



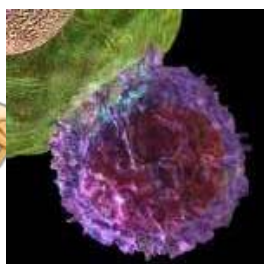
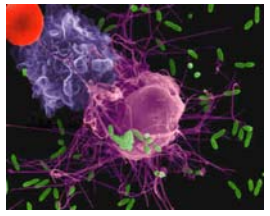
Mastocitos
Histamina
Leucocitos
y otros
mediadores

Eosinófilos

Basófilos

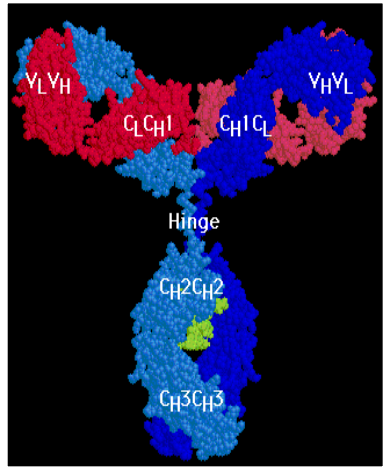
Macrófagos

Neutrófilos



Las defensas del organismo. El Sistema Inmunitario

María Rocío Álvarez López
Servicio de Inmunología
Hospital U. Virgen Arrixaca
Servicio Murciano de Salud

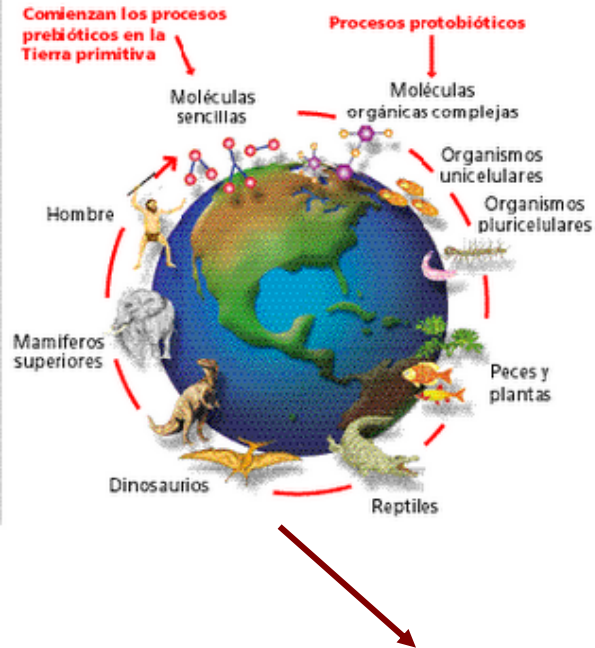


Molina 2011



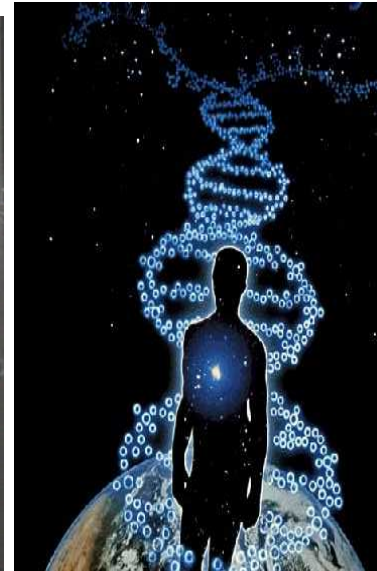
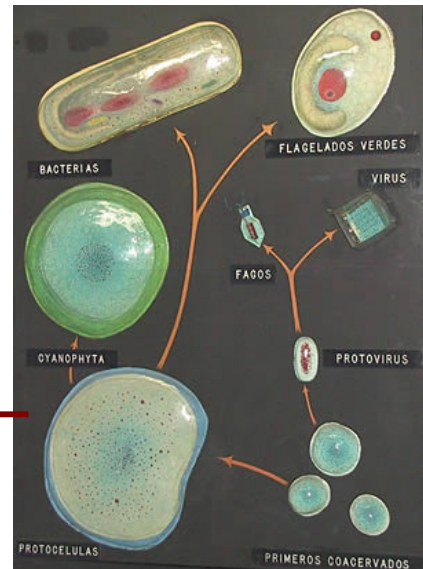
¿Por qué son necesarias las defensas?

Los dictados de la evolución y la lucha por la supervivencia



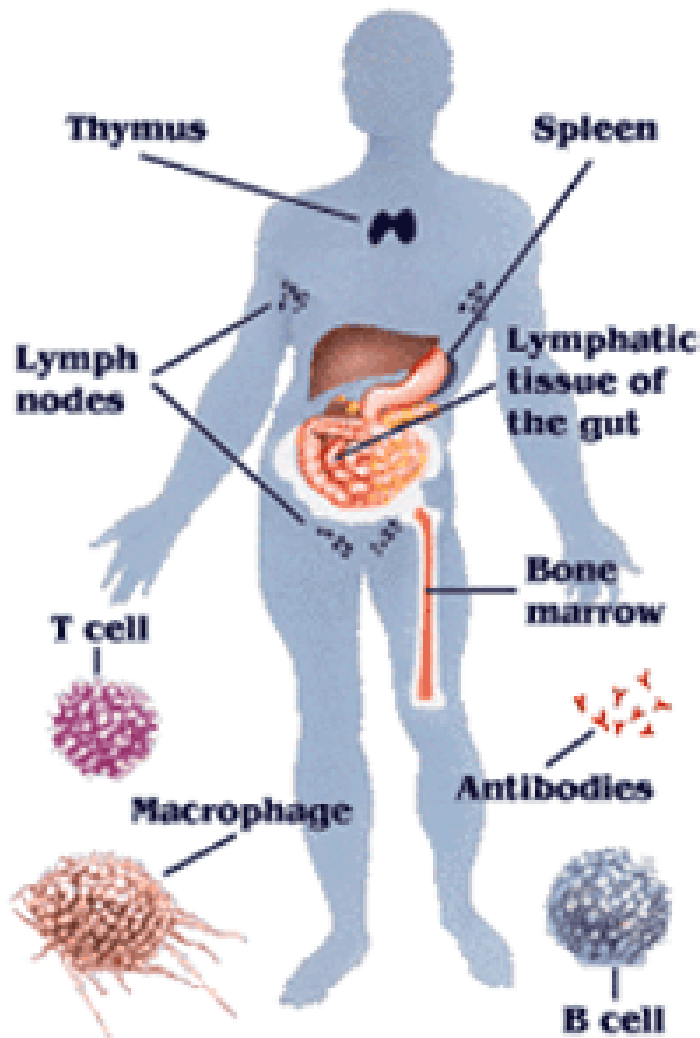
Los seres vivos
Desde que la vida aparece en el Universo todos los seres vivos, incluido el hombre, se ven expuestos a un medio inhóspito cuyos desafíos deben superar.

Espacio Vital:
Exige una lucha, a veces encarnizada, por la defensa de la integridad y por mantener la supervivencia



¿Que son las defensas?

