TEMA 16 Inmunología

24 de abril de 2025
Fecha de modificación

ÍNDICE de CONTENIDOS

1. El sistema inmunitario
2. El sistema inmunitario innato y su respuesta
3. El sistema inmunitario adquirido y su respuesta

4. Disfunciones y deficiencias del sistema inmunitario
5. Sistema inmunitario y cáncer

José Manuel Huertas Suárez

CRITERIOS de EVALUACIÓN

B.5.1. Desarrollar el concepto actual de inmunidad.
B.5.2. Distinguir entre inmunidad inespecífica y específica diferenciando sus células respectivas.
B.5.3. Discriminar entre respuesta inmune primaria y secundaria.
B.5.4. Identificar la estructura de los anticuerpos.
B.5.5. Diferenciar los tipos de reacción antígeno-anticuerpo.
B.5.6. Describir los principales métodos para conseguir o potenciar la inmunidad.
B.5.7. Investigar la relación existente entre las disfunciones del sistema inmune y algunas patologías frecuentes.
B.5.8. Argumentar y valorar los avances de la inmunología en la mejora de la salud de las personas.

Inmunidad vs. **Inmunitario** vs. **Inmunología** vs. **Inmunológico** vs. **Inmune**

"Del latín in-mūn(itātem) 'sin tocar, libre'; por tanto, es la capacidad de un organismo para mantenerse libre de agentes patógenos, químicos o células dañadas"

"Perteneciente o relativo a la inmunidad"

"Estudio relativo a la inmunidad biológica"

"Perteneciente o relativo a la inmunología"

"No atacable por ciertas enfermedades; o bien, perteneciente o relativo a las causas, mecanismos o efectos de la inmunidad"

0. Introducción

Primero aboradermos ell **sistema inmunitario** es un conjunto de células, tejidos y órganos que trabajan de manera coordinada para proteger al cuerpo de enfermedades e infecciones. Está compuesto por dos tipos de respuestas: la **inmunidad innata** (o natural) y la **inmunidad adaptativa** (o adquirida).

1. **Inmunidad innata o natural**:

a) Constituye la primera línea de defensa y actúa de forma **inespecífica**.

b) Incluye barreras físicas como la piel y las mucosas, además de células como **neutrófilos** y **macrófagos**, que identifican y eliminan patógenos de manera general.

2. **Inmunidad adaptativa o adquirida**:

a) Es una **respuesta específica** y **especializada**, desarrollada días después de la exposición a un antígeno.

b) Involucra a los **linfocitos T** (como los T colaboradores y T citotóxicos), que reconocen y atacan agentes patógenos con precisión y a los linfocitos B (productores de anticuerpos). Esta respuesta genera memoria inmunológica, permitiendo una reacción más rápida en futuras exposiciones.

Luego hablaremos de las **disfunciones del sistema inmunitario** y nos centraremos en:

- **Inmunodeficiencias** (congénitas o adquiridas) aumentan la susceptibilidad a infecciones.

- **Enfermedades autoinmunitarias** (ej. lupus, artritis reumatoide), donde el sistema ataca células propias al confundirlas con amenazas.

- El **cáncer**, una respuesta inmunitaria robusta es crucial para identificar y destruir células tumorales, aunque algunos mecanismos de evasión permiten su proliferación.

Terminaremos con los trasplantes de órganos, ya que El sistema inmunitario puede rechazar órganos trasplantados al reconocerlos como extraños. Para evitarlo, se emplean **inmunosupresores**, que reducen la actividad defensiva y minimizan el riesgo de rechazo.

1. La inmunidad y el sistema inmunitario

La **inmunidad** [del latín inmunis que significa "libre de"] es la capacidad de un organismo para mantenerse libre de agentes patógenos, químicos o células dañadas. Ello implica:

- **Protección contra agentes infecciosos** (bacterias, virus, hongos, etc.).
- **Defensa frente a sustancias extrañas** (toxinas, macromoléculas, contaminantes o agentes físicos como radiaciones).
- **Eliminación de células alteradas** (ej. células cancerosas o envejecidas).

El **sistema inmunitario** es el conjunto de elementos biológicos (células, proteínas, órganos) y mecanismos de defensa que permiten a un organismo:

- **Reconocer amenazas** (externas o internas)
  - **Amenaza externas** como virus, bacterias, toxinas.
  - **Amenaza internas** como células cancerosas -que reconoce como no propias-, células dañanas o envejecidas, células infectadas por virus y toxinas producidas por nuestras células.
- **Reaccionar específicamente** mediante respuestas coordinadas.

Sistema inmunitario = moléculas + células + tejidos + órganos + respuestas defensa

1.1 ELEMENTOS BIOLÓGICOS DEL SISTEMA INMUNITARIO

Los **elementos inmunitarios** son células defensivas (glóbulos blancos) y moléculas orgánicas solubles (como las proteínas del sistema complemento, los anticuerpos, la histamina, etc.) que se encuentran dispersos en diferentes fluidos corporales (sangre y linfa, entre otros), tejidos (médula ósea y tejido linfoide asociado a las mucosas -MALT-) y órganos (timo, bazo y ganglios linfáticos).

Esto es lo que vas a interpretar

Componentes sistema inmunitario = moléculas + células + tejidos + órganos

Esto es lo que debes interpretar

componentes sistema inmunitario = moléculas + células

Algunas células fabrican moléculas

Células no defensivas

Células defensivas

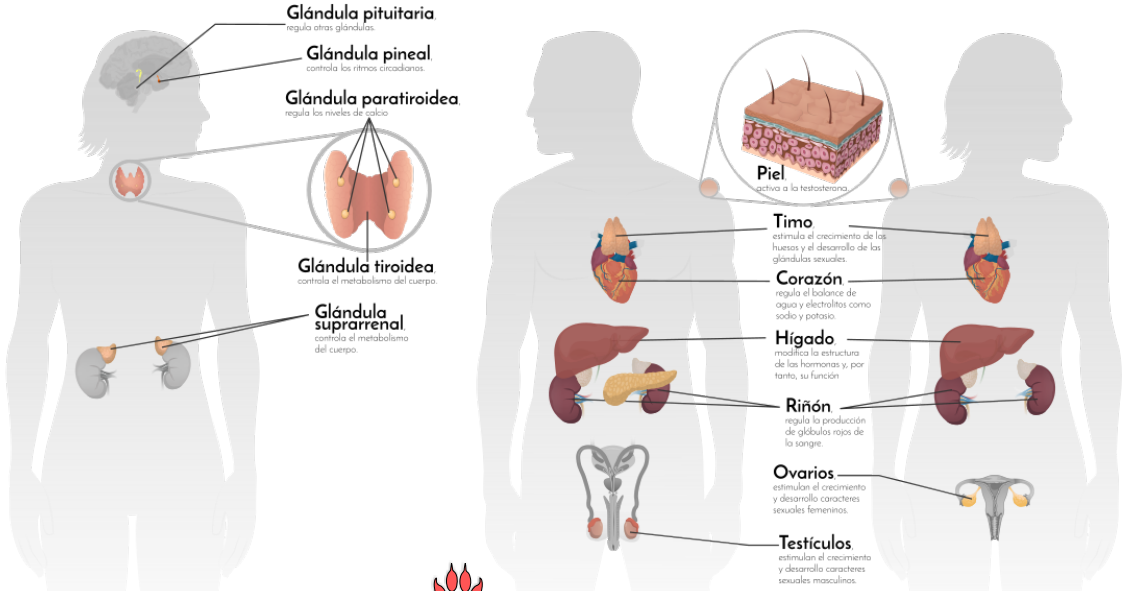
Algunas células fabrican moléculas

Nacen en médula ósea (= el tejido esponjoso que se encuentra dentro de los huesos) y maduran en el timo (órgano pequeño)

Glándulas endocrinas, solo realizan la función de secretar hormonas

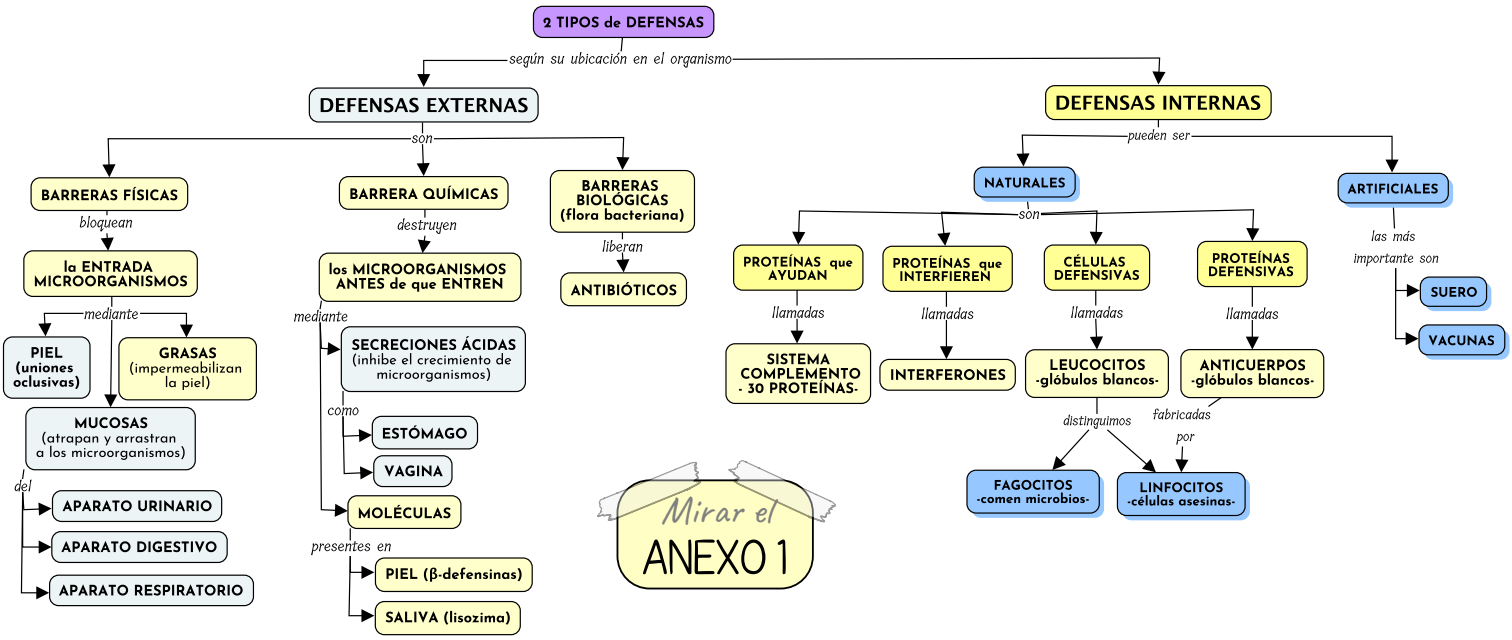
VS

Órganos endocrinos, realizan la función de secretar hormonas y otras funciones.



1.2 MECANISMOS DE DEFENSA

Los **mecanismos de defensa** son el conjunto de barreras y respuestas que posee un organismo para protegerse frente a agentes patógenos, sustancias químicas nocivas o células dañadas. Estas defensas permiten detectar, neutralizar o eliminar posibles amenazas para mantener el equilibrio interno del cuerpo (homeostasis). Los mecanismos de defensa se clasifican en función del origen del agente agresor, pudiendo ser externos (como bacterias, virus o toxinas) o internos (como células tumorales o tejidos dañados). A continuación un mapa conceptual.



1.2.1 Defensas externas (¡ACTÚAN CONTRA CUALQUIER GERMEN!)

Las **defensas externas** constituyen la primera línea defensiva del organismo, ya que impiden la entrada de cualquier tipo de germen en el cuerpo. Por esta razón, se consideran una barrera inespecífica, es decir, actúan contra cualquier tipo de patógeno, sin distinguir entre ellos. Según su naturaleza, los mecanismos defensivos externos se clasifican en físicos, químicos y biológicos.

Barreras físicas son estructuras y secreciones cuya función es bloquear de forma mecánica e inespecífica el paso de patógenos. Por ejemplo:

- La **piel**, cuyas células están estrechamente unidas, sin espacios intercelulares. Su pH ácido (entre 5 y 6) y la descamación dificultan la colonización por microorganismos
- Las **grasas**, secretadas por las glándulas sebáceas, impermeabilizan la piel y refuerzan su acción protectora.
- Las **mucosas**, que recubren la superficie externa e interna de cavidades en contacto con el exterior (aparatos digestivo, respiratorio, excretor, etc.), capturan y arrastran microorganismos.
- Los **cilios**, presentes en las células epiteliales de las vías respiratorias, generan movimientos vibrátiles que crean corrientes para expulsar partículas inhaladas, que luego se eliminan mediante la tos o el estornudo.

Barreras químicas son una serie de sustancias químicas cuyo fin es destruir de forma química e inespecífica a los patógenos. Éstas son:

- **Secreciones ácidas** del sudor (el ácido láctico y ácidos grasos), del estómago (ácido clorhídrico) y la vagina mantienen la superficie de la epidermis en un pH ácido que ayuda a evitar la colonización de bacterias y otros microorganismos.
- **Pequeños péptidos** llamados β-defensinas, que segregados por la piel, córnea y tracto respiratorio, que perforan la membrana plasmática o envoltura de dichos patógenos.
- **Lisozima** (una enzima) y **lactoferrina** (una glicoproteína). Ambas se encuentran en las lágrimas (+ efecto lavado) y en la saliva. La lisozima destruye el peptidoglucano de la pared celular de las bacterias; mientras que, la lactoferrina (se apodera del hierro libre que necesitan los microbios para crecer)

Barreras microbiológicas son bacterias (flora bacteriana autóctona) que habitan de forma simbiótica en la piel, tractos digestivos y urogenitales. Estas bacterias liberan antibióticos que inhiben la proliferación de microorganismos extraños para evitar la competencia.

