péptidos que **inhiben** o **interfieren la replicación viral**. De esta forma, el organismo posee un mecanismo de defensa contra algunos virus. Además, los interferones **estimulan la actividad de células fagocíticas**, como los neutrófilos y las células asesinas naturales, aumentando así su potencial destructivo contra los microbios. El **sistema del complemento** está formado por una veintena de proteínas plasmáticas y de unión a membrana, que normalmente se encuentran inactivas. Cuando las proteínas se activan, complementan (de ahí su nombre) y **potencian ciertas reacciones inmunes, alérgicas e inflamatorias**, que contribuyen a la defensa del organismo. La activación del complemento puede ocurrir a través de una respuesta inmunitaria o, de forma más directa, por microorganismos invasores. Cuando ocurre la

activación del complemento, se forman grandes complejos proteicos, denominados **complejos de**

ataque de membrana, que producen perforaciones en la membrana del microorganismo y pueden llegar a destruirlo.

Representación de la activación del complemento. B, D, C1-C9: componentes reactivos del sistema del complemento.

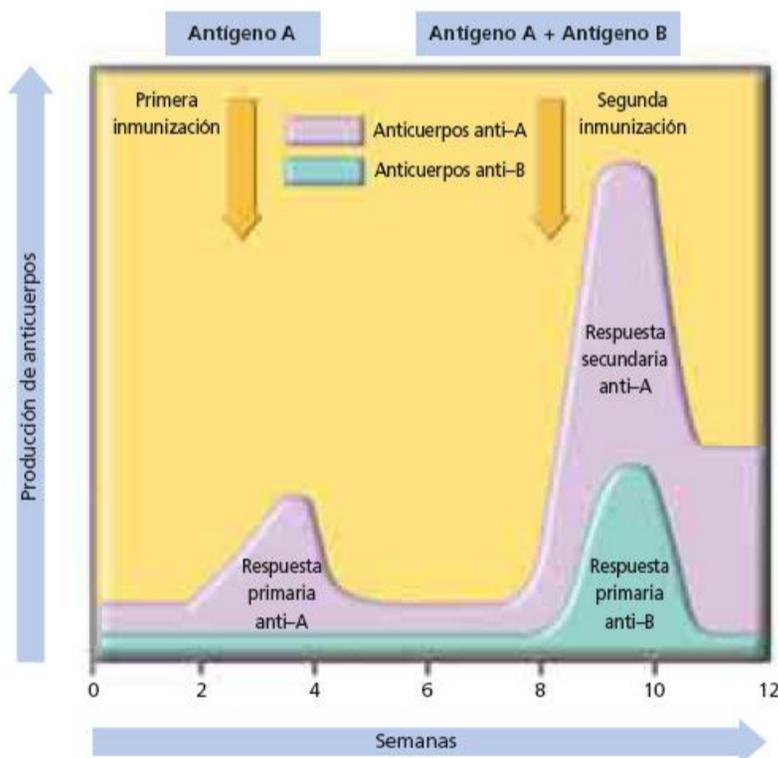
(*) Anticuerpos: proteínas generadas en respuesta a la presencia de agentes extraños al organismo, y se caracterizan porque reconocen al agente, lo inactivan y facilitan su destrucción.

Actividad nº2

En tu cuaderno, realiza un cuadro resumen que señale la función de cada uno de los siguientes componentes de la inmunidad innata: piel, membranas mucosas, células ciliadas, lágrimas, saliva, sebo, sudor, jugo gástrico, interferones, sistema del complemento y células asesinas naturales.

Inmunidad adaptativa y sus componentes

La inmunidad adaptativa o adquirida **surge en respuesta a la exposición a agentes infecciosos específicos**, e **incrementa en magnitud y capacidad con cada exposición a un microbio en particular**. Como este tipo de inmunidad **se desarrolla en respuesta a una infección**, y representa una adaptación a ella, es que recibe su nombre. Las principales características que presenta la inmunidad adquirida son su increíble **especificidad** y la **capacidad de "recordar" y responder a repetidas exposiciones a un mismo microbio (memoria)**. Dada su increíble capacidad de distinguir entre microbios diferentes, pero estrechamente emparentados, es que la inmunidad adaptativa se conoce también como **inmunidad específica**. Los componentes de la inmunidad adaptativa son los **linfocitos y sus productos**. Los linfocitos participan en las respuestas inducidas por los agentes extraños al organismo, conocidos como **antígenos**. Existen diferentes tipos de linfocitos que difieren en cómo reconocen y destruyen a los antígenos. Los **linfocitos B** producen anticuerpos como resultado del reconocimiento de un antígeno determinado. Los **linfocitos T ayudadores (helpers)**, al reconocer un antígeno presentado por una célula accesoria, secretan citoquinas que estimulan la proliferación y especialización de otros linfocitos, incluidos los macrófagos, además de la respuesta inflamatoria. Las **células asesinas naturales**, que son un tipo de linfocito menos especializado, destruyen células infectadas por patógenos intracelulares, como los virus.