Sistema Inmunitario



- *Conjunto de órganos, células y moléculas que llevan a cabo mecanismos capaces de proteger al ser vivo de las agresiones externas*
 - *Si funcionan correctamente deben proteger frente a lo extraño sin dañar al organismo*
 - *Marcan la frontera entre un individuo y su entorno: “Guardianes de nuestra identidad”*

Sistema Inmunitario y salud



Dualismo del Sistema Inmunitario

- Si establecemos un paralelismo con la Ciudad Ideal que proponía Platón
- La actuación del Sistema inmunitario no deja ser un reflejo de la actuación de un sistema social bien organizado en donde el organismo (como el individuo) queda sujeto a los avatares del destino y de su entorno.
- Con elementos más o menos especializados que realizan su labor en bien de la sociedad

Actitud desafiante



Actitud armónica y conciliadora



El dualismo del Sistema Inmunitario

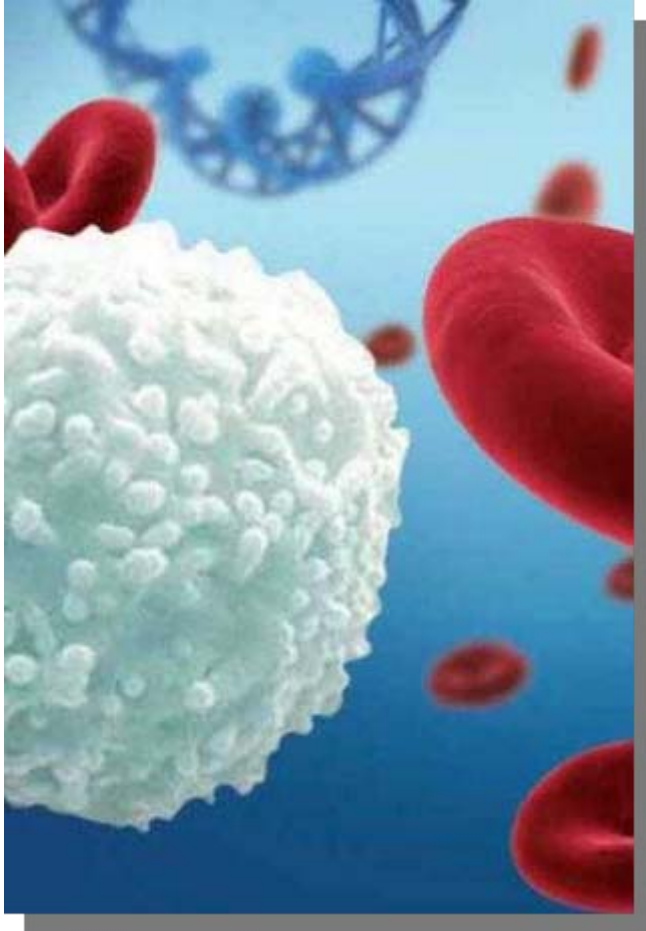
Como proponía Platón para el ser humano.

- Una persona sana armoniosa en el sentido moral: muestra moderación y equilibrio.
- Un organismo sano lo será en función del equilibrio y moderación del sistema Inmunitario
- Como la cabeza dirige el cuerpo y los filosofos la sociedad, el Sistema inmunitario dirige el mantenimiento de la integridad funcional del organismo en salud
- Del mismo modo que cada uno de los elementos de su Ciudad Ideal, debe garantizar el bien del conjunto social, los elementos del SI deben prepararse para conocer y ejerce perfectamente su función en bien del conjunto social de un organismo ideal.



“Como el alma rige o gobierna la vida humana el sistema inmunitario rige la vida en salud”.

Las defensas del organismo



Immunología e Inmunidad

- a. Un poco de historia
- b. Concepto actual

El Sistema Inmunitario

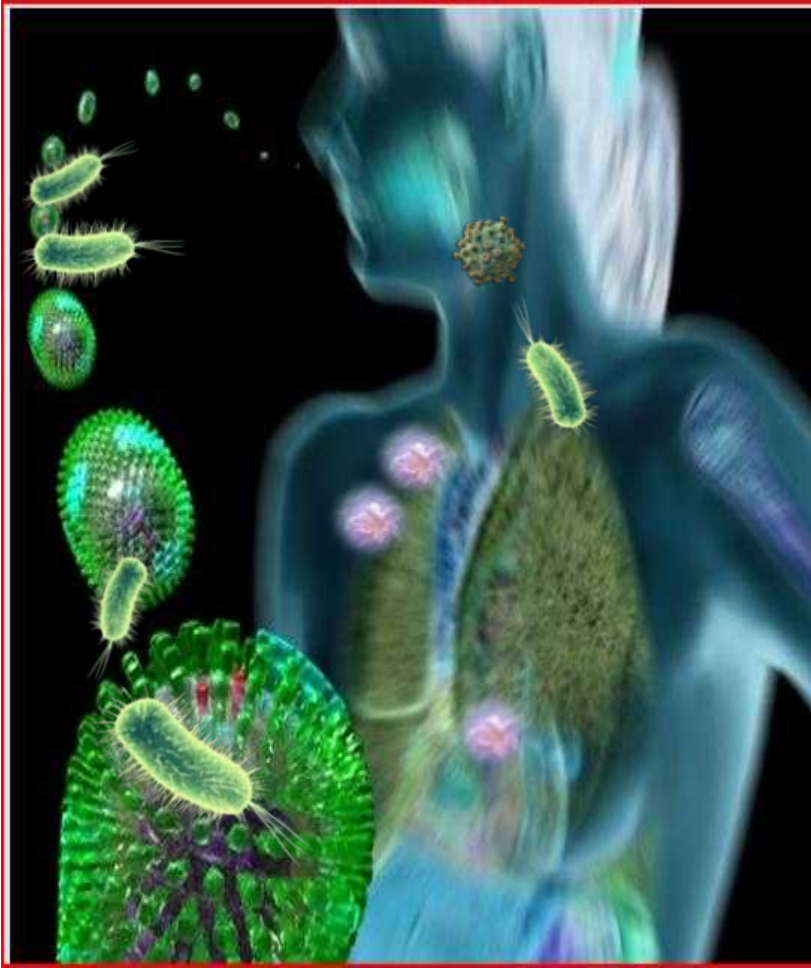
- a. Elementos estructurales
- b. Desarrollo y maduración del Sistema inmunitario
- c. Lo extraño y lo propio

Función del SI

- a. Respuesta inmunitaria
- b. Inmunidad Innata y adaptativa

Fallos del SI

Las defensas del organismo: conceptos esenciales



SISTEMA INMUNITARIO:

Responsable de la superación de cualquier agresión por patógenos y de mantener la integridad y la homeostasis del organismo.

RESPUESTA INMUNITARIA:

Actuación integrada de componentes celulares y moleculares del Sistema Inmunitario para proteger al organismo

INMUNIDAD:

Estado que adquiere un organismo tras superar con éxito un encuentro con un patógeno determinado. Se dice que el organismo queda inmune frente al mismo

Inmunidad

- La publicidad de productos probióticos y remedios presentados como útiles para reforzar las defensas.
- Ha popularizado el papel del Sistema Inmunitario en el mantenimiento de la salud.



Inmunidad: conocida gracias a la política.