1.2.2 Defensas internas

Las **defensas internas** son la segunda y tercera línea defensiva del organismo y está formado por células (leucocitos) y proteínas (sistema complemento, interferón y anticuerpos). Su función es la de defender al organismo de sustancias externas (los antígenos), ya sean de naturaleza biológica (agentes patógenos) o físico-químicas (como contaminantes o radiaciones) e internas (por ejemplo, células cancerosas). Las defensas internas se clasifican, según su naturaleza, en: naturales y artificiales

Defensas internas naturales están constituidas por proteínas que ayudan (sistema complemento), proteínas que interfieren (interferones), proteínas que defienden (anticuerpos) y células que defienden contra la lucha de agentes infecciosos, químicos o celulares.

Defensas internas artificiales están constituidas por sueros (anticuerpos) y vacunas (inyecciones con agentes infecciosos debilitados o restos de ellos)

2. El sistema inmunitario innato y su respuesta

El **sistema inmunitario innato** (llamada también inmunidad natural o inespecífica) es la segunda línea de defensa del organismo y está formado por moléculas y células que actúan de manera inmediata frente a infecciones.

MOLÉCULAS que forman parte del sistema innato son

- En procariontes. Tenemos a las **enzimas** que los protegen contra infecciones virales (por ejemplo, las nucleasas)
- En eucariontes.
  - **Péptidos antimicrobianos (= defensinas)**: Actúan destruyendo membranas de microorganismos.
  - **Citoquinas**: Son proteínas o péptidos pequeños que activan, frenan o modulan respuestas producirlas células no inmunes (ej. endoteliales, epiteliales).Ojo, estas moléculas son producidas por células inmunitarias (linfocitos T, macrófagos, células dendríticas).

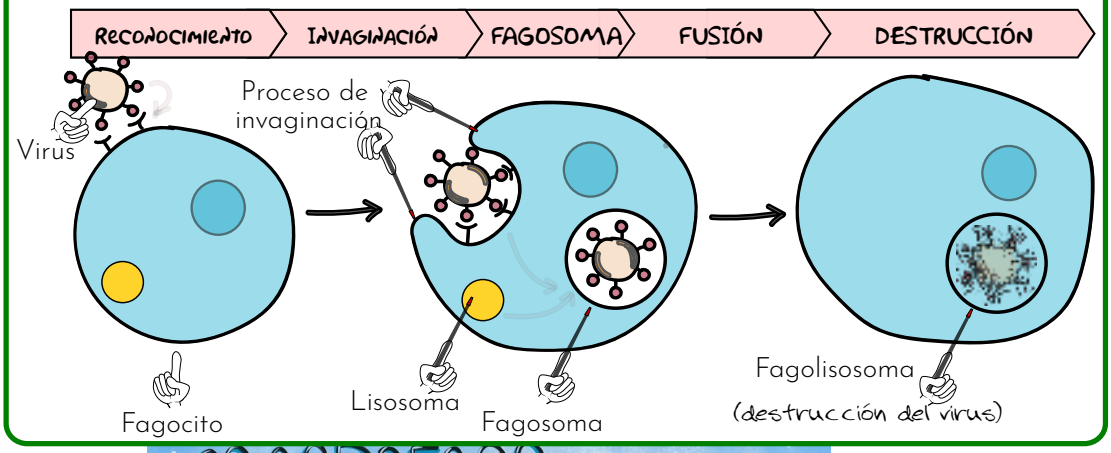
CÉLULAS que forman parte del sistema innato son

- Fagocitos
  - **Basófilos**: Participan en reacciones alérgicas.
  - **Eosinófilos**: Defienden contra parásitos multicelulares.
  - **Neutrófilos**: Principales responsables de la fagocitosis en infecciones bacterianas.
  - **Monocitos**: Precursores de macrófagos y células dendríticas.

Mirar el ANEXO 2 y 3

Macrófagos, un tipo de fagocitos del sistema inmune

(1) Reconocen las sustancias propias y ajenas del cuerpo gracias a su receptores ubicados en su membrana plasmática y
(2) Eliminan a los patógenos mediante el proceso de fagocitosis.



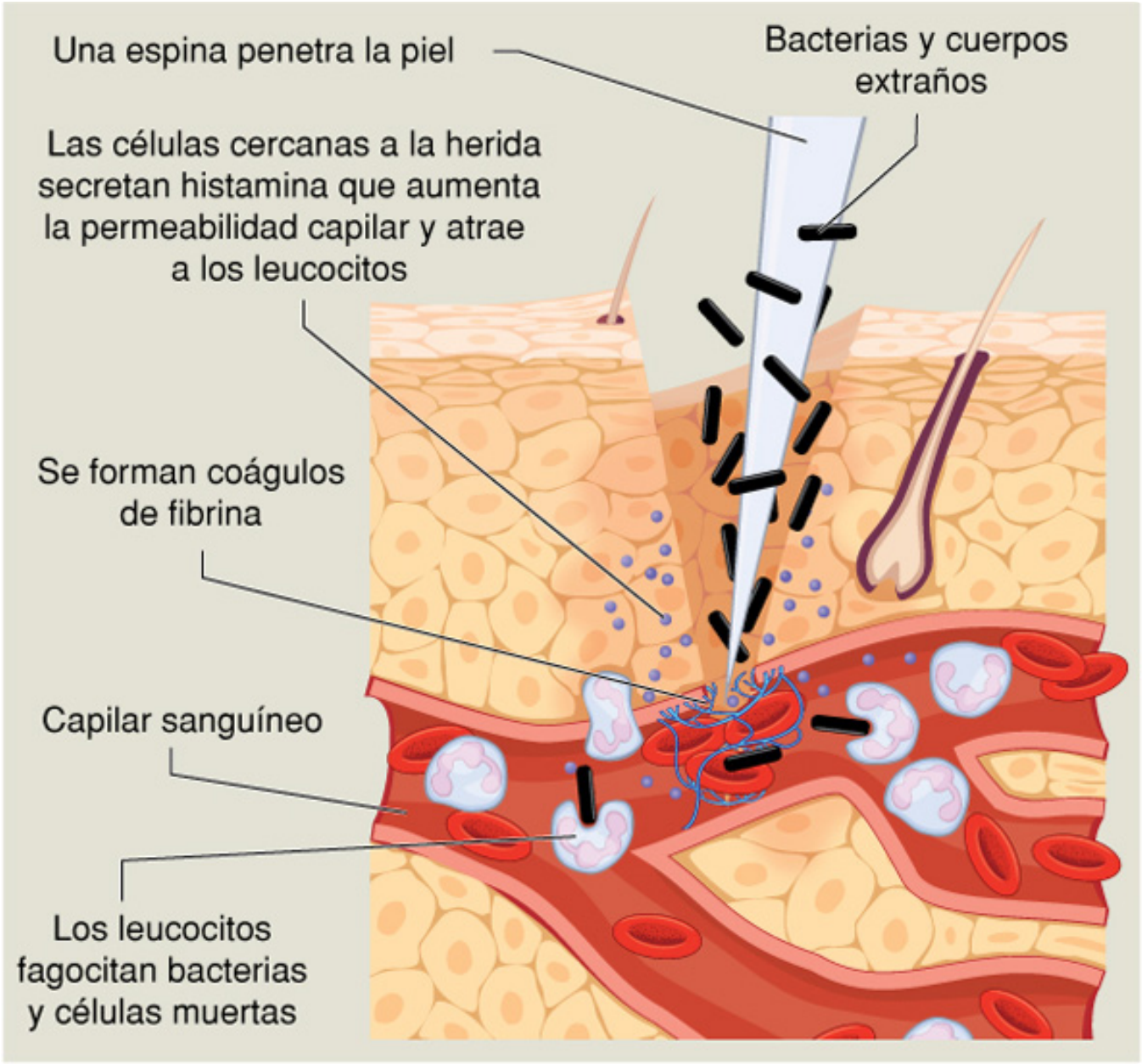
2.1 CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA INNATO

El **sistema innato** se caracteriza por:

- **Baja especificidad** (= inespecifidad), pues reconoce y actúa contra patógenos (virus, bacterias, hongos, parásitos) de forma genérica, sin discriminar entre tipos microbianos.
- **Respuesta inmediata**: Actúa en minutos u horas tras la detección, sin periodo de latencia.
- **Ausencia de memoria inmunológica**: Su eficacia no aumenta tras exposiciones repetidas al mismo patógeno.
- **Ubicuidad evolutiva**: Está presente en todos los animales multicelulares, desde invertebrados hasta vertebrados.

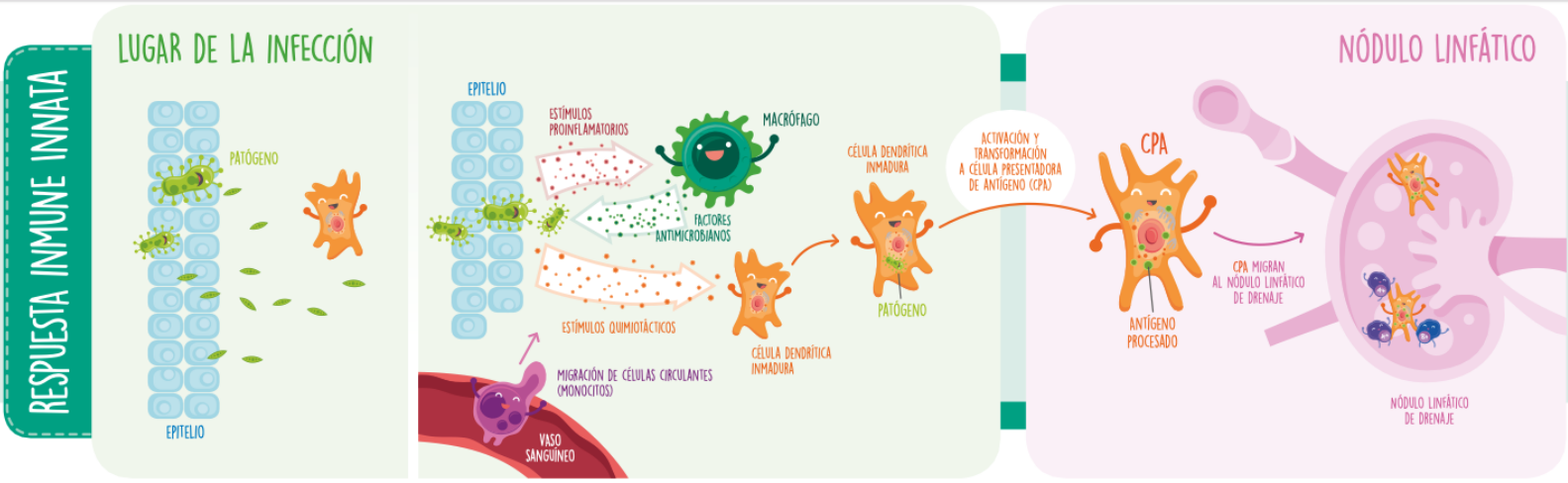
El **sistema innato** sirve para:

- **Detección de amenazas**: Detectar señales de células dañadas por quemaduras, radiación o tumores y presencia de agentes patógenos (al reconocer productos esenciales de ellos).
- **Contención primaria**: Eliminar rápidamente, si es posible, a los patógenos que logran rebasar las barreras externas (piel, mucosas), mediante fagocitosis, inflamación o sistemas humorales (complemento, péptidos antimicrobianos).
- **Activar al sistema adquirido**: Funciona como sistema de alerta temprana.
  - **Presentando antígenos a linfocitos T en órganos linfoides.**
  - **Coordina la respuesta específica mediante citocinas** indicando:
    - **Tipo de respuesta requerida** (humoral vs. celular)
    - **Especificidad del arsenal inmunológico** (activación de subpoblaciones de linfocitos B o T citotóxicos)
    - **Localización óptima para la acción defensiva**



2.2 RESPUESTA INMUNITARIA INNATA (NATURAL, INESPECÍFICA)

La **respuesta inmunitaria innata** es el conjunto de mecanismos de defensa no específicos que actúan como primera línea de protección contra patógenos (bacterias, virus, hongos, parásitos) o partículas extrañas. Hay varios tipos de respuestas innatas que son: respuesta térmica, respuesta del sistema complemento, respuesta de aviso, respuesta de células asesinas



La **respuesta térmica** consiste en elevar la temperatura corporal (fiebre) gracias a pirógenos endógenos, que inhibe la replicación microbiana (dificultades para multiplicarse a temperaturas elevadas). El cuerpo genera calor mediante diversos mecanismos, como la contracción muscular (escalofríos) y el aumento del metabolismo. Así pues, el proposito es (1) generar un ambiente hostil y (2) acelerar la respuesta inmune (acelerar reacciones químicas)

La **respuesta sistema complemento innato** está formado por 30 proteínas plasmáticas (pues se hallan en el plasma sanguíneo circulando en la sangre de forma inactiva) que pertenecen al grupo de las globulinas. Cuando se activan, estas proteínas desencadenan una **serie de reacciones en cadena** que conducen a la destrucción de los patógenos. Hay cuatro tipos de respuestas: inflamatoria, opsonización, quimiotaxis y lisis.

