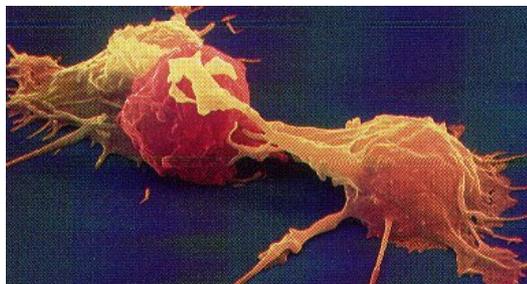


ANATOMÍA APLICADA 1º DE BACHILLERATO

# EL SISTEMA INMUNITARIO

ENTRE LA VIDA Y LA MUERTE



IES SIERRA DE SAN QUÍLEZ (BINÉFAR-HUESCA)

Los animales hemos evolucionado rodeados de microorganismos patógenos. Existen animales sin aparato respiratorio, sin aparato circulatorio o sin sistemas de excreción. Pero no existe ningún animal que carezca de mecanismos de defensa frente a las infecciones. No se puede ser animal sin elaborados trucos de defensa capaces de diferenciar lo propio de lo ajeno.

En los invertebrados solo existen sistemas de defensa innatos y estereotipados. Los vertebrados, además, contamos con el sistema inmunitario, que se adquiere antes del nacimiento y madura y se afianza en los primeros años de vida. La ciencia biológica encargada de estudiar estos procesos se denomina Inmunología.

## **1- DEFENSAS INESPECÍFICAS O INNATAS.**

Están presentes en el organismo de forma natural y se definen como el conjunto de mecanismos que tienden a evitar la invasión de los microorganismos. Son de dos tipos: unos impiden la entrada del agente invasor y otros lo combate una vez que ha penetrado.

### **1.1. Barreras primarias o externas.**

#### a) Barreras físicas.

La piel en los animales posee una gruesa capa de queratina, sufre continuas descamaciones y está constituida superficialmente por células muertas. De este modo se evita que penetren o proliferen colonias de microorganismos. Así, sólo los espirilos con su efecto de barrena pueden atravesar las mucosas.

#### b) Barreras químicas.

Los orificios naturales están tapizados por mucosas que segregan mucus con la finalidad de englobar partículas extrañas para su expulsión. El moco posee además sustancias que engañan a ciertos virus, haciéndoles "creer" que ya han penetrado dentro de la célula, el virus suelta su ácido nucleico que se pierde en el exterior de las células a las que podría infectar.

También, la presencia de fluidos en ciertas zonas, por ejemplo: las lágrimas, en los ojos o la saliva en la boca, que lavan y arrastran los microorganismos impidiendo que se instalen o que penetren. Además, estos fluidos contienen sustancias antimicrobianas; por ejemplo: la saliva contiene lisozima, el semen, espermina, etc

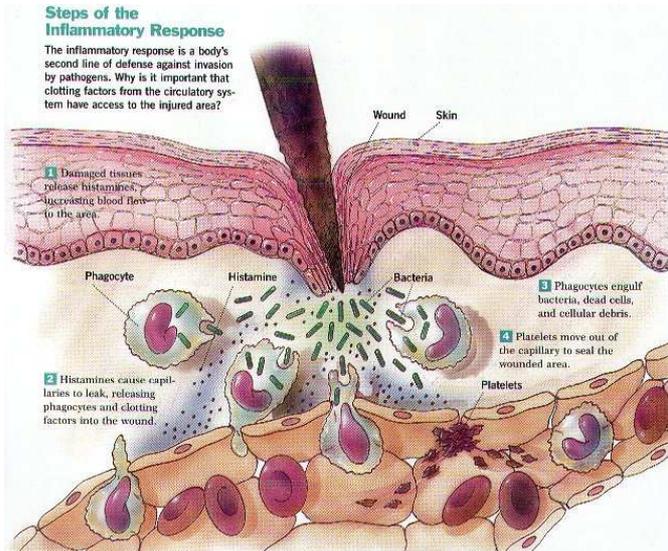
Las secreciones de sustancias que modifican el pH dificultan la supervivencia de los gérmenes. Un ejemplo es el HCl del estómago que no tiene una función digestiva sino antimicrobiana o la secreción de ácidos grasos en la piel o del ácido láctico vaginal.

#### c) Flora autóctona.

Los microorganismos presentes de una manera natural en ciertas partes de nuestro organismo, por ejemplo, las bacterias que forman la flora intestinal, impiden que otros se instalen segregando sustancias o estableciendo competencia por los nutrientes.

## 1.2. Barreras secundarias: los fagocitos.

En caso de que el agente extraño logre salvar los anteriores obstáculos (por ejemplo en una herida) intervienen respuestas tanto celulares como acelulares.