Todo el mundo conoce el término “Inmunidad Parlamentaria” como alusivo a los privilegios de los aforados

Inmunidad: privilegio de los senadores romanos que estaban libres de cargas o impuestos

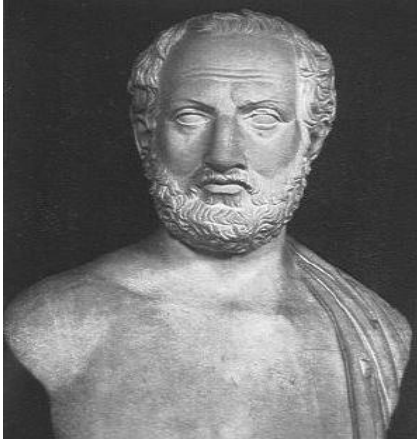
Inmunología

- Ciencia biológica que estudia todos los mecanismos fisiológicos de defensa y de la distinción entre lo propio y lo extraño
- Por ser una ciencia compleja y relativamente joven es bastante desconocida
- Se inicia al final del siglo XIX junto con la Microbiología y es reconocida como ciencia independiente en 1971 (*International Conference of Immunology, in USA*)
- Hasta hace poco no se incluía en los programas de nuestras Universidades
- En los años 60 se pensaba que el timo era un órgano sin función alguna y por eso involuccionaba con la edad.

¡¡¡Craso error pues es un órgano primordial para la maduración y función del Sistema Inmunitario!!!

Inmunidad en los albores de la medicina

Si buceamos en los inicios de la medicina, aparecen referencias muy tempranas sobre a las capacidades de recuperación de las enfermedades



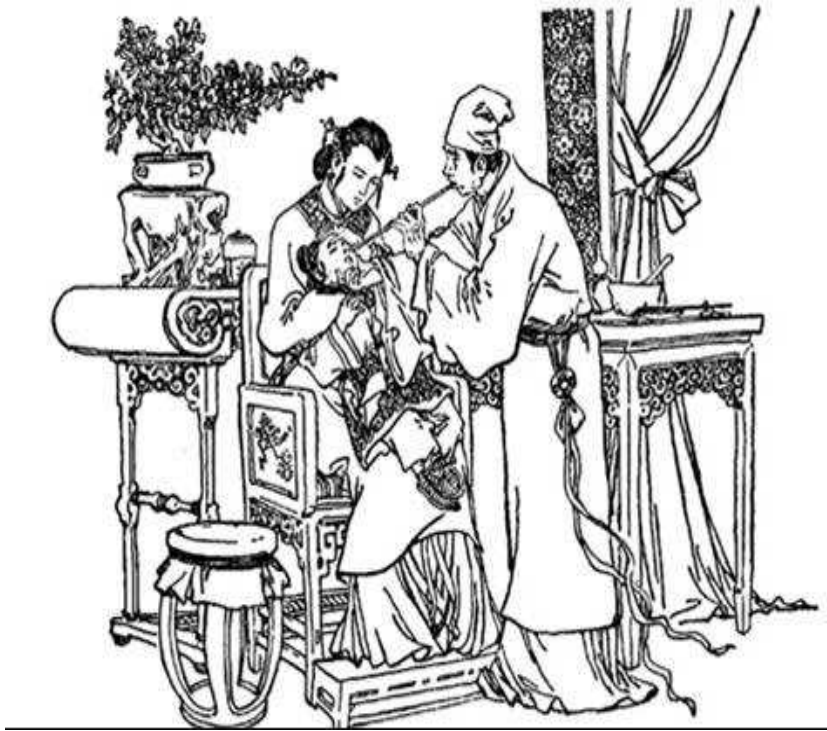
Thucydides (464-404 a.C.) narra la resistencia a posteriores ataques de una enfermedad infecciosa acaecida durante la guerra del Peloponeso.

Los enfermos era atendidos por aquellos que habían sobrevivido previamente a la enfermedad, en la seguridad de que éstos no volverían a ser contagiados



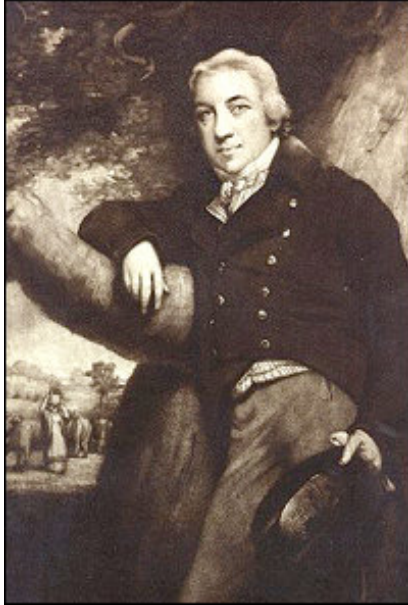
Algo después **Mitridates** (132-64 a.C) preconizaba que el suministro de veneno en pequeñas dosis podía proteger de la enfermedad.

Inmunidad en los albores de la medicina



- ✓ En la antigua China se había observado que las personas que en su niñez habían padecido la viruela no la volvían a adquirir.
- ✓ Fueron los primeros en practicar la variolización por inhalación de **polvo de escaras** de viruela provocando un ataque suave de la enfermedad que confería resistencia ante infecciones posteriores.

Primeras inmunizaciones



- 1798, Edward Jenner. Primera inmunización al constatar que las vaqueras que habían adquirido la viruela vacunal (una forma benigna de enfermedad que sólo producía pústulas en las manos) no eran atacadas por la grave y deformante viruela humana.
- Mayo de 1796 inoculó a un niño fluido procedente de las pústulas vacunales y semanas después le inyectó pus de una pústula de un enfermo de viruela, comprobando que no quedaba afectado por la enfermedad (Jenner E. *"An enquiry into the causes and effects of the variolae vaccinae..."* 1798)
- Pronosticó que la aplicación de su método podría llegar a erradicar la viruela.

Inmunidad y vacunación

- ✓ 1880 prosiguió los estudios de Jenner más científicamente
- ✓ Preparó la primera vacuna usando cultivos viejos poco virulentos (atenuados) de *Pasteurella aviseptica* (*cólera aviar*), que protegía frente a la enfermedad cuando posteriormente eran se inyectaban bacterias de cultivos normales virulentos.
- ✓ Acuñó el término **vacuna**, en honor al trabajo pionero de Jenner.
- ✓ Realizó la primera vacunación antirrábica en humanos (6 de julio de 1885), sobre el niño Joseph Meister, que había sido mordido gravemente por un perro rabioso.



Retrato de Louis Pasteur pintado por Albert Edelfelt. Museo de Orsay, Paris, Francia.