- La **respuesta inflamatoria** donde se aumenta el flujo sanguíneo y permeabilidad vascular para facilitar el reclutamiento de células inmunes. Este proceso incluye dos fases principales:.
  - PRIMERA fase: Dilatación vasos sanguíneos → aumento de flujo sanguíneo (= calor local y enrojecimiento) → avalancha de fagocitos (primero neutrófilos y luego monocitos) → pus
  - SEGUNDA fase: Permeabilidad de los vasos sanguíneos → salida del plasma sanguíneo (y anticuerpos) → aumento de volumen del líquido intersticial → hinchazón (= edema).
- La **respuesta de opsonización** [del griego 'opson' que significa condimento], donde los patógenos son recubiertos por un tipo proteínas llamadas **opsoninas** (C3b, C4b o C3b y la lectina fijadora de manosa o inmunoglobulinas IgG), esto hace que los patógenos sean más apetecibles para los fagocitos.
- La **respuesta de quimiotaxis**, la unión de la proteína opsonina con el antígeno del patógeno lo que **provoca un efecto quimiotáctico positivo** (atraer organismos hacia la concentración de un estímulo químico) que atrae a unas células "carnívoras" que se llaman fagocitos que significa "célula de comer", los cuales circulan por todo el cuerpo, buscando posibles amenazas, como bacterias y virus, para engullirlos y destruirlos. Puedes pensar en los fagocitos como guardias de seguridad patrullando.
- La **respuesta de lisis**, la unión antígeno-proteína induce una secuencia de reacciones químicas en cascada cuyo producto final es una enzima activa llamada proteasa. Esta proteasa perfora al antígeno lo que genera que entre agua extracelular dentro del antígeno produciendo su hinchamiento y finalmente su destrucción o lisis.

La **respuesta de aviso**. Los interferones son un conjunto de proteínas producidas por las células asesinas naturales (abreviado NK por el inglés "natural killer"), que avisan a otras células de la presencia de patógenos e interfieren en el proceso de replicación de los virus y células cancerosas en el interior de las células. En la especie humana, hay tres tipos de interferones: el alfa (ℵ), el beta (β) y el gamma (δ).

- Los **interferones alfa (ℵ) y beta (β)** se producen y liberan si los leucocitos quedan infectados por un virus. Estas moléculas de interferón provocan mecanismos de defensa en las células vecinas de la siguiente manera:
  célula infectada por un virus → activa gen interferón → genera un conjunto de moléculas (= interferón) que es expulsado al exterior celular → se unen a células vecinas → generan proteínas antivirales que, ante una infección viral, bloquean la replicación del virus.
- Los **interferones gamma (δ)** es producido por células asesinas cuando detectan antígenos de virus, bacterias o células cancerígenas. Los interferones gamma llegan a otros linfocitos, células asesinas y macrófagos y lo estimulan para que destruyan a las células infectadas o cancerígenas.

La **respuesta de células asesinas**. Los células asesinas se dedican a inspeccionar cada célula y aquellas que no lleven la placa identificativas del complejo principal de histocompatibilidad abreviado MHC por sus siglas en inglés, las destruyen. Por ejemplo, cuando un virus infecta a una célula requisa toda su maquinaria biosintética para fabricar sus componentes, al hacerlo deja de fabricar las proteínas identificativas de la célula y, por tanto, la célula asesina destruye a la célula infectada. ¿Cómo la destruye? Le inyectan enzimas activadoras de la apoptosis (muerte celular programada).

3. El sistema inmunitario adquirido y su respuesta

El **sistema inmunitario adquirido** (llamada también inmunidad específica) es la tercera línea de defensa del organismo y está formado por: (1) ciertas moléculas como los anticuerpos, las citocinas, etc. y (2) células específicas llamadas linfocitos T y linfocitos B

3.1 CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA ADQUIRIDO

El **sistema adquirido** se caracteriza por (1) su alta especificidad, pues solo actúan sobre determinados gérmenes, cada antígeno es atacado por un tipo de linfocito; (2) su acción es lenta, pues tarda 3 a 4 días en ser efectiva; (3) tener una memoria inmunológica, pues hay linfocitos que recuerdan los antígenos tras su primer contacto con él (respuesta primaria), de tal modo que si existe un posterior contacto con el antígeno la respuesta (respuesta secundaria) es mucho más rápida e intensa y (4) estar presente solo en vertebrados y casi inusual en invertebrados

La **función del sistema adquirido** es contener y, si es posible, eliminar rápidamente a los patógenos que logran rebasar la segunda línea de defensa (vamos el sistema innato).

Mirad el ANEXO 4

3.2 RESPUESTA INMUNITARIA ADQUIRIDA (ESPECÍFICA)

La **respuesta inmunitaria adquirida** es el conjunto de mecanismos de defensa específico para eliminar determinados microorganismos o sustancias extrañas particulares (= especificidad) . Esta respuesta se da en todos los vertebrados y en algunos los invertebrados. Hay dos tipos de respuestas adquiridas que son: respuesta celular y la respuesta humoral

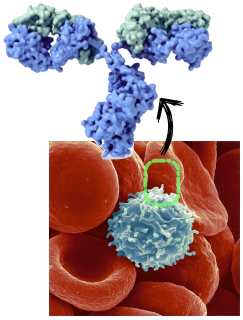
- La **respuesta celular de los linfocitos** es matar a un tipo de agente patógeno concreto. Por ejemplo, las células asesinas destruyen al patógeno, célula infectada o célula tumoral mediante la liberación de perforina (perfora agujeros en la membrana) o óxido nítrico (tóxico directamente). Los linfocitos se diferencia dos tipos: linfocitos T y linfocitos B.
  - **Linfocitos T:** Son un tipo de glóbulos blancos que maduran y se diferencia en el timo (una glándula). Allí cada linfocito adquiere un tipo de receptor en su superficie celular. Estos lifoncitos producen citoquinas (péptidos pequeños que actúan como mensajeros).
    - **Linfocitos T4 o linfocitos T colaboradores (TH, helper)**: Son linfocitos T con un receptor CD4+ (una proteína que identifica a la célula y actúa como receptor de antígenos) en su membrana plasmática. Distinguimos 4 subtipos (TH (Th1, Th2, Th17, Treg) con funciones opuestas o complementarias. Son los "directores" de la respuesta adaptativa, pues activan a (1) macrófagos contra patógenos intracelulares (ej. bacterias, virus), (2) linfocitos T8 y (3) otras células inmunitarias como los neutrófilos. El virus del VIH infecta a los T4 alterando su funcionabilidad y reduciendo su conteo (<200 células/μL define SIDA), lo que debilita la inmunidad y aumenta el riesgo de infecciones oportunistas.
    - **Linfocitos T8 o linfocitos T citotóxicos (TC)**: Son linfocitos T con un receptor CD8+ en su superficie. Su función principal es destruir células infectadas por virus, células cancerosas o dañadas. Son los "soldados" de la respuesta adaptativa, pues
    - **Linfocitos T supresores o reguladores (TS)**: Son linfocitos T cuya función principal es suprimir o regular la respuesta inmune. Pueden pertenecer tanto a la población CD4+ (la mayoría) como a la población CD8+ (en menor medida).
    - **Linfocitos de memoria**: Son un estado funcional que pueden adquirir tanto los linfocitos T4 como los linfocitos T8 después de una respuesta inmune. Son como "veteranos" del sistema inmunitario, listos para actuar rápidamente si el enemigo regresa.

  - **Linfocitos B** son un tipo de linfocitos que fabrican anticuerpos. Se desarollan en la médula ósea y maduran y se diferencian en el bazo. Allí cada linfocito adquiere un tipo de receptor BCR que se instala en su membrana plasmática.
    - **Linfocitos B activados**: Son linfocitos B activados por linfocitos T CD4+ (T helper) o por antígenos sin necesidad de células T".
    - **Células plasmáticas**: Son linfocitos B especializados en secretar anticuerpos solubles, su activación depende principalmente de linfocitos T CD4+.
    - **Células B memoria**: Son células derivadas de linfocitos B activados que "recuerdan" un antígeno específico tras una infección o vacunación. Permiten una respuesta más rápida y eficaz en futuras exposiciones al mismo patógeno.

Tipos de Citoquinas, según su función o estructura:

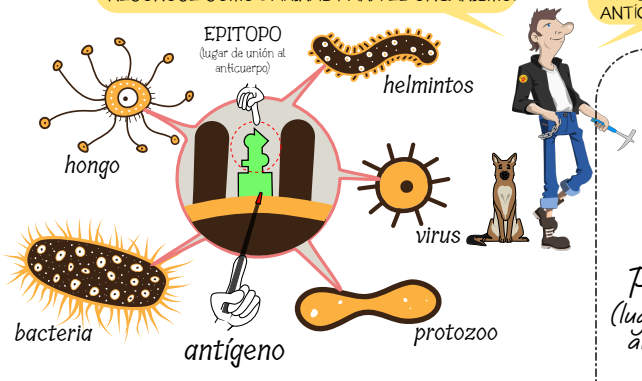
- **Interleucinas (IL):** Regulan la comunicación entre células inmunitarias.
- **Interferones (IFN):** Defensa antiviral y activa macrófagos contra bacterias intracelulares.
- **Quimiocinas:** Actúan como "señales de GPS" para atraer células inmunitarias a sitios de infección.
  Ejemplo: CXCL8 (IL-8) recluta neutrófilos.
- **Factores de crecimiento:** Estimulan proliferación y diferenciación celular.
- **Factor de necrosis tumoral (TNF):** Induce inflamación y apoptosis (muerte celular programada).

La **respuesta humoral** consiste en utilizar unas proteínas globulares específicas llamadas anticuerpos, producidos por los linfocitos B, que se unen al ANTÍGENO (= agente invasor extracelular o toxinas) para combatir a los agentes invasores extracelulares o toxinas. La unión forma un complejo antígeno-anticuerpo gracias a las interacciones no covalentes, como los enlaces de Van der Waals, enlaces iónicos, puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas, que se establecen entre ambas sustancias. Lo de "humoral" se debe a la presencia de anticuerpos (proteínas globulares y solubles en agua) en diversos fluidos corporales del individuo (tradicionalmente llamados "humores"), como la sangre, la linfa y las secreciones mucosas.



Antígeno

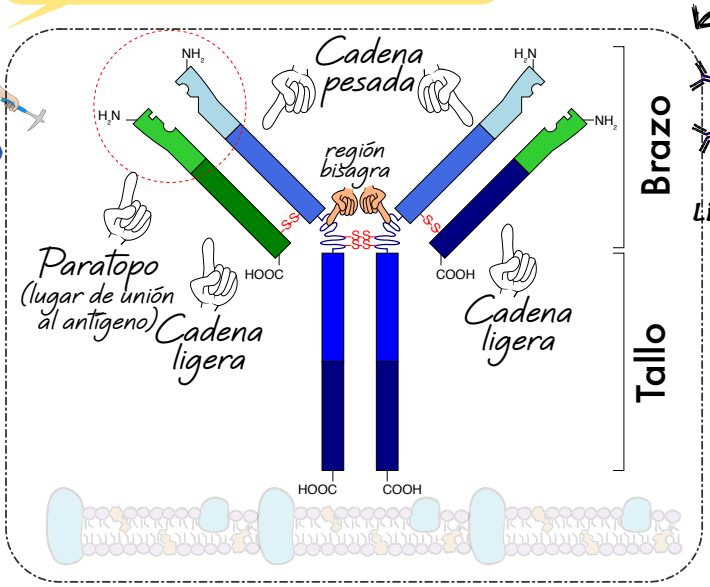
LOS ANTÍGENOS SON SUSTANCIAS PROPIAS O AJENAS AL ORGANISMO QUE EL SISTEMA INMUNE RECONOCE COMO DAÑINAS PARA EL ORGANISMO

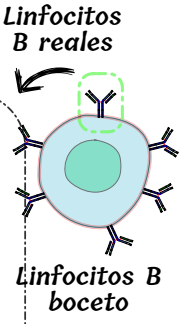


LOS **PATÓGENOS** [DEL GRIEGO 'PATHOS' = 'DOLENCIA' Y 'GENO' =GENERA] SON MICROORGANISMOS COMO HELMINTOS, BACTERIAS, PROTOZOOS, HONGOS Y VIRUS QUE CAUSAN DAÑO O UNA ENFERMEDAD AL ORGANISMO QUE COLONIZAN. TODO PATÓGENO PRESENTA EN SU SUPERFICIE UNA O VARIAS SUSTANCIAS (PROTEÍNAS, GLÚCIDOS, LÍPIDOS, ETC.) QUE LOS ANTICUERPOS RECONOCEN COMO ANTÍGENO.

Anticuerpos

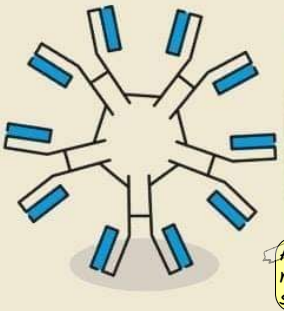
LOS ANTÍCUERPOS O INMUNOGLOBULINAS (SE ABREVIAN Ig) SON PROTEÍNAS con estructura cuarternaria LIBRES O ASOCIADAS A LOS LINFOCITOS B QUE SE UNEN A LOS ANTÍGENOS PARA MARCARLOS O DESTRUIRLOS.





INMUNOGLOBULINAS (Anticuerpos)

IgM



Es el primer anticuerpo que genera el organismo para combatir una nueva infección.

Anticuerpos pentaméricos. No tienen región bisagra y se encuentra en el suero sanguíneo

IgA

Predominante en mucosas. Encargado de la defensa en las membranas mucosas y secreciones.

Anticuerpos diméricos. Se encuentran en las lágrimas, saliva, calostro, leche materna y secreciones respiratorias, intestinal y urogenital

IgG

Abundante en sangre, tarda un tiempo en formarse después de una infección o vacunación.

Anticuerpos monoméricos. Se encuentra en fluidos intersticiales y en la sangre. Se asocia a la memoria inmunológica

IgE

Se sobreexpresa cuando el organismo reacciona frente a los alérgenos o a una infección provocada por parásitos.