Cuando un vaso sanguíneo es lesionado, se liberan sustancias que atraen a varias poblaciones de leucocitos entre los que destacan los macrófagos y los granulocitos neutrófilos (o micrófagos) El papel de estas células es englobar, fagocitar y destruir a todos los microorganismos que hayan podido entrar en el foco de infección.

La respuesta fagocitaria se ve apoyada por la inflamación y vasodilatación del foco de infección. En algunos casos el sistema nervioso central puede producir un aumento local o general de la temperatura. Las barreras secundarias son innatas y se activan del mismo modo independientemente del microorganismo patógeno que haya entrado.

## 2. DEFENSAS ESPECÍFICAS O ADQUIRIDAS.

Los mecanismos innatos de defensa suelen ser eficaces en casi todos los casos. Pero podemos encontrarnos con microbios que se expandan rápidamente desde el foco de la infección, o que se camuflen dentro de nuestras células burlando a los fagocitos, o que incluso parasiten a los macrófagos. En estas circunstancias la respuesta innata no es eficaz. Es por esto que se han desarrollado defensas mucho más específicas. Estas defensas las lleva a cabo el Sistema Inmunitario y, al contrario que los mecanismos inespecíficos, que siempre están presentes, únicamente se desarrollan como respuesta a la invasión por un agente extraño concreto. En esta respuesta son protagonistas los linfocitos y los anticuerpos.

Las células y las sustancias que se comportan como extrañas para el organismo y contra las cuales éste desarrolla una respuesta inmune específica se denominan antígenos. Casi cualquier macromolécula (proteínas o polisacáridos, más concretamente) con masa molecular de 5000 o más puede desencadenar la respuesta inmunitaria, siempre que sea extraña al receptor.

Las células y moléculas que participan en la defensa inmune llegan a la mayor parte de los tejidos por el torrente sanguíneo, que pueden abandonar a través de las paredes de los capilares y al que pueden regresar por el sistema linfático.

Los organismos que desarrollan inmunidad adquirida van a reaccionar desencadenando dos tipos de respuesta:

### La respuesta inmunitaria humoral

El objetivo de esta respuesta es la producción de anticuerpos por los linfocitos B. Estos se fijarán a los organismos y moléculas extrañas con capacidad antigénica provocando una serie de reacciones que conducirán a la destrucción de los agentes extraños, que serán fagocitados por los macrófagos fundamentalmente. Esta respuesta se dirige sobre todo a los agentes extraños, virus, por ejemplo, que salen de las células infectadas para infectar nuevas células.

#### -La respuesta inmunitaria celular.

La respuesta humoral es poco eficaz si lo que se trata es de destruir a los agentes extraños que están en el interior de las células del propio organismo. La respuesta celular va dirigida a destruir estas células infectadas y a evitar que los agentes extraños puedan seguir reproduciéndose en ellas.

Ambas respuestas actúan coordinadamente contra los agentes patógenos circulantes, los que se encuentran en el interior de las células y las toxinas producidas por ellos.

#### **2.1. Las células del sistema inmunitario: Los linfocitos.**

Son células sanguíneas que se desarrollan a partir de las células madre hematopoyéticas, presentes en la médula roja de ciertos huesos, células que dan lugar a todos los tipos de células sanguíneas: glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas.

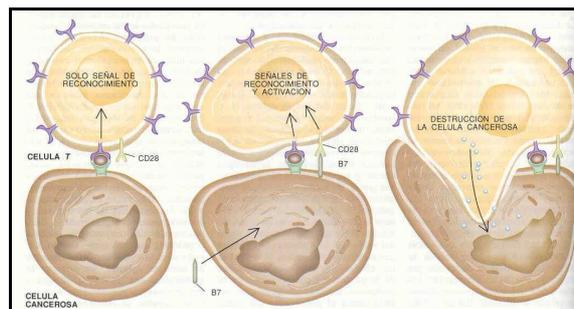
Los linfocitos, uno de los tipos de leucocitos, son los responsables de la especificidad inmunitaria. Se encuentran en grandes cantidades en la sangre, linfa y órganos linfoides (timo, nódulos linfáticos, bazo y apéndice). Hay varios tipos:

#### -Los linfocitos T:

Responsables de la llamada inmunidad celular. Se originan a partir de células originadas en la médula ósea que emigran al timo. Una vez maduran en el timo lo abandonan y se instalan en los tejidos linfoides. La maduración en el timo se da poco antes del nacimiento y algunos meses después.

Cada linfocito T puede reaccionar a un antígeno específico o un grupo de antígenos “sensibilizándose” lo que desencadena la respuesta inmunitaria celular. El linfocito T específico aumenta de volumen, se divide activamente y produce un clon del que se diferencian diversas subpoblaciones de linfocitos:

Los linfocitos T citotóxicos o matadores, que destruyen las células infectadas (y también a las células tumorales)



Los linfocitos T coadyuvantes, que desencadenan la producción de anticuerpos por los linfocitos B.