Inmunidad e infección

Inicialmente se vinculó con la defensa frente a enfermedades infecciosas: peste negra, cólera y viruela como origen de grandes pandemias:



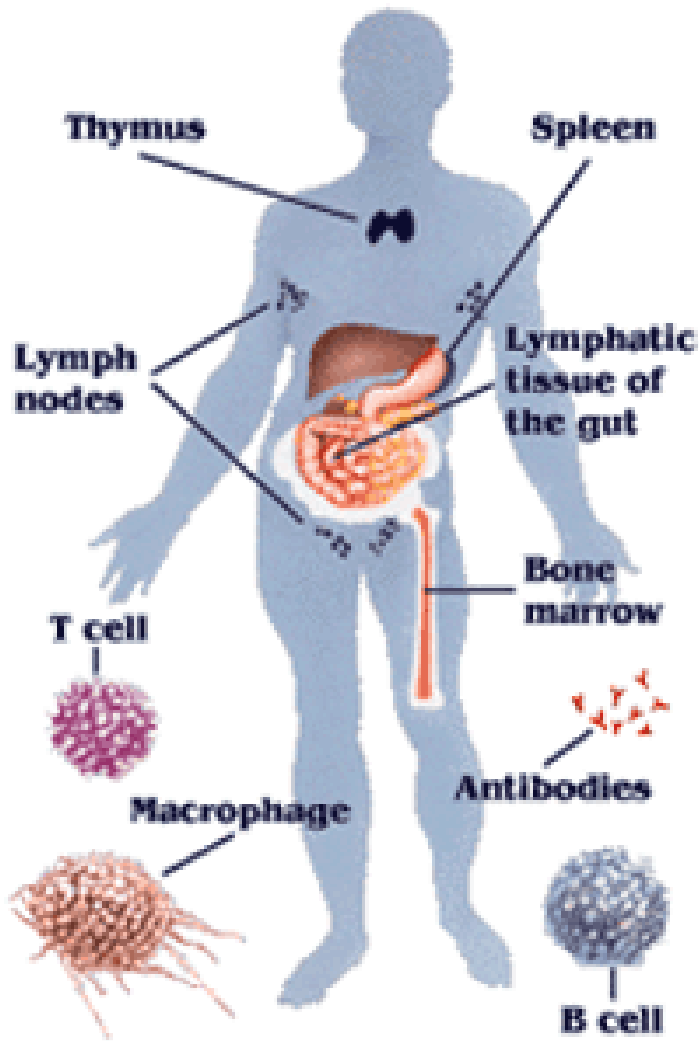
Representación de la Peste Negra de Pieter Bruegel

Sistema Inmunitario Defensivo



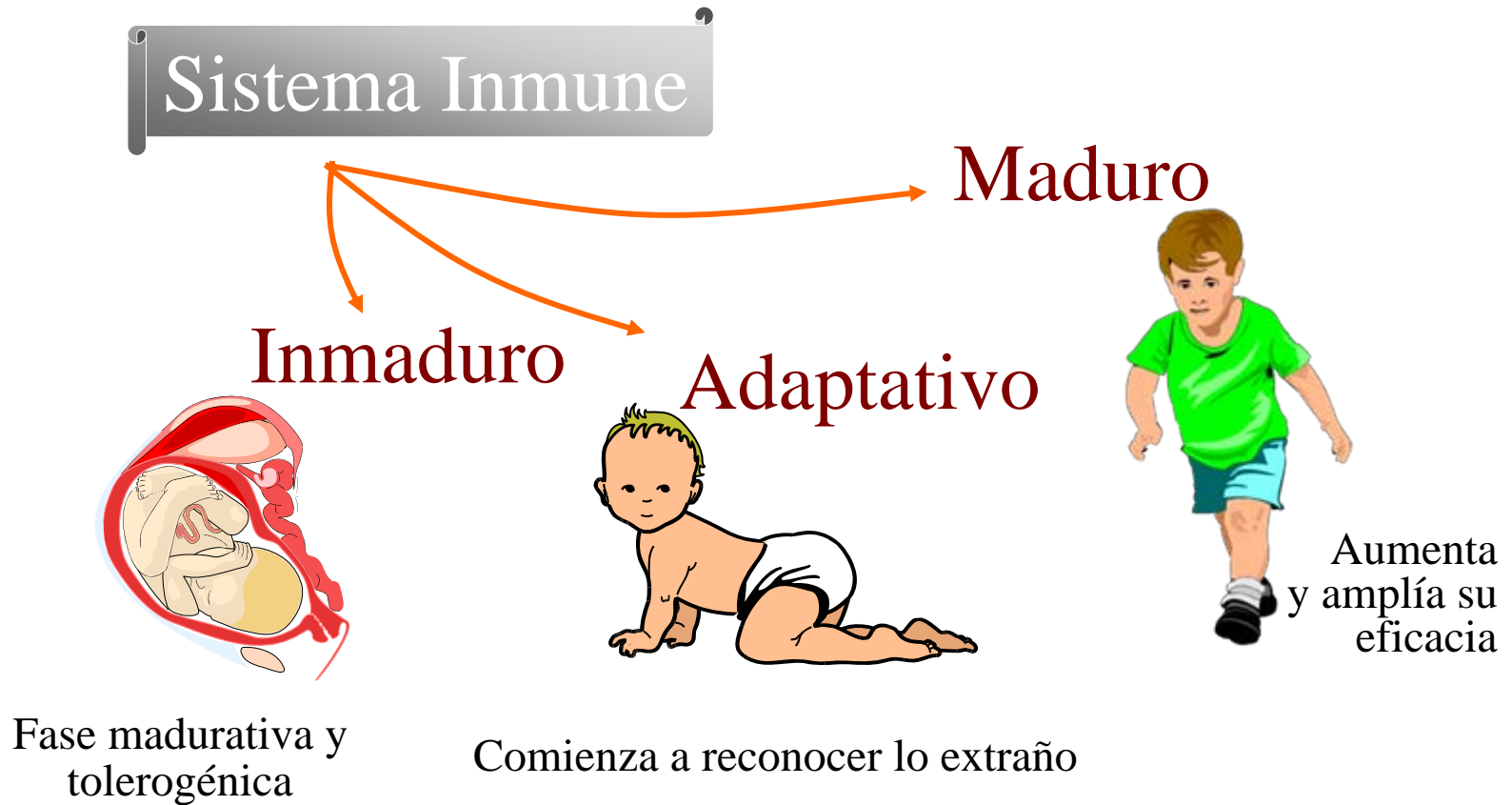
Concepto clásico: Sistema Defensivo, encargado de eliminar las infecciones que afectan al organismo ocasionadas principalmente por bacterias