Anticuerpos monoméricos. Se encuentran en los tejidos

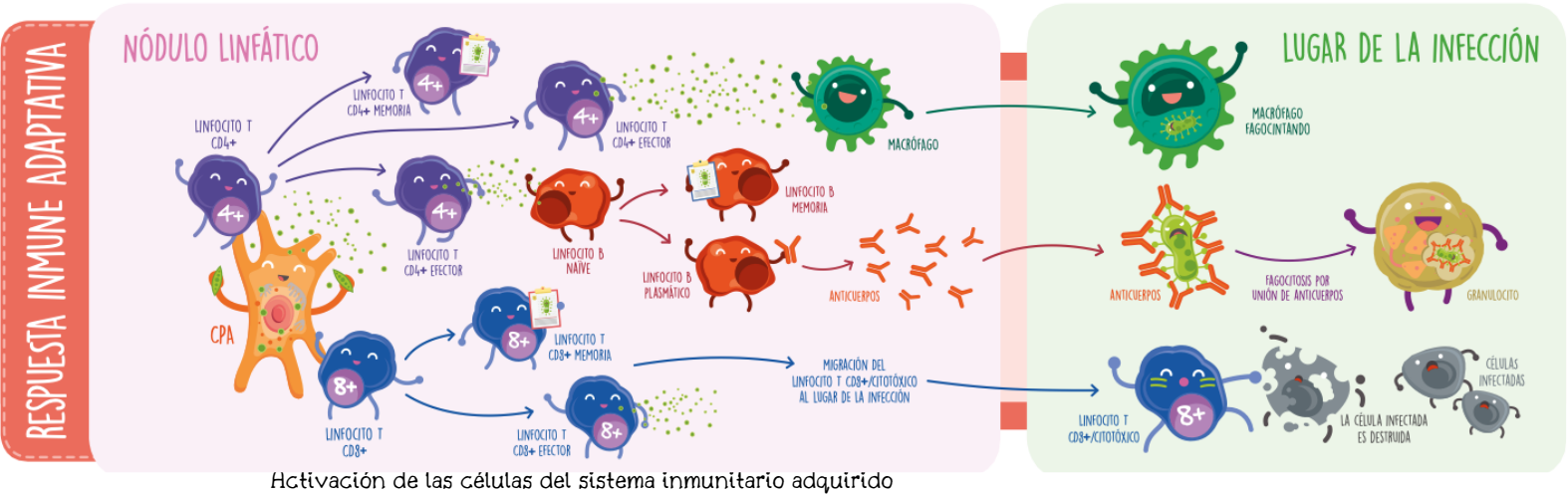
IgD

Presente en pequeñas cantidades en la sangre y es el anticuerpo que menos se conoce.

Anticuerpos monoméricos.

3.3 RESPUESTA PRIMARIA Y SECUNDARIA DEL SISTEMA INMUNITARIA ADQUIRIDA (ESPECÍFICA)

Ambos tipos de respuestas, humoral y celular, pueden ser primarios o secundarios, en función de si se desencadena ante el primer contacto con el antígeno o por contactos posteriores.



Activación de las células del sistema inmunitario adquirido

Respuesta primaria La respuesta primaria es la reacción inicial del sistema inmune adaptativo que ocurre tras el primer contacto con un antígeno determinado. Podemos resumirla en las siguientes etapas:

- **Reconocimiento de los antígenos por células presentadoras de antígenos (CPA)** como las células dendríticas, macrófagos y células B, capturan y procesan antígenos. Por ejemplo, un macrófago fagocita un patógeno, degrada sus proteínas y presenta fragmentos peptídicos en su membrana asociados al complejo MHC II para su reconocimiento
- **Activación de las células de linfocitos T y B,** que incluye la interacción con CPA, la señalización por citoquinas y la proliferación y diferenciación celular.
  - **Linfocitos T4 o TCD4+ (T helper o Th)** Primero Los linfocitos T4 (colaboradores) se activan al reconocer el complejo péptido-MHC II en las CPA. Tras su activación, secretan citoquinas (ej. IL-2) para proliferar y diferenciarse en subtipos:
    - **Linfocitos T4 TH1**. Producen citoquinas como el interferón gamma (IFN-γ) y el factor de necrosis tumoral (TNF), que activan a los marófagos y a los linfocitos T CD8+ (citotóxicos)). Participan en la respuesta inmune celular.
    - **Linfocitos T4 TH2**. Secretan citoquinas como IL-4, IL-5, IL-6 e IL-10, que promueven la activación, proliferación y diferenciación de los linfocitos B en células plasmáticas productoras de anticuerpos. Participan en la respuesta inmune humoral.
  - **Linfocitos T8 o TCD8+ (T citotóxico)** En segundo lugar, los linfocitos T8 (citotóxicos) son activados por CPA y citoquinas producidas por los linfocitos T4 TH1.
    - Liberan **perforina**, una proteína que forma poros en la membrana de la célula diana, y **granzimas**, que inducen la apoptosis (muerte celular programada) en la célula diana.
  - **Linfocitos B** En tercer y último lugar, los linfocitos B se activan al unirse al antígeno a través de su receptor de células B (BCR). Tras la unión al antígeno, los linfocitos B internalizan, procesan y presentan el antígeno en el MHC II. Los linfocitos Th2 reconocen este complejo y liberan citoquinas que promueven la diferenciación de los linfocitos B en células plasmáticas y células B de memoria.
    - Las **células plasmáticas** secretan anticuerpos específicos a un ritmo elevado (de 2.000 a 20.000 anticuerpos por segundo). Inicialmente, se secretan anticuerpos IgM, y posteriormente, pueden secretarse otros isotipos como IgG, IgA e IgE.
    - **Células B de memoria.** Tras las infección, algunos linfocitos B activados circulan por el cuerpo por si el patógeno regresase
- **Eliminación del antígeno y destrución de células infectadas.** Los anticuerpos neutralizan (la IgG e IgM se unen a patógenos bloqueando su capacidad para infectar células o causar daño), opsonizan (marca al patógeno para su fagocitosis al unirse a su superficie) y activan al sistema complemento adquirido (los anticuerpo atraen a células inmunitarias y promueven inflamación). Las células infectadas son destrucidas por células T CD8+ (T citotóxicas).
- **Regulación y resolución de la respuesta inmunitaria** La respuesta se atenúa mediante mecanismos como (1) la apoptosis de linfocitos activados, (2) la acción de células T reguladoras (Treg), restaurando la homeostasis y evitando daño tisular y (3) activando el sistema complemento

email: maestrodenaturales@gmail
José Manuel Huertas Suárez
web: maestrodenaturales.webador.es

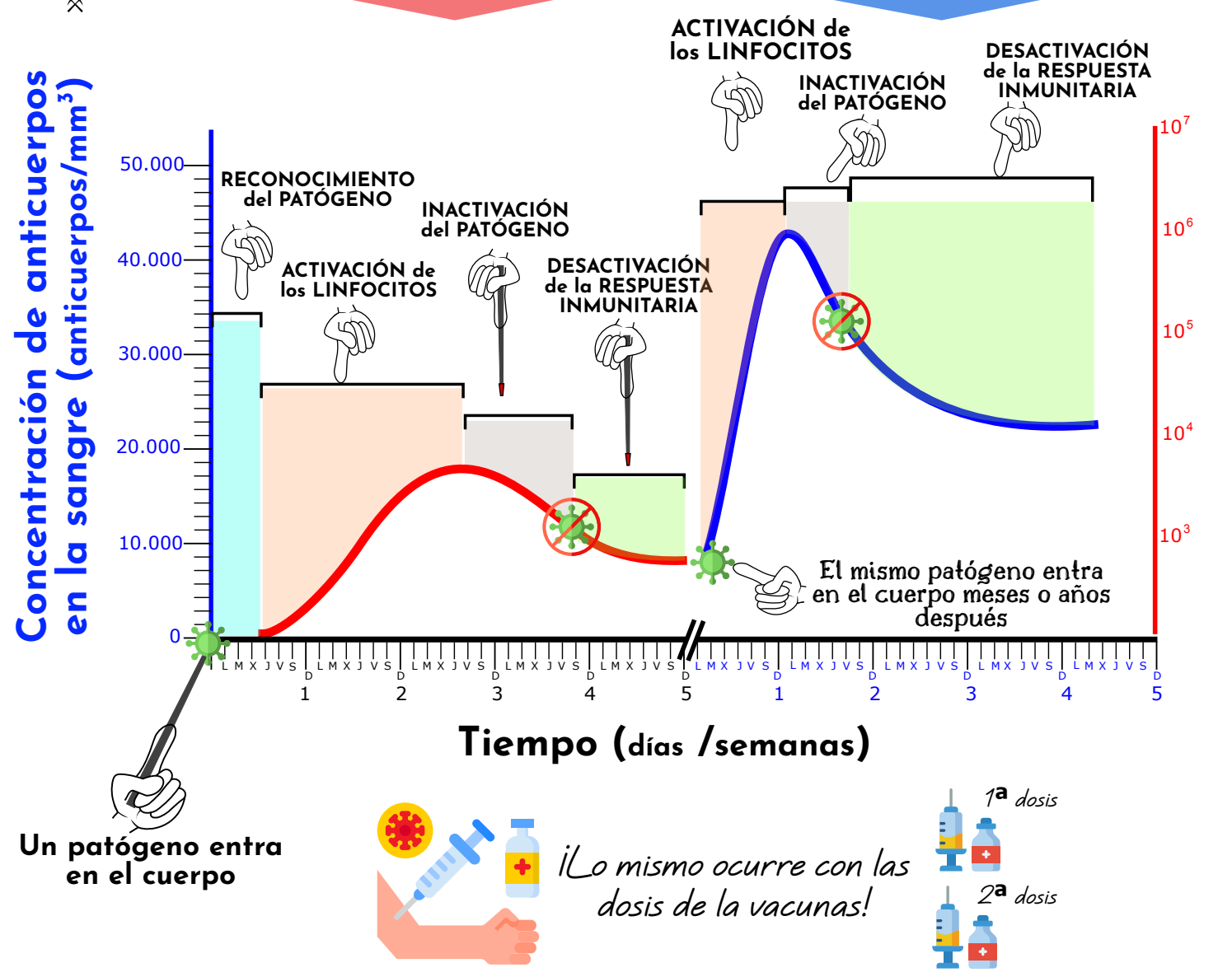
Respuesta secundaria Se da cuando el sistema inmune adaptativo tiene un segundo contacto con un antígeno determinado. Cuando esto ocurre, el organismo responde más rápidamente, intensamente y eficazmente, porque nuestro organismo tiene linfocitos T y B de memoria generados en la respuesta primaria. La respuesta secundaria no requiere la fase de reconocimiento y activación inicial, reduciendo el período de latencia de días/semanas (primaria) a horas. En la respuesta primaria predominan las IgM, mientras que en la secundaria se generan más IgG, IgA o IgE, adaptadas a la naturaleza del patógeno.

Por ejemplo, si una persona se infecta por segunda vez con el virus de la influenza:

- Los linfocitos B de memoria producen rápidamente IgG específica contra el virus, neutralizándolo.
- Los linfocitos T CD8+ de memoria destruyen células infectadas antes de que el virus se replique masivamente.
- La respuesta es tan eficaz que, en muchos casos, la infección es asintomática.

Respuesta inmunitaria adquirida,

células y anticuerpos eliminan al patógeno



¡Lo mismo ocurre con las dosis de la vacunas!

4. Disfunciones y deficiencias EN EL sistema inmunitario

Cuando el sistema inmunitario no funciona correctamente, se producen disfunciones y deficiencias, las cuales se agrupan, según el grado de respuesta inmunitaria, en tres categorías: enfermedades autoinmunitarias, reacciones de hipersensibilidad e inmunodeficiencias.

4.1 ENFERMEDADES AUTOINMUNITARIAS (RESPUESTA INMUNITARIA ERRÓNEA)

Una **enfermedad autoinmune** es la **respuesta errónea del sistema inmunitario** cuando ataca equivocadamente al cuerpo; es decir, el sistema inmunitario toma ciertas partes del cuerpo, como las articulaciones o la piel, como algo extraño y las ataca de manera específica (humoral con anticuerpos o celular con linfocitos TC y células NK).

Normalmente, el sistema inmunitario puede diferenciar entre células extrañas y sus propias células (lo propio de lo ajeno); es lo que se conoce como tolerancia inmunológica. Algunos linfocitos T maduros adquieren receptores antígenos de histocompatibilidad propios (glucoproteínas de membrana integrales que están presentes en todas las células nucleadas) y, por eso, atacan a las células que presentan esos antígenos

Algunas enfermedades autoinmunes afectan un solo órgano como la diabetes tipo 1, que daña el páncreas o la esclerosis múltiple, que daña el sistema nercioso central (encéfalo y médula espinal). Otras enfermedades, son el lupus eritematoso sistémico (LES), que afectan a todo el cuerpo

4.2 REACCIONES DE HIPERSENSIBILIDAD (LAS ALERGIAS, RESPUESTA INMUNITARIA EXCESIVA)

La **alergia** es la **respuesta excesiva del sistema inmunitario** cuando ataca de manera desproporcionada antígenos no patógenos e inofensivos, los alérgenos. Por ejemplo, el veneno de la abeja o avispa, el polen a las gramíneas o al olivo, el ácaro del polvo, el pelo o plumas de animales, algunos medicamentos como el marisco y los cacahuetes.