Los linfocitos T supresores, que Inhiben la respuesta inmune cuando esta ya no es necesaria.

### -Los linfocitos B.

Son las células responsables de la llamada inmunidad humoral. Se originan también en la médula ósea y maduran también en ella. Después de madurar, emigran al tejido linfoide donde se instalan. Se piensa que cada individuo tiene del orden de dos millones de linfocitos B diferentes capaces cada uno de producir un anticuerpo distinto. A lo largo del proceso de respuesta inmunitaria, por la actuación tanto de los antígenos como de los linfocitos T coadyuvantes darán lugar a las células plasmáticas responsables de la producción de anticuerpos.

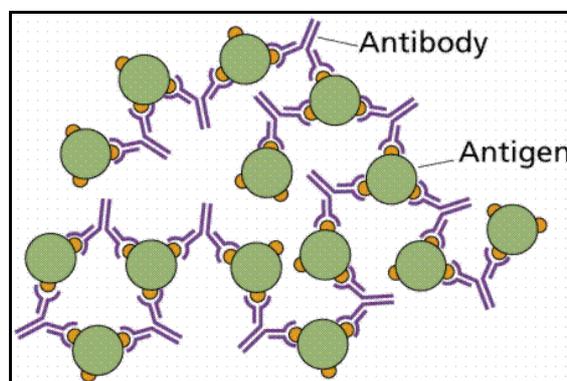


-Los linfocitos B de memoria son capaces de desencadenar una rápida producción de anticuerpos ante una nueva entrada del antígeno.

### **2.2. Los anticuerpos.**

Los anticuerpos o inmunoglobulinas son proteínas globulares que participan en la defensa contra virus, bacterias y parásitos mayores. Circulan por la sangre y penetran en los fluidos corporales donde se unen específicamente al antígeno que provocó su formación.

Son glucoproteínas formadas por cuatro cadenas polipeptídicas iguales dos a dos. Dos cadenas pesadas (H) y dos ligeras (L) y una cadena glucídica unida a cada una las cadenas pesadas.



Tanto en las cadenas ligeras como en las cadenas pesadas hay dos porciones, la porción variable, diferente en cada anticuerpo, y la porción constante.

La porción variable es la encargada de reconocer al antígeno y de unirse a él. Al haber tantos tipos de antígenos, debe de haber también muchos tipos de anticuerpos que se distinguirán por su región variable. Es por esto que esta región debe de tener una gran posibilidad de variación.

Los anticuerpos tienen, además, una zona bisagra. Esta zona es de gran importancia pues debido a ella se pueden adaptar mejor y unirse mejor al antígeno. Ahora bien, al tener en ambos extremos regiones variables va a poder unirse a dos antígenos diferentes.

Al entrar en contacto antígeno y anticuerpo se unen mediante enlaces no covalentes (F. Van der Waals, Uniones hidrofóbicas, E. hidrógeno) y se desencadenan una serie de procesos capaces de neutralizarlo y eliminarlo. La unión entre ellos es reversible, depende de sus concentraciones y también de la afinidad, cuanto mayor sea ésta, más proporción de moléculas estarán unidas.

### **3. LA RESPUESTA INMUNITARIA PRIMARIA Y SECUNDARIA.**

Respuesta humoral primaria: Se produce la primera vez que se entra en contacto con el antígeno (a los 7 días de la primera infección). Las células plasmáticas producen anticuerpos IgM dosis moderadas hasta que cesa la infección.

Respuesta humoral secundaria: Se produce si se repite el ataque, al cabo de días incluso años, se desencadena la respuesta secundaria, más rápidamente. Las células de memoria producen en poco tiempo (unos 3 días) de 100 a 1000 veces más anticuerpos del tipo IgG (en ciertas situaciones de los tipos IgA e IgE). También dura más tiempo, y su declive sea más lento.

### **4. VACUNAS Y SUEROS**

Aunque el Sistema Inmunitario está capacitado para combatir y eliminar células o moléculas ajenas, las enfermedades infecciosas siguen siendo una de las principales causas de mortalidad, sobre todo en países subdesarrollados. En los más industrializados se está produciendo un aumento de enfermedades que se creían controladas como la tuberculosis, o la aparición de otras como el SIDA. Es pues una preocupación actual la prevención de las enfermedades.

Las **vacunas** son preparados antigénicos constituidos por microorganismos no virulentos, muertos o por moléculas de estos desprovistas de toxicidad. Se obtienen a partir de microorganismos u otros agentes infecciosos e inducen en el individuo una inmunidad adquirida activa frente a esos agentes inoculados, con un mínimo de riesgos y de reacciones locales y generales.