Sistema Inmunitario. Concepto actual

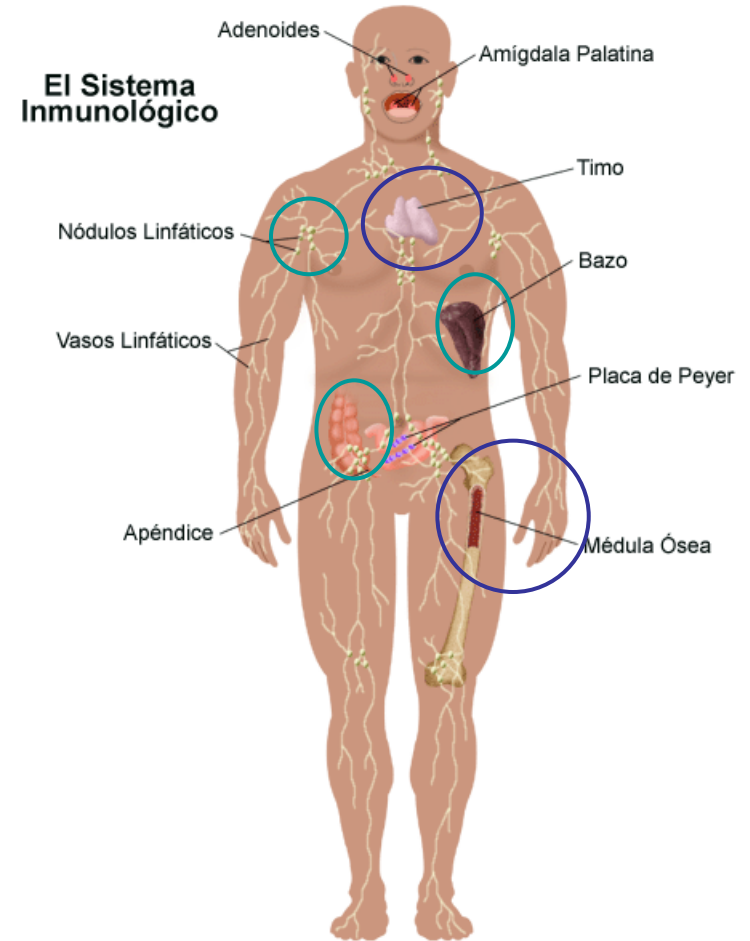
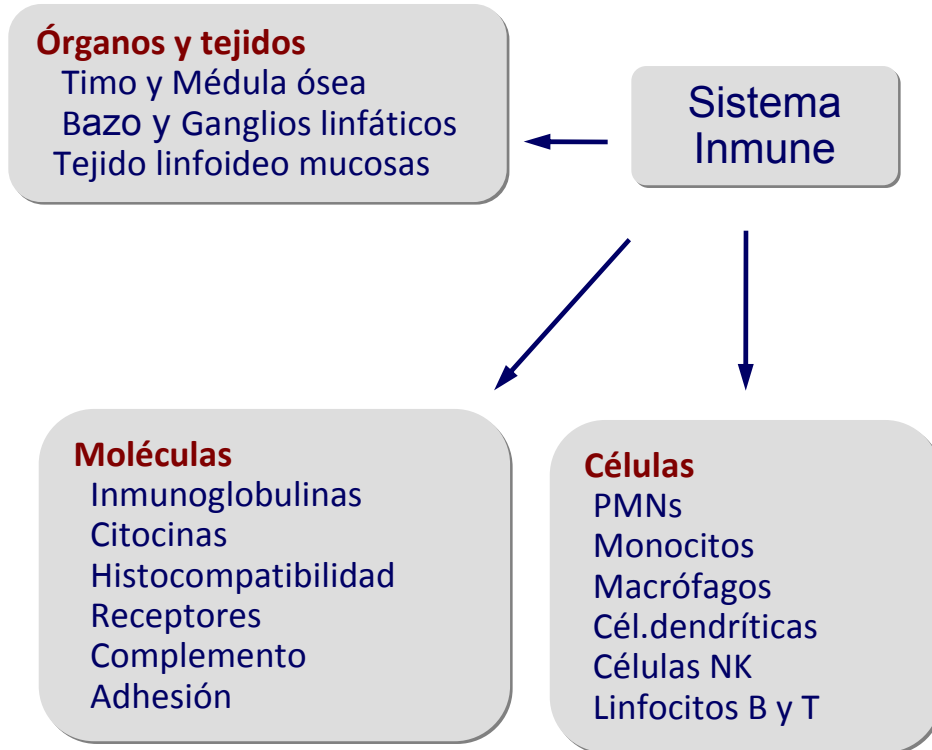


- **Sistema complejo:** Serie de órganos dispersos y una variedad de células que trabajan de manera conjunta y armónica
- **Dualidad funcional:** Con un cara defensiva frente a lo extraño (más agresiva) y una cara más amable o de tolerancia y respeto frente a lo propio

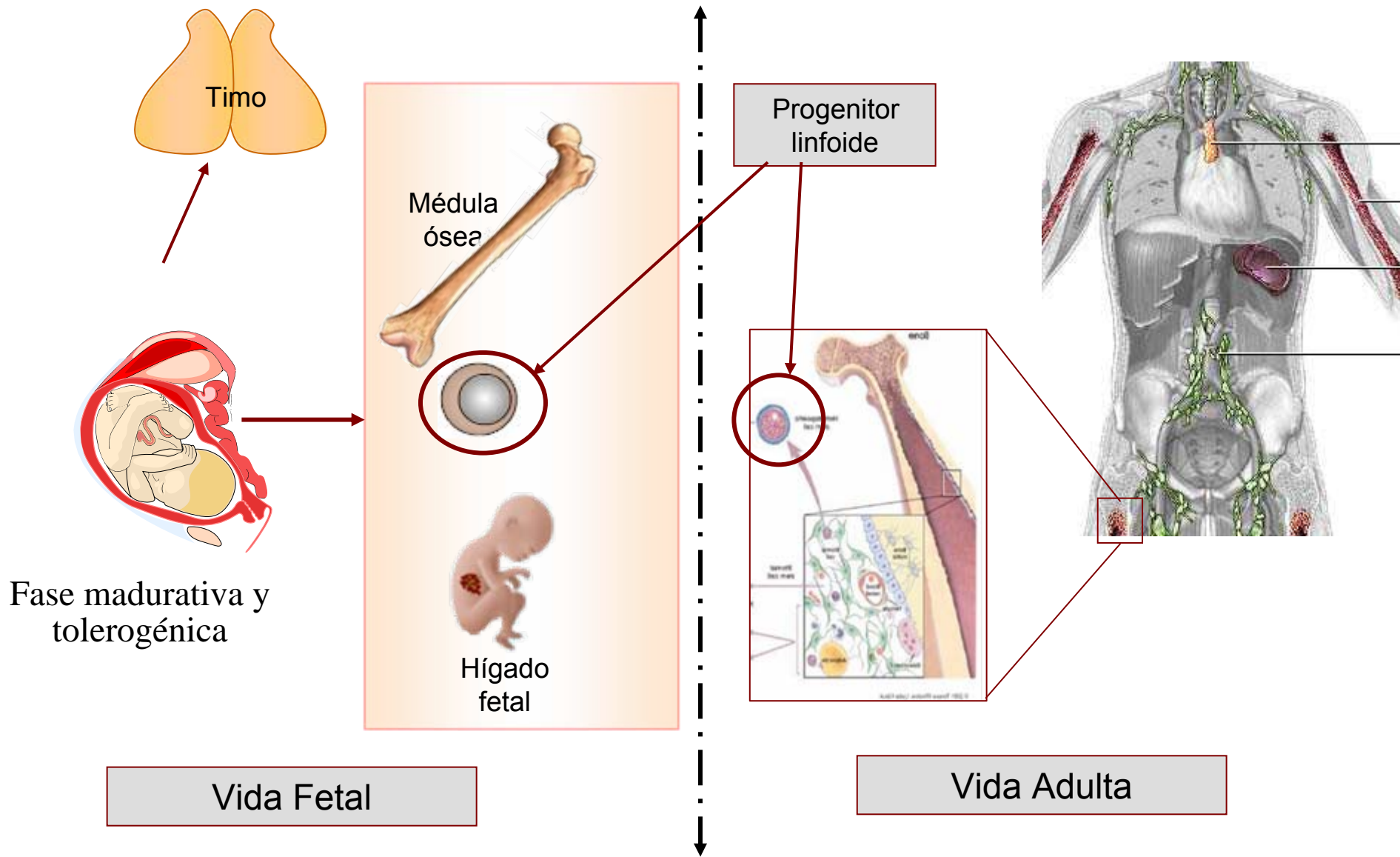
Etapas de desarrollo del Sistema inmunitario