Las fases del proceso alérgico son dos: respuesta inmunitaria primaria (primer contacto con el alérgeno) y respuesta inmunitaria secundaria (segundo contacto con el alérgeno)

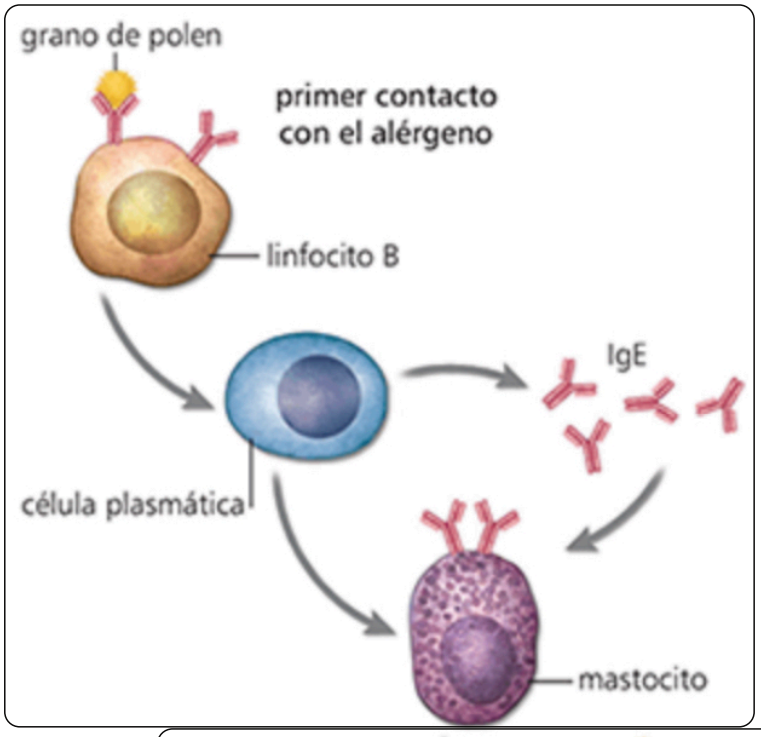
- **Primer contacto con el alérgeno**

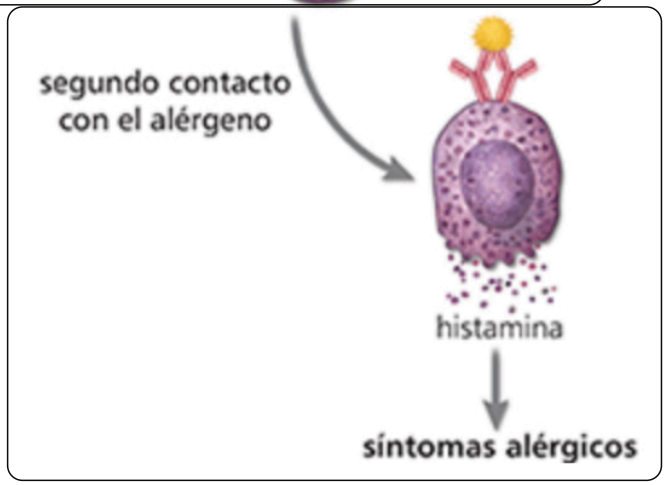
Los **linfocitos TH** inducen la activación de linfocitos B, que producen mayoritariamente anticuerpos de tipo IgE, los cuales se fijan a la superficie de los basófilos y los mastocitos

- **Segundo contacto con el alérgeno**

El alérgeno se une a las IgE de la superficie de los basófilos y los mastocitos, lo que provoca que estos liberen altas dosis de **histamina**. La histamina desencadena una respuesta inmunitaria exagerada que se caracteriza por:

- **Vasodilatación**, que produce enrojecimiento e hipotensión
- Aumento de la permeabilidad capilar, lo que ocasiona la salida del plasma sanguíneo a los tejidos circundantes e hinchazón local.
- **Contracción bronquial**, que causa dificultades respiratorias,
- **Estimulación de la secreción de mucosidad** en las vías respiratorias, que produce estornudos y tos.





Si la reacción alérgica es generalizada se denomina **anifilaxia**. Si causa la muerte por hipotensión arterial, insuficiencia cardiaca o colapso pulmonar recibe el nombre de **shock anafiláctico**

¿Cómo tratamos las alergias?

Terapia paliativa mediante antihistamínicos o inmunosupresores de efecto antiflamatorio como los glucocorticoides o broncodilatadores

Terapia curativa mediante vacunas de alégenos en cantidades crecientes. Así se inducen la producción de anticuerpos IgG, los cuales se unen antes al alérgeno que los anticuerpos IgE; por tanto, evitamos la liberación de histamina.

4.3 INMUNODEFICIENCIAS (RESPUESTA INMUNITARIA INSUFICIENTE)

La **inmunodeficiencia** es la incapacidad, total o parcial, del sistema inmunitario para responder eficazmente a los patógenos, debido a:

- Falta de linfocitos B o T.
- Disfunción de fagocitos o sistema del complemento.
- Mal funcionamiento del bazo.

La **inmunodeficiencia** se clasifica, según su origen o causa, en:

Inmunodeficiencias primaria (congénitas) Es la incapacidad, total o parcial, del sistema inmunitaria para responder eficazmente a los patógenos causados por **trastornos intrínsecos** del sistema inmunitario, generalmente de origen genético, en los que falta una parte del sistema o no funciona correctamente desde el nacimiento. aunque es posible que las formas más leves no se reconozcan hasta la edad adulta. Ejemplos:

- Agammaglobulinemia ligada al cromosoma X (déficit de linfocitos B -deficiencias de anticuerpos-).
- Inmunodeficiencia combinada grave (déficit de linfocitos T y B).
- Síndrome de DiGeorge (anomalía en el desarrollo de linfocitos T).

Inmunodeficiencias secundaria (adquirida) Es la incapacidad, total o parcial, del sistema inmunitaria para responder eficazmente a los patógenos debido **factores externos** que debilitan un sistema inmunitario que previamente era normal. Pueden ser causados por: desnutrición, envejecimiento, ciertas enfermedades crónicas (como diabetes, cáncer, enfermedades renales), fármacos y toxinas (como el mercurio, pesticidas y químicos industriales) e infeciones de virus VIH causante del SIDA

- Síndrome de la inmunodeficiencia adquirida (SIDA)

El SIDA (Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida) es una enfermedad de etapa avanzada provocada por la infección del Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH). Este virus infecta a los linfocitos T4

COMPARATIVA

CUALIDADES	Virus	Enfermedad
NATURALEZA	Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH)	Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA)
¿QUÉ ES?	Un patógeno (un tipo de retrovirus) que infecta células del sistema inmunitario, principalmente los linfocitos T CD4+	Un síndrome (un conjunto de síntomas y enfermedades oportunistas) que resulta del daño severo al sistema inmunitario.
RELACIÓN CAUSAL	El VIH causa la infección y, con el tiempo, el daño que lleva al SIDA.	Es la consecuencia o el estadio final de una infección por VIH no tratada o mal controlada.
DIAGNÓSTICO	Se diagnostica mediante la detección del virus (ARN viral) o la presencia de anticuerpos contra el virus en sangre u otros fluidos	Se diagnostica en una persona con infección por VIH cuando su recuento de linfocitos T CD4+ cae por debajo de un umbral crítico (generalmente <200 células/µL) y/o presenta enfermedades oportunistas o ciertos tipos de cáncer definitorios del SIDA
TRATAMIENTO	El tratamiento con terapia antirretroviral (TARV) busca controlar la replicación del virus, mantener la carga viral baja y preservar la función del sistema inmunitario.	Tratamiento con TARV busca restaurar la función inmune para prevenir o tratar las enfermedades oportunistas y mejorar la calidad de vida. Puede revertir el estado de SIDA si el daño no es irreversible.
¿SI TENGO VIH, ENTONCES TENGO SIDA?	Una persona puede tener solo VIH (estar infectada con el virus) sin tener SIDA.	Una persona con SIDA siempre tiene VIH. El SIDA es una manifestación del VIH.

5. El sistema inmunitario y cáncer

Las **células cancerígenas** tienen un antígenos de superficie diferentes a las células normales; el sistema inmunitario puede identificar como extrañas a las células cancerígenas y eliminarlas. A lo largo de la vida de todos los individuos, se produce una renovación celular continua y en este proceso se producen algunas mutaciones en las células las cuales son reconocidas y eliminadas por un sistema inmunitario íntegro. De no ser así, podría producirse cáncer y esto es lo que se conoce como una inmunodeficiencia secundaria

El **cáncer** solo podía tratarse localmente con cirugía y radioterapia hasta la década de 1950, pero más tarde, comenzó a desarrollarse una quimioterapia no específica y de alta toxicidad, cuyo objetivo era destruir a las células tumorales en reproducción. Ha sido partir del año 2010, con el desarrollo de la inmunoterapia, cuando se ha abierto un nuevo horizonte en el tratamiento del cáncer.

La **inmunoterapia** aplicada a la oncología utiliza las células de nuestro sistema inmunitario para combatir la enfermedad. Esta estrategia, radicalmente distinta a la quimioterapia, se basa en la estimulación del sistema inmunitario, con el objetivo de que sea éste el encargado de combatir el cáncer. Con este fin, se han aprobado ya algunos fármacos y muchos otros se encuentran en investigación.

Por tanto la **inmunoterapia** consiste en ayudar al sistema inmune a identificar las células cancerosas para que las destruya. La más común de estas inmunoterapias consiste en desmontar las estratagemas moleculares que utiliza el cáncer para confundirse entre las células normales. De esa manera, los glóbulos blancos son capaces de detectarlas y atacarlas

El proceso por el cual se eliminan las células tumorales es el mismo que en una respuesta inmunitaria normal. Los antígenos tumorales son digeridos por las células dendríticas, las cuales pasan información sobre los mismos a los linfocitos T. Entonces los linfocitos T citotóxicos destruyen las células tumorales que constituyen el cáncer, mientras los linfocitos T colaboradores dan instrucciones a los linfocitos B productores de anticuerpos para que señalen a los antígenos tumorales para mantener la respuesta. Los anticuerpos se adhieren a todas las células tumorales que encuentran, permitiendo que unas moléculas de la sangre, llamadas complemento, las reconozcan y las eliminen. Además, las células NK (del inglés natural killer, que literalmente significa «asesinas naturales»), utilizan como marcadores algunas proteínas anormales, producidas por algunas células tumorales, para destruir estas células tumorales 1.

6. Trasplantes de órganos

Un trasplante o injerto es un tratamiento médico complejo que consiste en sustituir un órgano que está enfermo y que pone en peligro la vida de una persona, por otro que funcione adecuadamente proveniente de otra.

6.1 TIPOS DE TRANSPLANTES

Existen cuatro tipos de trasplantes, dependiendo de la procedencia del órgano que se trasplanta: autoinjerto, aloinjerto, isoinjerto y xenoinjerto.

Autoinjerto

El órgano o tejido procede de la misma persona

No genera rechazo ni problemas éticos.

Por ejemplo el trasplante de piel y de pelo

Aloinjerto

El órgano o tejido procede de otra persona, con distinta constitución genètica. Pueden ser de una fuente viva o cadavérica.

Puede generar rechazo ni problemas éticos.

Por ejemplo el trasplante de piel, córnea, riñón, corazón, hígado, pulmón, etc.

Isoinjerto

El órgano o tejido procede de una persona genéticamente idéntica al receptor (gemelos uvitelinos - monocigóticos-)

No genera rechazo, pero sí problemas éticos.

Por ejemplo el trasplante de piel , córnea, riñón, corazón, hígado, pulmón, etc.

Xenoinjerto

El órgano o tejido procede de otra especie distinta del receptor.

Sí genera rechazo y problemas éticos.

Por ejemplo el trasplante de riñón, corazón y pulmón, etc. Hay que recordar que los tejidos de los animales envejecen a un ritmo más rápido

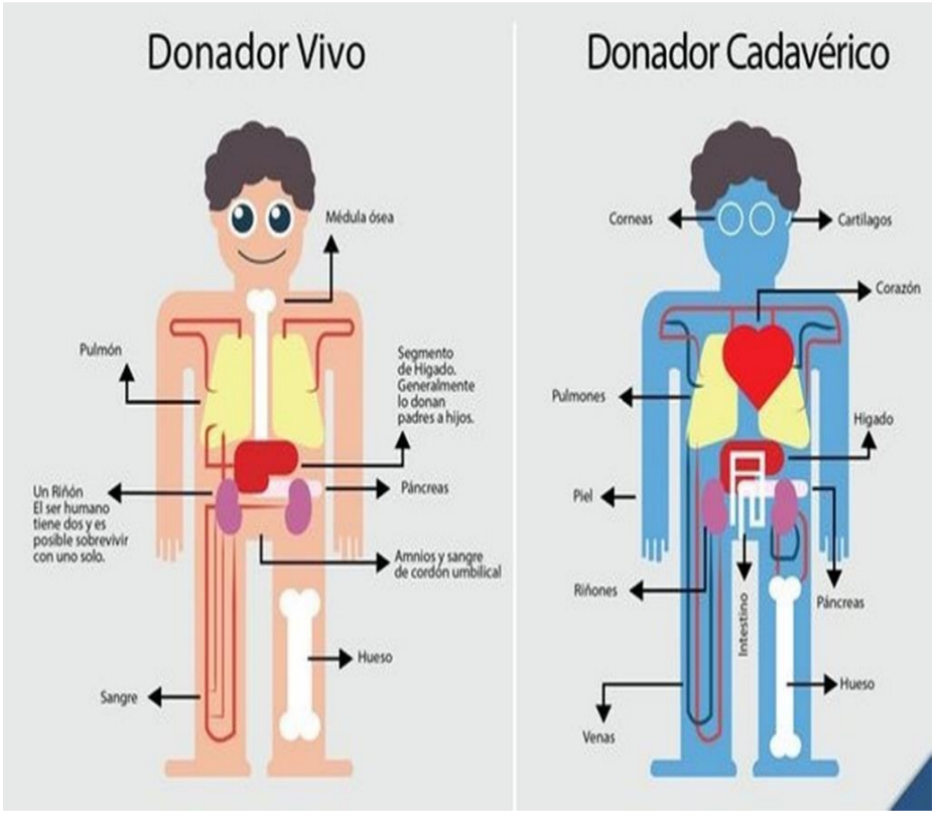
6.2 RECHAZO DE TRANSPLANTES

El rechazo de los trasplantes es el proceso en el cual el sistema inmunitario del receptor de un trasplante ataca al órgano o tejido trasplantado. Esto se debe a que el sistema inmunitario de la persona receptora reconoce como extraño los antígenos las células del órgano o tejido trasplantado.