Las vacunas deben tener dos propiedades:

\* Eficacia, pues tienen que desencadenar la respuesta inmune correcta.

\* Inocuidad, la vacuna debe estar desprovista de poder patógeno, logrando este objetivo sin interferir en la respuesta inmune.

Mediante los **sueros** se consigue una inmunidad inmediata ya que son preparados biológicos que contienen los anticuerpos específicos que la urgencia precisa. Es una intervención rápida menos duradera e intensa que la provocada por la vacunación.

El paciente no participa en la elaboración de moléculas, es por tanto una inmunidad adquirida pasiva.

## **5. INMUNOPATOLOGÍA.**

### **5.1- Enfermedades autoinmunes.**

Las células del sistema inmunitario linfocitos, macrófagos y otras han de aprender a tolerar cada célula y cada proteína del organismo sin dejar de atacar por ello a los invasores externos.

No obstante, se puede dar el caso de que algunos linfocitos inmaduros respondan ante elementos del propio cuerpo. Ahora bien, normalmente, si una célula inmunitaria reacciona ante un producto del propio organismo mientras se está formando en el timo o en la médula ósea, suele ser destruida o, al menos, inactivada por el propio organismo. Sin embargo, a pesar de este mecanismo de seguridad, algunos linfocitos pueden escapar a la inactivación o destrucción y desencadenar una respuesta inmunitaria contra moléculas o células del propio organismo generándose una enfermedad autoinmune.

Las enfermedades de autoinmunidad pueden afectar a cualquier órgano, si bien algunos se ven afectados con más frecuencia que otros; por ejemplo: la sustancia blanca del cerebro y de la médula espinal, en la esclerosis múltiple; los revestimientos de las articulaciones en la artritis reumatoide; las células secretoras de insulina, en la diabetes mellitus juvenil. Ciertas enfermedades autoinmunes destruyen las conexiones entre nervios y músculo (esclerosis lateral). Las hay que producen ampollas en la piel (psoriasis) o que destruyen los riñones y otros órganos (lupus eritematoso sistémico).

### **5.2. Fenómenos de hipersensibilidad: alergias.**

La respuesta alérgica es una intensa reacción de ciertos componentes del sistema inmunitario contra una sustancia extraña que por lo general es inofensiva.

En el tracto respiratorio superior la respuesta inmunitaria errónea produce estornudos y congestión nasal: rinitis alérgica. En el tracto respiratorio inferior puede causar constricción y obstrucción de los bronquios, participando, por lo tanto, en el desarrollo de síntomas asmáticos. En el tracto gastrointestinal la actividad inmunitaria provoca a veces náuseas, espasmos abdominales, diarrea y vómitos. Por último, si un alérgeno introducido por cualquier vía llega a la circulación sanguínea puede inducir anafilaxis.

¿Por qué la selección natural ha permitido que la alergia se haya extendido tanto? Una hipótesis podría ser que el cuerpo desarrolló en su origen la respuesta alérgica para hacer frente a los parásitos. Las personas capacitadas por su dotación genética para organizar un ataque inmunitario eficaz contra esos organismos sobrevivirían mejor que quienes carecieran de ese

mecanismo defensivo, habrían tenido mayor descendencia y sus hijos habrían transmitido a su vez a los suyos esos genes. Así se extendería entre la población humana el sistema de defensa contra los parásitos. Esta capacidad de defensa ha permanecido útil allí donde abundan los parásitos. Sin embargo, el sistema inmunitario de quienes ya no se encuentran con esos organismos reacciona ahora libremente -aunque de forma contraproducente- ante otras sustancias como el polen. En respaldo de esta tesis se ha observado que la alergia es menos común en las naciones en vías de desarrollo que en las industrializadas pero la investigación realizada en animales de experimentación para someter a prueba la hipótesis no ha resuelto nada.

### **5.3. El cáncer y la respuesta inmunitaria.**

Las células cancerígenas se parecen a las células normales del cuerpo en muchos aspectos. Aún así, actúan como células extrañas, reproduciéndose rápidamente e invadiendo los tejidos. Además, las células cancerígenas tienen antígenos en su superficie celular que difieren de los antígenos de las células normales y pueden ser identificadas como extrañas por lo que, quizás, el organismo pueda organizar una respuesta inmunitaria.

Cada vez hay más pruebas que indican que el cáncer no sólo puede inducir una respuesta inmunitaria sino que es un hecho que ésta se podría producir de modo que las células cancerígenas fuesen suprimidas mucho antes de que se detecte el cáncer. Los cánceres que se desarrollan representarían fallos ocasionales del sistema inmunitario. Por lo tanto, si se refuerza la respuesta inmunitaria, se podrá avanzar en el proceso de lucha contra el cáncer.

### **5.4. El SIDA y sus efectos en el sistema inmune.**

(Se estudiará con el tema de reproducción)