Estructura del Sistema Inmunitario adulto

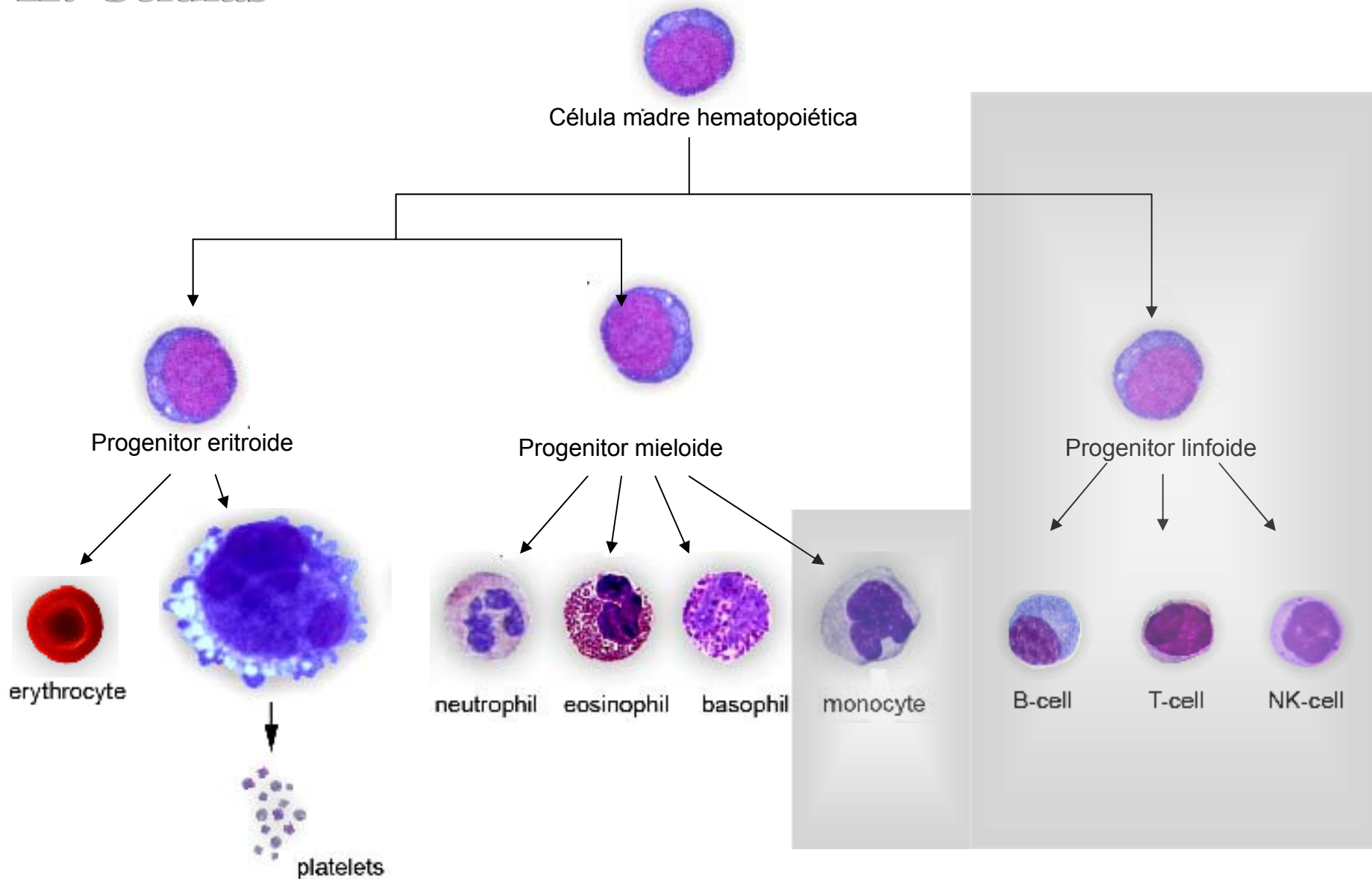


Desarrollo del Sistema Inmunitario



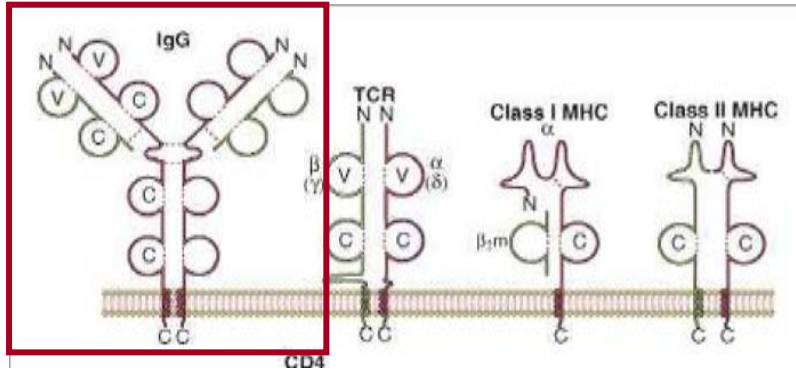
Estructura del Sistema Inmunitario

II: Células



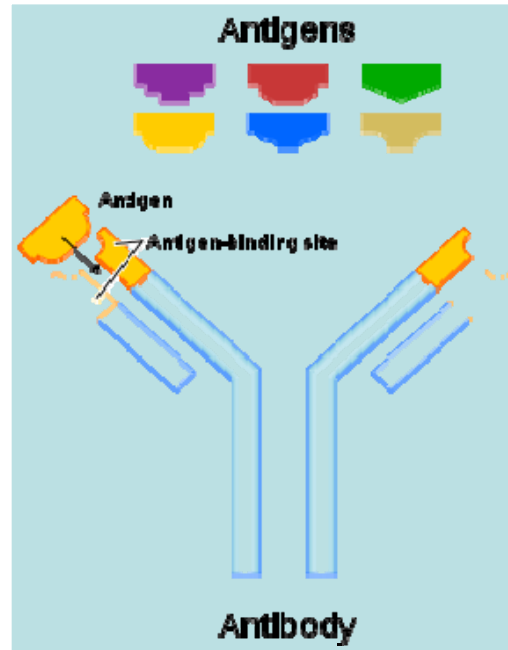
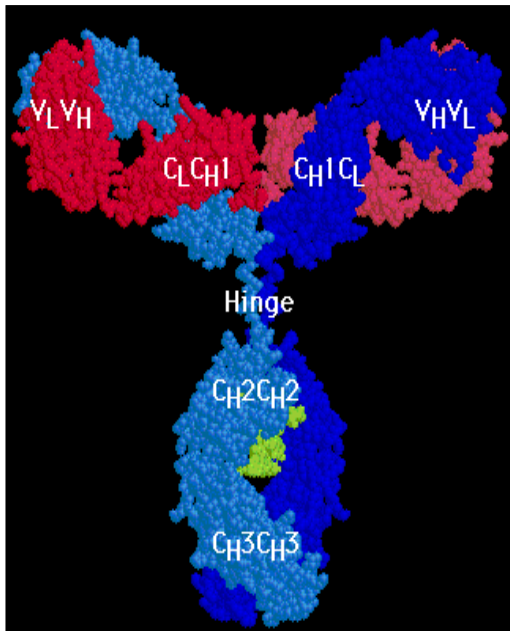
Estructura del Sistema Inmunitario (III): Moléculas