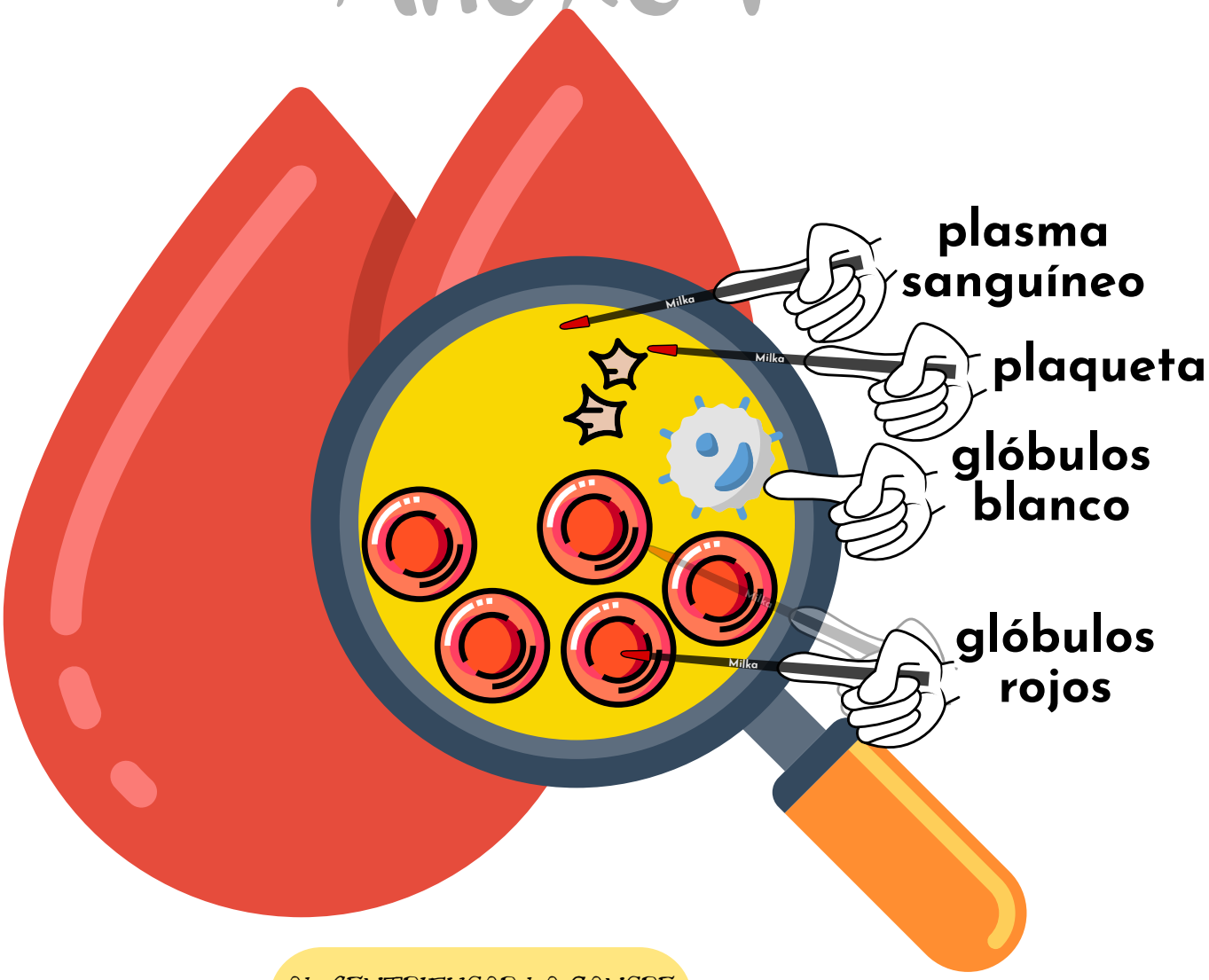
Hay varios tipos de rechazo, según el tipo de células que causan el rechazo, el momento en el que ocurre el rechazo y la severidad del rechazo, en: agudo o crónico.

Rechazo Agudo de Células: Se inicia entre 24 y 48 horas después de la realización del trasplante. En este tipo de rechazo, las células sanguíneas del cuerpo identifican al órgano como extraño y comienzan a formar un ejército de células para atacarlo. Un rechazo agudo no significa que perderá su órgano trasplantado, pero es muy importante que el rechazo sea diagnosticado y tratado tan pronto como sea posible.

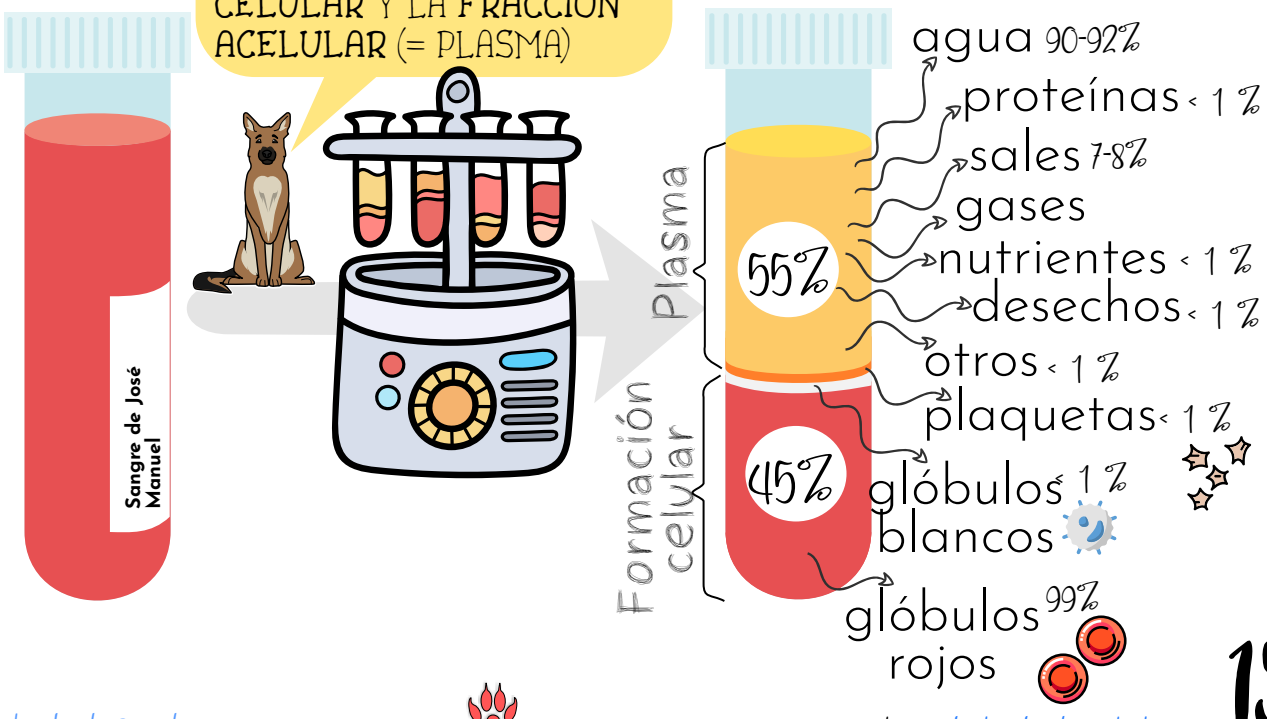
Rechazo Crónico: Se inicia entre varias semanas o meses después de la realización del trasplante. En este tipo de rechazo, las linfocitos T de memoria, debido a la presencia continuada de antígenos del órganos trasplantado, activan a los linfocitos TC y los macrófagos. Ambos se dirigen a la zona infectada y causan una inflamación y necrosis del tejido extraño.



Anexo 1



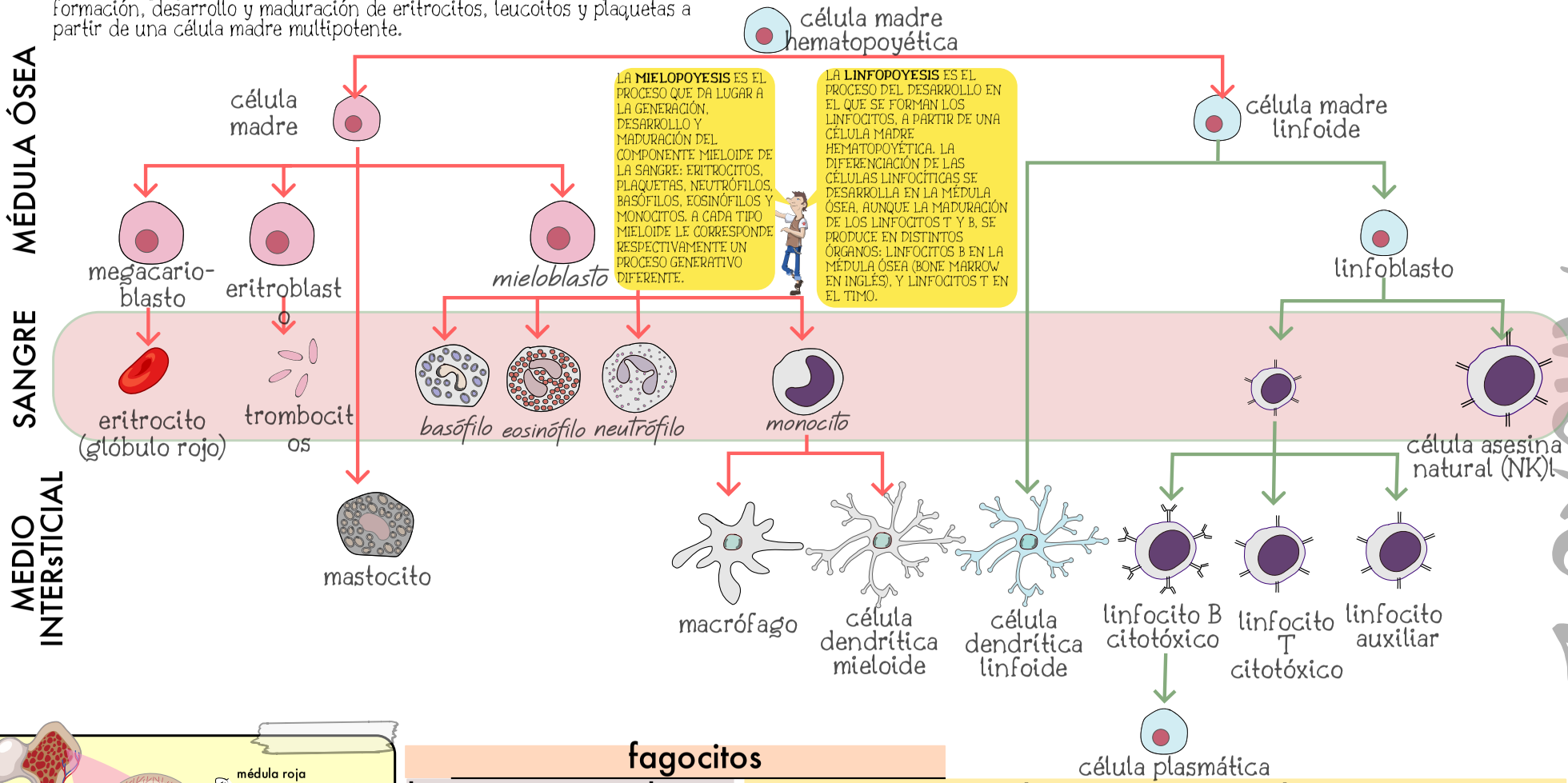
AL CENTRIFUGAR LA SANGRE, SEPARAMOS SUS COMPONENTES. SE DISTINGUEN: LA **FRACCIÓN CELULAR** Y LA **FRACCIÓN ACELULAR** (= PLASMA)

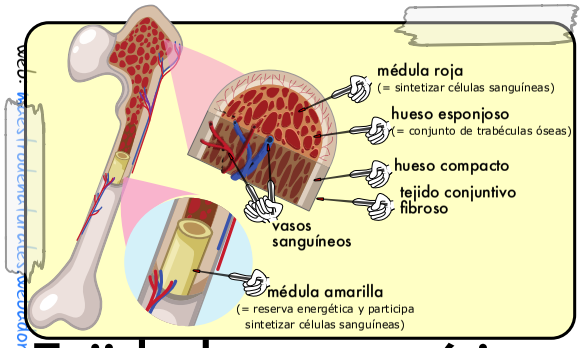


email: maestrodenaturales@gmail

Anexo 2

La **hematopoyesis** (del gr. hema-, 'sangre' y poyesis 'creación') es el proceso de formación, desarrollo y maduración de eritrocitos, leucoitos y plaquetas a partir de una célula madre multipotente.