Producción de anticuerpos de un animal de experimentación que es enfrentado a un antígeno A, en la semana 2, y que luego, en la semana 7, es enfrentado al mismo antígeno A y a otro diferente: antígeno B.

Actividad n°3

Analice el gráfico anterior y luego respondan las preguntas que se plantean a continuación. Recuerde el concepto de anticuerpo desarrollado en la página anterior.

- a. ¿Qué ocurre con la producción de anticuerpos contra el antígeno A, en la primera y segunda inmunización?
- b. ¿A qué se debe esta diferencia en la producción de anticuerpos?
- c. ¿Cómo sería la velocidad de producción del anticuerpo contra el antígeno B, si se realiza una segunda inmunización con este antígeno?
- d. ¿En qué consiste la “memoria inmunológica”?

A. Inmunidad adaptativa humoral. Resulta de la producción de proteínas muy específicas, generadas en respuesta a un antígeno en particular, llamadas anticuerpos. Los **anticuerpos corresponden a inmunoglobulinas**, y circulan por la sangre y otros fluidos del cuerpo reconociendo antígenos microbianos específicos. Además de reconocer a los antígenos de manera específica, los anticuerpos pueden neutralizar la capacidad de infectar de los patógenos y los “marcan” para facilitar su eliminación. También son específicos en cuanto al tipo de respuesta que inducen. Algunos promueven la fagocitosis y otros gatillan la secreción de mediadores químicos que participan en la respuesta inflamatoria y en la activación del complemento, por ejemplo. La inmunidad humoral **es el principal mecanismo de defensa contra los microbios extracelulares y sus toxinas.**

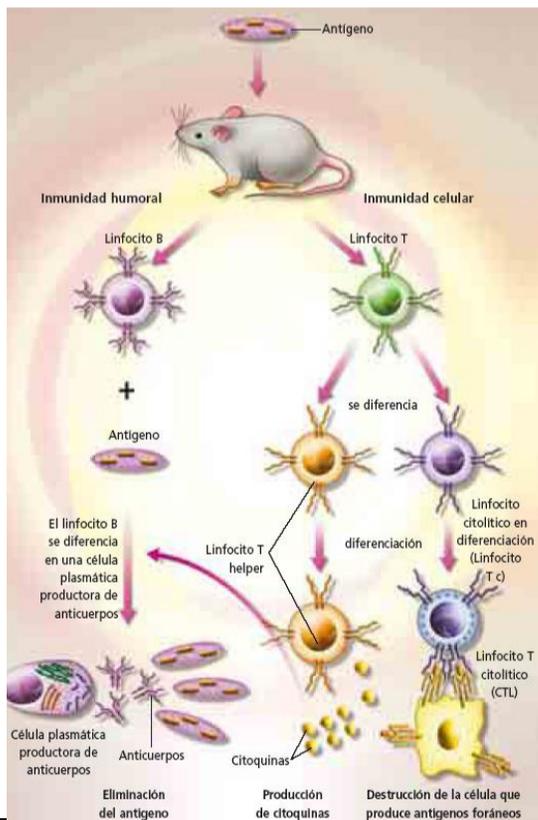
B. Inmunidad adaptativa celular. Los patógenos intracelulares, como los virus y algunas bacterias, pueden sobrevivir y proliferar dentro de los fagocitos y otras células, donde no pueden llegar los anticuerpos circulantes. En este caso, la defensa contra estos agentes es responsabilidad de la inmunidad celular. Este tipo de inmunidad se caracteriza por la participación de los **linfocitos T.**

Actividad n°4

- Analicen el esquema que muestra las respuestas humoral y celular.

A partir de él:

- a. Describan ambos tipos de respuesta inmune en sus cuadernos.
- b. ¿Qué importancia tienen las citoquinas? ¿Qué tipo de linfocito las produce?
- c. ¿Qué función cumplen los linfocitos citolíticos?



Representación de la inmunidad adaptativa humoral y celular.