Inmunoglobulinas



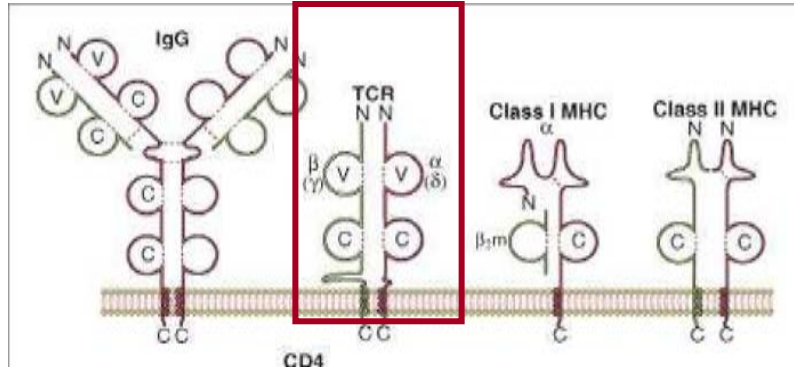
Premios Nobel

- 1948, Tiselius (γ globulin)
- 1972, Porter y Edelman (estructura de 4 peptides)
- 1984 Jerne, Köhler y Milstein especificidad
- 1987, Tonegawa diversidad

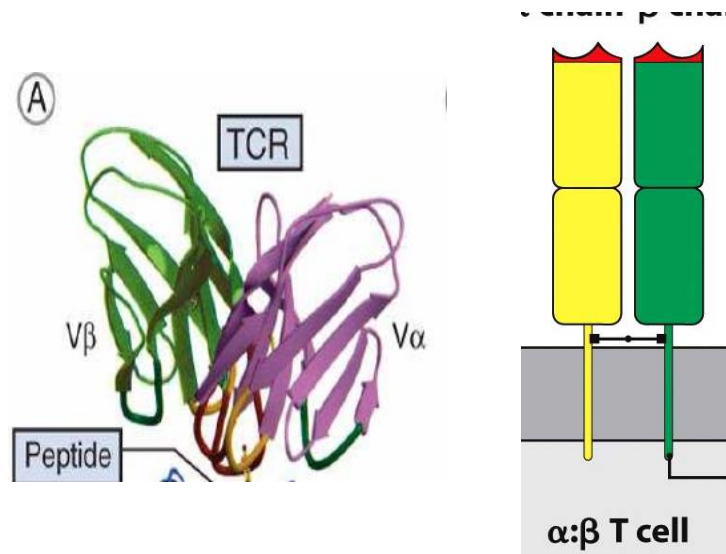


Anticuerpos y Receptor
linfocitos B

Estructura del Sistema Inmunitario (III): Moléculas

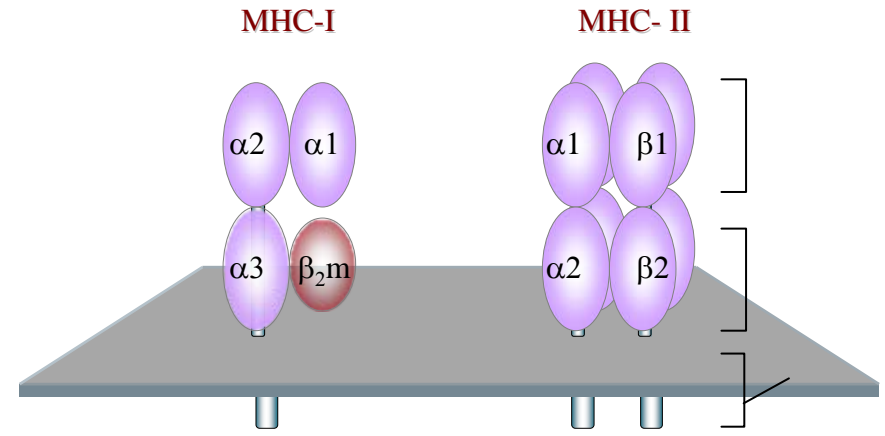
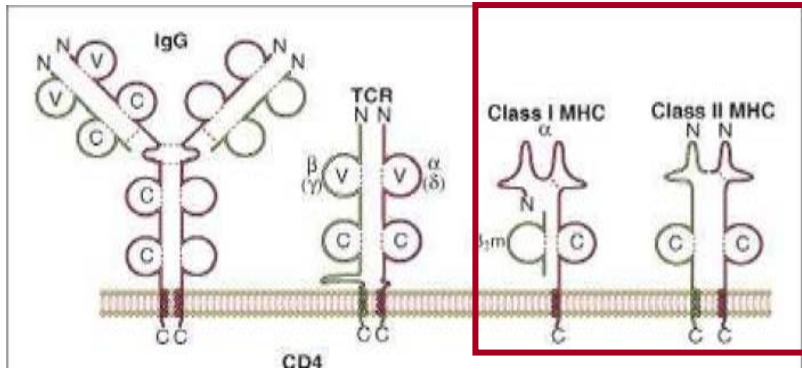