Tejido hemapoyético

médula amarilla + médula roja

leucocitos

fagocitos

leucocitos granulares

leucocitos agranulares

José Manuel Huertas Suárez

Anexo 3

Tipos de glóbulos blancos (leucocitos)

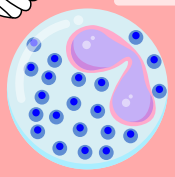
4.000 a 11.000 por mm^3 de sangre

Combaten infecciones

Médula ósea roja (ubicada en el tejido interno de los huesos planos y en los extremos de los huesos largos)

Leucocitos granulares

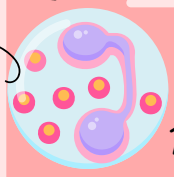
Basófilos



20 a 50 por mm^3 de sangre

10- 12 µm de diámetro; células esféricas con núcleo bilobulado, de forma irregular; gránulos azul oscuro en el citoplasma

Eosinófilos



100 a 400 por mm^3 de sangre

10- 14 µm de diámetro; células esféricas con núcleo bilobulado; y gránulos gruesos, uniformes y de color rojo oscuro en el citoplasma

Neutrófilos

3.000 a 7.000 por mm^3 de sangre

10- 14 µm de diámetro; células esféricas con núcleo multilobulado; y gránulos finos, uniformes y de color rosa en el citoplasma

Leucocitos agranulares

Linfocitos

1.500 a 3.000 por mm^3 de sangre

9- 10 µm de diámetro; células esféricas con núcleo redondeado; y no tiene gránulos en el citoplasma

Monocitos

100 a 700 por mm^3 de sangre

10- 24 µm de diámetro; células grandes y esféricas con núcleo arriñonado; y no tiene gránulos en el citoplasma

Glóbulos blancos del sistema natural

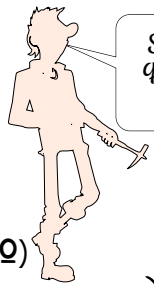
Glóbulos blancos del sistema adquirido

José Manuel Huertas Suárez

Anexo 4

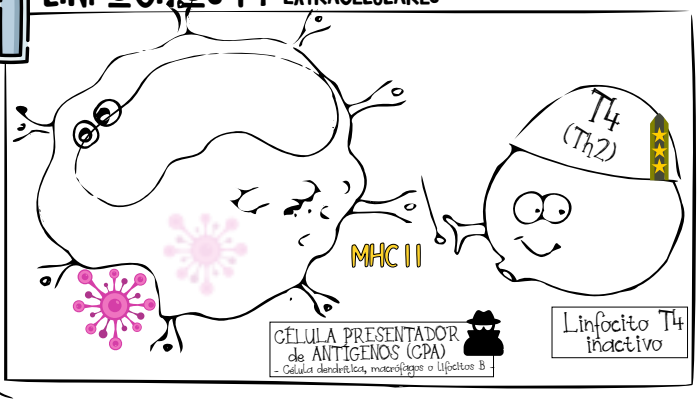
Cómo funciona el sistema adquirido según el patógenos

VIRUS EXtracelulares (fuera de células)

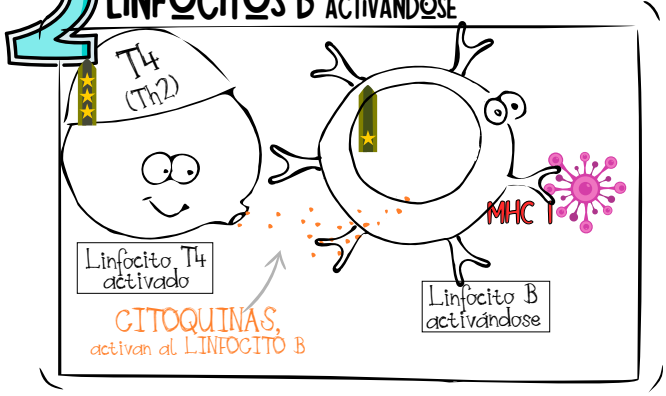


Son virus que aún no han entrado a una célula o que han sido liberados tras la destrucción de una célula infectada. Aquí el sistema inmunitario humoral (anticuerpos) es clave.

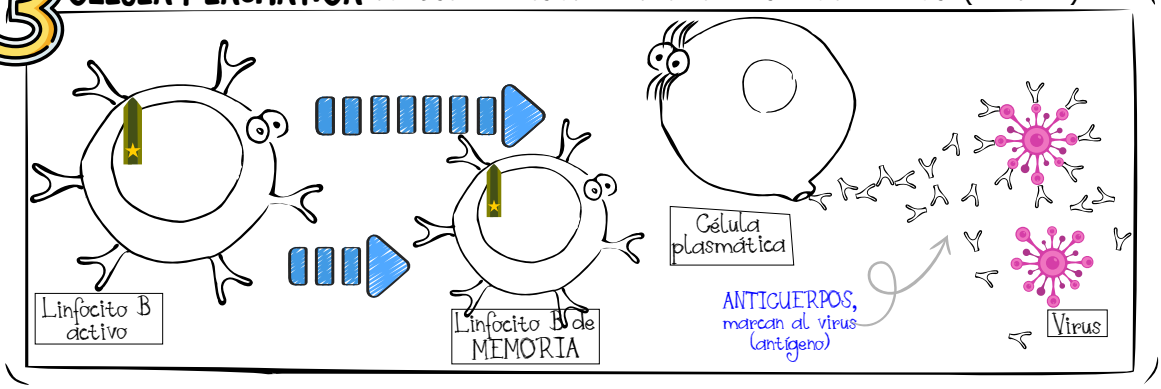
1 LINFOCITOS T4 ESTUDIANDO VIRUS (ANTIGENO) EXTRACELULARES

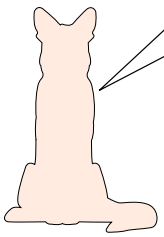


2 LINFOCITOS B ACTIVÁNDOSE



3 CÉLULA PLASMÁTICA PRODUCEN ANTICUERPOS ESPECIFICOS QUE MARCAN AL VIRUS (ANTIGENO)





Contexto: Un virus (como el de la gripe, que afecta a células del pulmón) penetra en nuestra boca y cae en la saliva. En ese momento:

1. Estudio del virus

1a) La célula presentadora de antígenos (CPA) presente en la saliva captura al virus y selecciona unos fragmentos virales reconocibles (antígeno) para acoplararlos a su MHC II (Complejo Mayor de Histocompatibilidad II), luego

1b) Un linfocito T4 toma el fragmento del antígeno del complejo virus-MHC II, lo estudia y fabrica citoquinas específicas

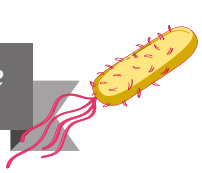
2. LINFOCITOS B se activan cuando su receptor (BCR) reconoce un antígeno (virus) y recibe citocinas de linfocitos T4 (Th2).

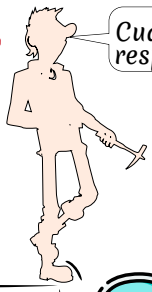
3. Matar al virus

3a) Los linfocitos B producen citoquinas específicas que activan a CÉLULAS PLAMÁTICAS.

3b) La célula plasmática fabrican grandes cantidades de ANTICUERPOS que marcan a los virus para bloquear su entrada a células y facilitar su fagocitosis por macrófagos

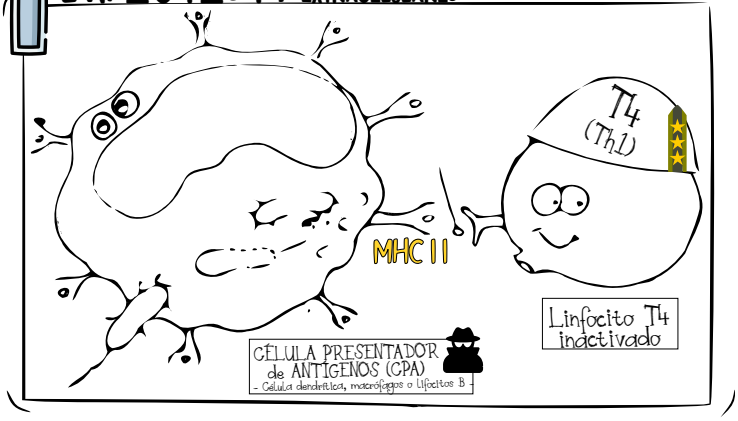
BACTERIAS EXTRACELULARES (fuera de células)



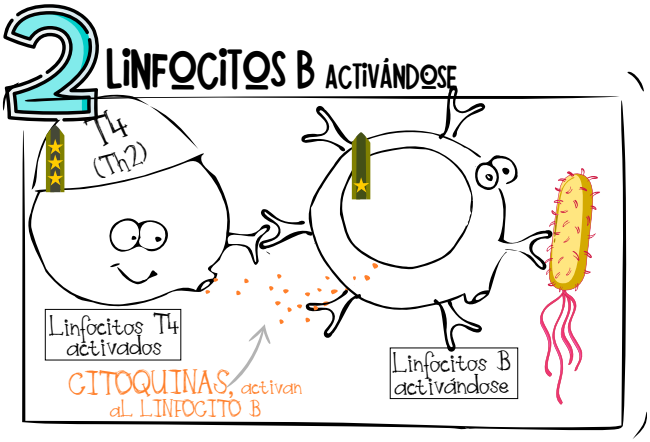


Cuando la bacteria logra entrar a una célula, la respuesta celular (linfocitos T8) entra en acción.

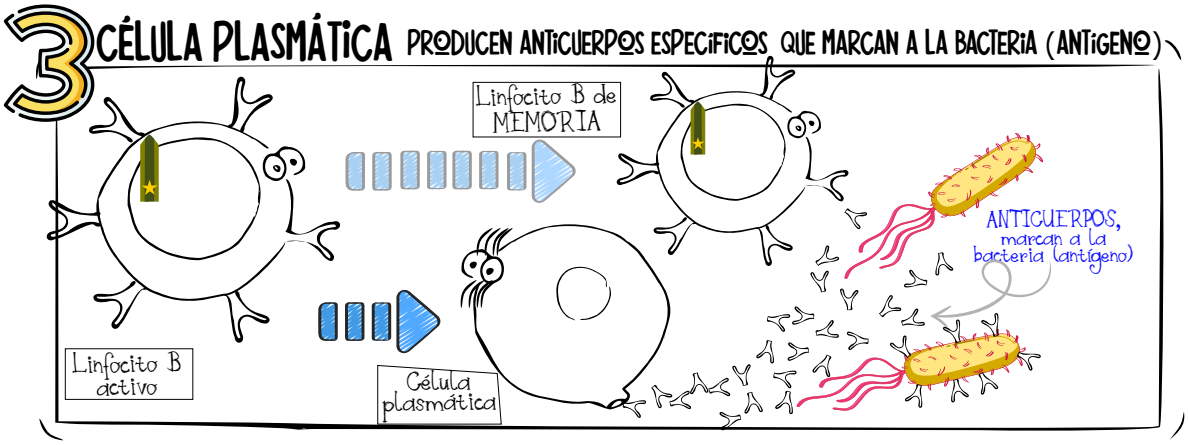
1 LINFOCITOS T4 ESTUDIANDO ANTIGENOS EXTRACELULARES

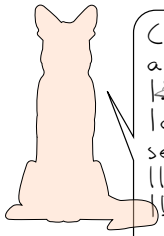


2 LINFOCITOS B ACTIVÁNDOSE



3 CÉLULA PLASMÁTICA PRODUCEN ANTICUERPOS ESPECIFICOS QUE MARCAN A LA BACTERIA (ANTIGENO)





Contexto: Una bacteria (como la Streptococcus pneumoniae segrega unas toxinas que afecta a las células de los pulmones) penetra en nuestra boca y cae en la saliva. Entonces:

1. Estudio de la bacteria

1a) La célula presentadora de antígenos (CPA) presente en la saliva captura a la bacteria y selecciona unos fragmentos bacterianos reconocibles (antígeno) para acoplararlos a su MHC II (Complejo Mayor de Histocompatibilidad II), luego

1b) Un linfocito T4 toma el fragmento del antígeno del complejo bacteria-MHC II, lo estudia y fabrica citoquiinas específicas

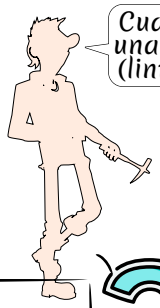
2. LINFOCITOS B se activan cuando su receptor (BCR) reconoce un antígeno (bacteria) y recibe citoquinas de linfocitos T4 (Th2).

3. Matar a la bacteria

3a) Los linfocitos B fabrican citoquinas específicas que activan a CÉLULAS PLAMÁTICAS.

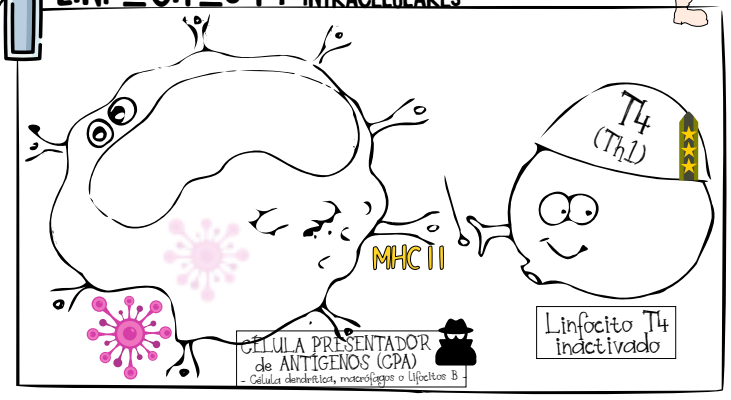
3b) Las células plasmáticas fabrican grandes cantidades de ANTICUERPOS que marcan a los bacterias. Luego otras células como los macrófagos pueden reconocerlas y fagocitarlas

Virus Intracelulares (dentro de células)

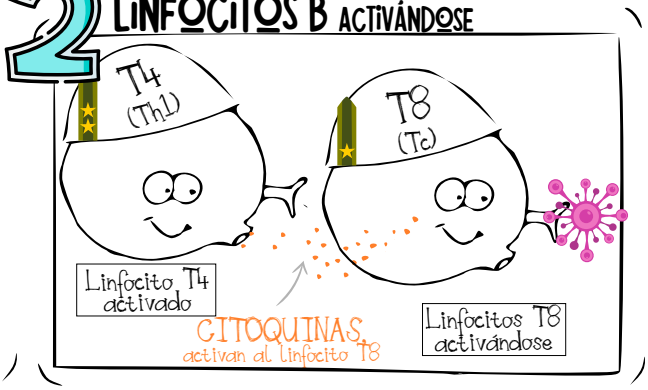


Cuando el virus logra entrar a una célula, la respuesta celular (linfocitos T8) entra en acción.

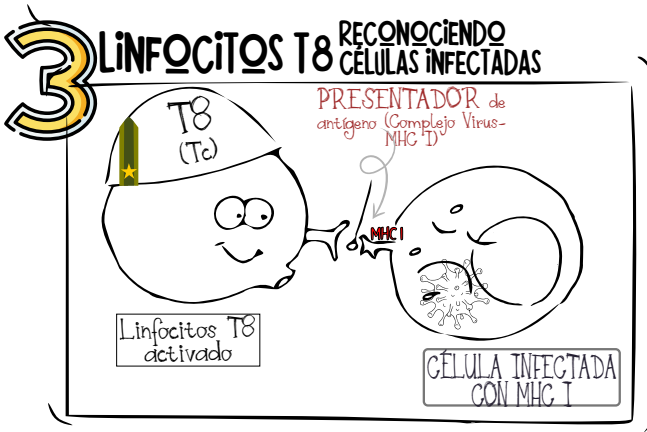
1 LINFOCITOS T4 ESTUDIANDO VIRUS (ANTIGENO) INTRACELULARES



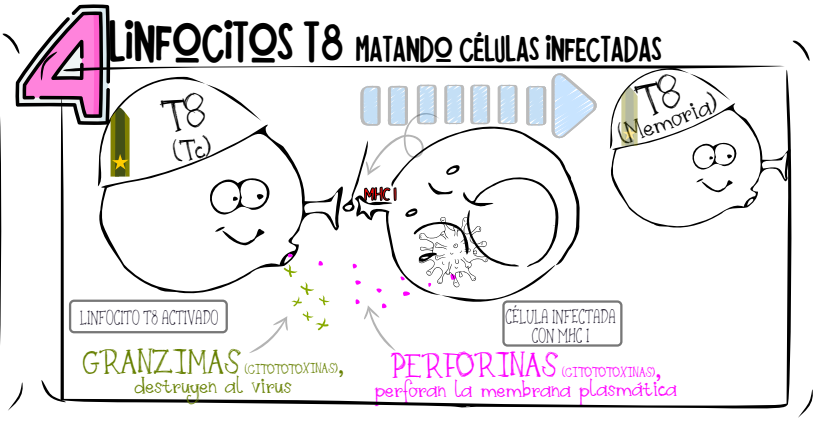
2 LINFOCITOS B ACTIVÁNDOSE

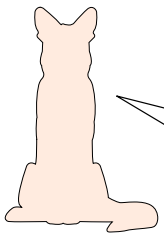


3 LINFOCITOS T8 RECONOCIENDO CÉLULAS INFECTADAS



4 LINFOCITOS T8 MATANDO CÉLULAS INFECTADAS





Contexto: Un virus (como el de la gripe) infecta a una célula del pulmón. Ocurre:

1. Estudio del virus

1a) La célula presentadora de antígenos (CPA) alojada en los pulmones selecciona unos fragmentos virales de la gripe reconocibles (antígeno) para acoplararlos a su MHC II (Complejo Mayor de Histocompatibilidad II), luego

1b) Un linfocito T4 toma el fragmento del antígeno del complejo virus-MHC II, lo estudia y fabrica citoquinas específicas

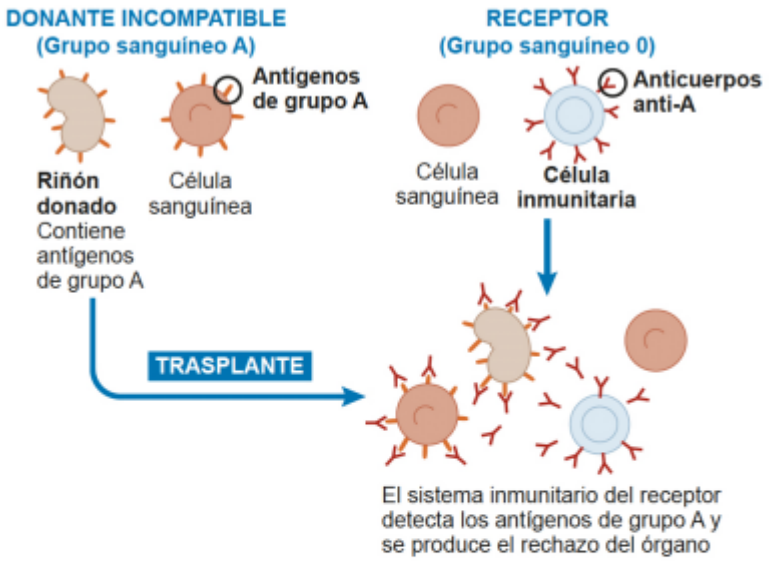
2. El T4 libera CITOQUINAS (mensajeros químicos) para ACTIVAR a otras células inmunitarias como LINFOCITOS T8, macrófagos y los linfocitos B.

3. Matar a las células infectadas con los virus

3a) Las linfocitos T8 reconocen los complejos virus-MHC I y luego

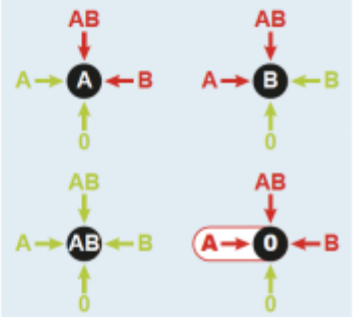
3b) Los linfocitos T8 fabrican citotoxinas específicas (perforinas y granzimas) que perforan y matan respepectivamente a la CÉLULA INFECTADA.

CÓMO OCURRE EL RECHAZO



COMPATIBILIDADES

Según el grupo sanguíneo del donante y del receptor

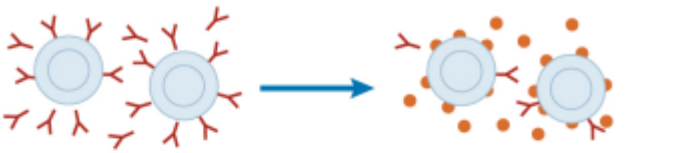


Si un paciente necesita un riñón, se busca un donante con un grupo sanguíneo compatible. Si no se encuentra, puede realizarse un trasplante AB0 incompatible.

PROCESO DE DESENSIBILIZACIÓN

1 Un mes antes del trasplante

TRATAMIENTO CON RITUXIMAB



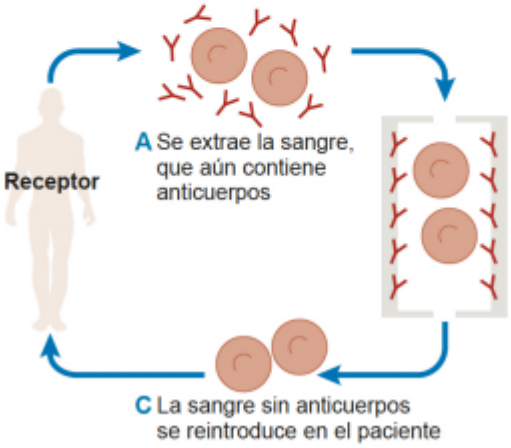
El sistema inmunitario del receptor produce anticuerpos anti-A

El Rituximab bloquea la producción de anticuerpos durante unos 6 meses

2 Una semana antes del trasplante

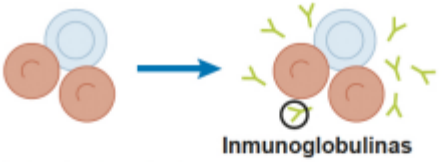
SESIONES DE INMUNOADSORCIÓN

Habitualmente se realizan cinco sesiones de cuatro horas



3 Tras la última inmunoadsorción

ADMINISTRACIÓN DE INMUNOGLOBULINAS (anticuerpos)



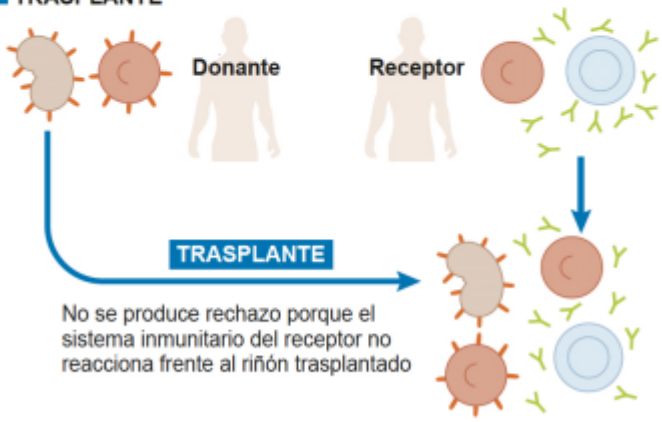
Se administran inmunoglobulinas que tienen efecto inmunomodularor

4 Antes del trasplante

NIVELES DE ANTICUERPOS

Se comprueba que los anticuerpos anti-A están por debajo del límite de seguridad para realizar el trasplante

5 **TRASPLANTE**



No se produce rechazo porque el sistema inmunitario del receptor no reacciona frente al riñón trasplantado

6 Dos semanas después del trasplante

ACOMODACIÓN INMUNOLÓGICA

El receptor ya no rechaza el órgano. No es necesario ningún otro tratamiento aunque reaparezcan anticuerpos de grupo sanguíneo.

Anexo 6

maestrodenaturales@gmail.com

LOS SERES VIVOS PLURICELULARES
se protegen ante
MICROORGANISMOS PATÓGENOS
gracias al
SISTEMA INMUNE
es
CONJUNTO de DEFENSAS que NOS PROTEGEN de ORGANISMOS PATÓGENOS
formado por
CÉLULAS
MOLÉCULAS
existen
2 TIPOS de DEFENSAS
según su ubicación en el organismo

DEFENSAS EXTERNAS

son

- BARRERAS FÍSICAS
  - bloquean
  - la ENTRADA MICROORGANISMOS
    - mediante
      - PIEL (uniones oclusivas)
      - GRASAS (impermeabilizan la piel)
    - MUCOSAS (atrapan y arrastran a los microorganismos)
      - del
        - APARATO URINARIO
        - APARATO DIGESTIVO
        - APARATO RESPIRATORIO
- BARRERA QUÍMICAS
  - destruyen
  - los MICROORGANISMOS ANTES de que ENTREN
    - mediante
      - SECRECIONES ÁCIDAS (inhibe el crecimiento de microorganismos)
        - como
          - ESTÓMAGO
          - VAGINA
          - MOLÉCULAS
        - presentes en
          - PIEL (β-defensinas)
          - SALIVA (lisozima)
- BARRERAS BIOLÓGICAS (flora bacteriana)
  - liberan
  - ANTIBIÓTICOS

DEFENSAS INTERNAS

pueden ser

- NATURALES
  - son
    - PROTEÍNAS que AYUDAN
      - llamadas
      - SISTEMA COMPLEMENTO - 30 PROTEÍNAS-
    - PROTEÍNAS que INTERFIEREN
      - llamadas
      - INTERFERONES
    - CÉLULAS DEFENSIVAS
      - llamadas
      - LEUCOCITOS -glóbulos blancos-
        - distinguimos
          - FAGOCITOS -comen microbios-
          - CÉLULAS ASESINAS NATURALES
    - PROTEÍNAS DEFENSIVAS
      - llamadas
      - ANTICUERPOS -proteínas-
        - fabricadas por
          - LINFOCITOS B y T
            - juntos forman el
              - SISTEMA INMUNE ADQUIRIDO O ESPECÍFICO - nos defienden de microorganismos concretos-
- ARTIFICIALES
  - las más importante son
    - SUERO
    - VACUNAS

todos juntos forman el

SISTEMA INMUNE INNATO O INESPECÍFICO - nos defienden de cualquier microorganismo-

destacamos

SISTEMA INNATO INTERNO

que

ANTE los PATÓGENOS

utilizan una

- RESPUESTA de AVISO
- RESPUESTA TÉRMICA
- RESPUESTAs SISTEMA COMPLEMENTO

son tres tipos de respuesta

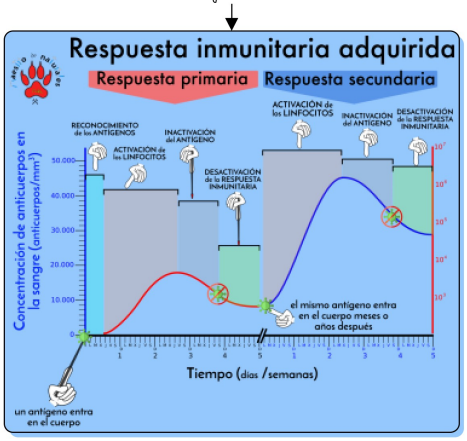
- RESPUESTA INFLAMATORIA
- RESPUESTA de OPSONIZACIÓN
- RESPUESTA LISIS

ambos configuran

SISTEMA INMUNE

SISTEMA INMUNE ADQUIRIDO O ESPECÍFICO - nos defienden de microorganismos concretos-

utiliza dos mecanismos de defensa

- RESPUESTA CELULAR ESPECÍFICA
- RESPUESTA HUMORAL

con distinto grado de intensidad