Receptor linfocitos T

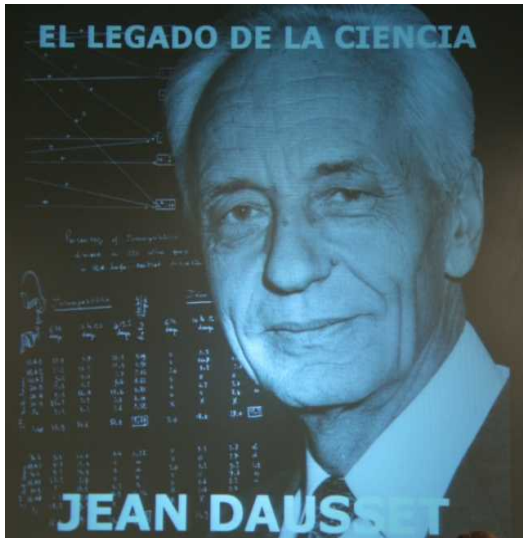


Premios Nobel
1996. Peter Doherty y Rolf Zirkennagel
1987, Tonegawa diversidad

Estructura del Sistema Inmunitario (III): Moléculas

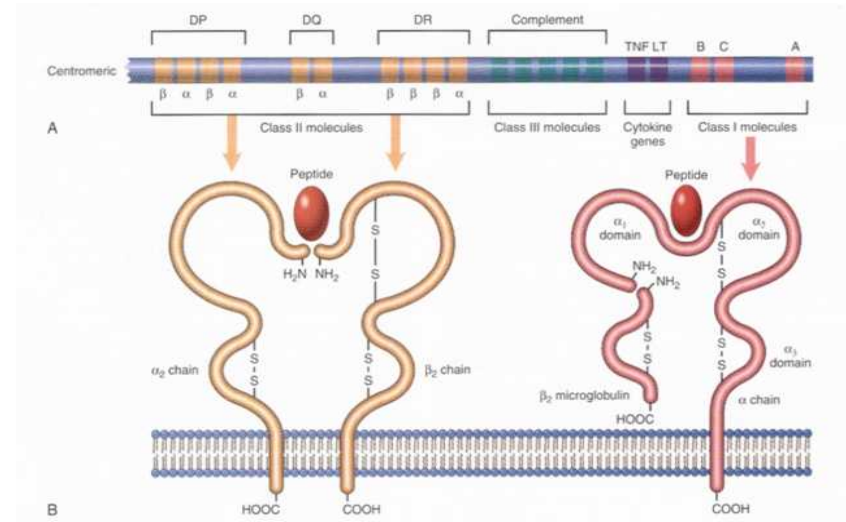


Moléculas HLA o MHC



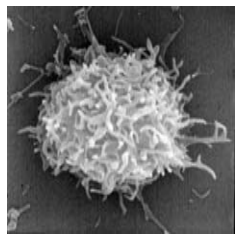
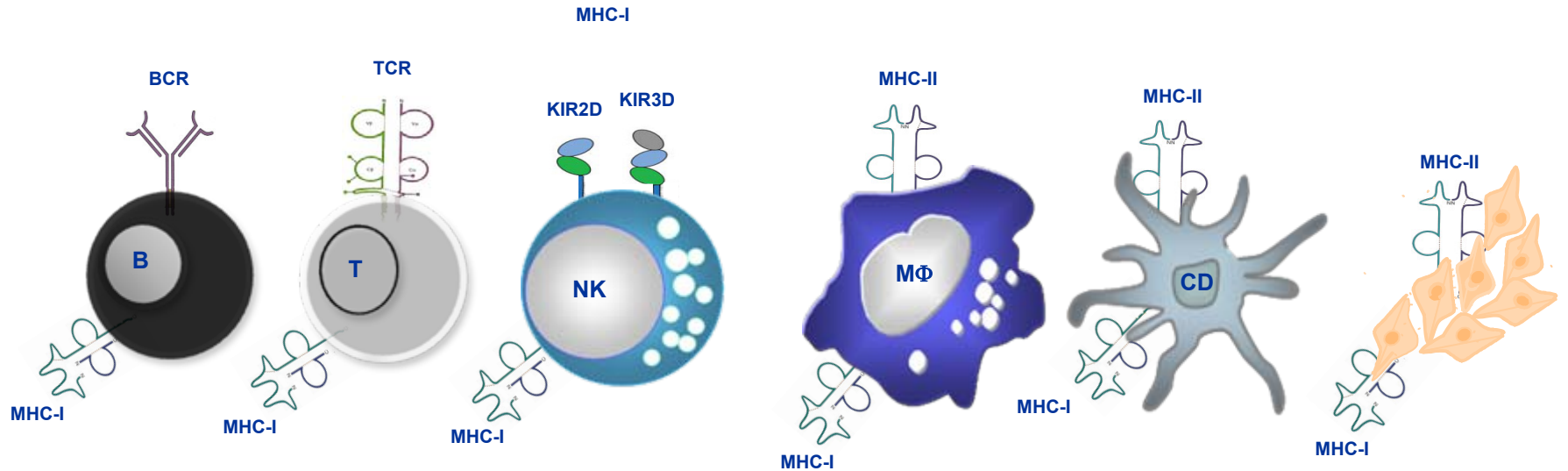
Jean Dausset, Premio Nobel 1980

Peter Doherty y Rolf Zirkennagel
Premios Nobel 1996

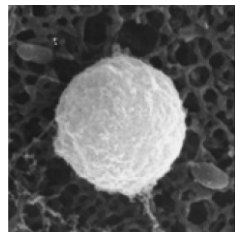


Estructura del Sistema Inmunitario (IV): Células y moléculas

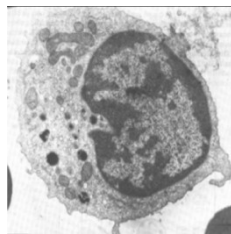
Los distintos tipos de linfocitos actúan en distintos momentos en el curso de la respuesta inmune



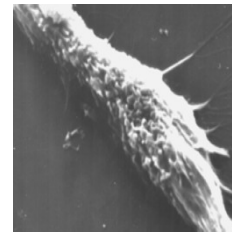
Linfocito B



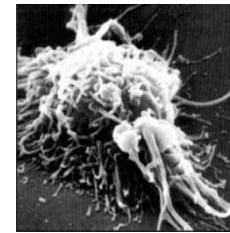
Linfocito T



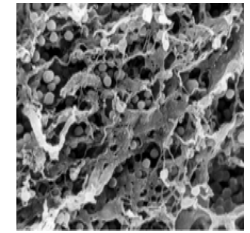
Célula NK



Macrófago



Célula dendrítica

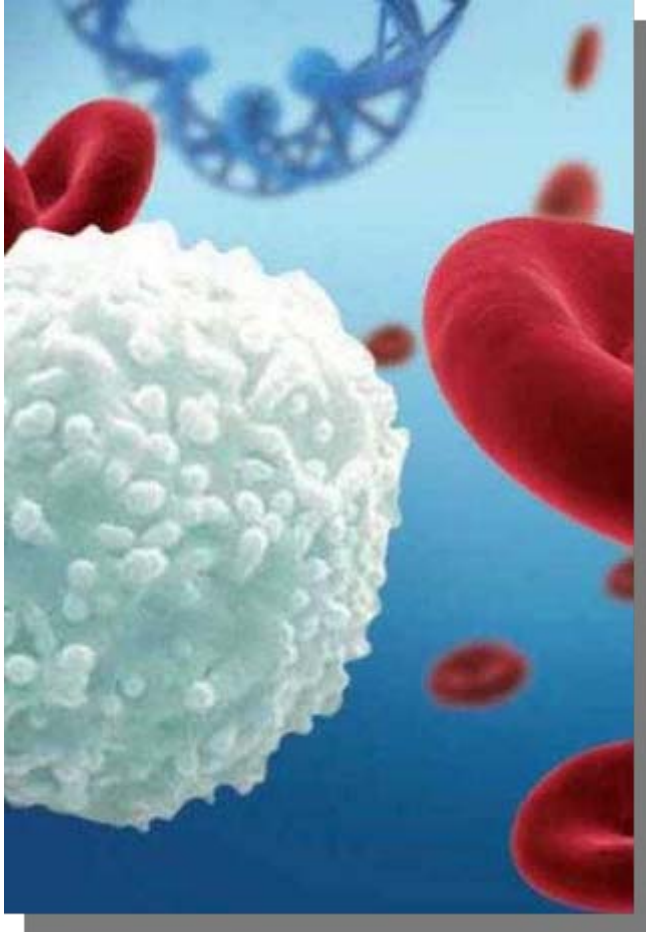


Epitelio tímico

Células linfoides

Células presentadoras de antígeno (CPAs) y células del epitelio tímico

Las defensas del organismo: función del SI



Immunología e Inmunidad

- a. Un poco de historia
- b. Concepto actual

El Sistema Inmunitario

- a. Desarrollo y maduración del Sistema inmunitario
- b. Elementos estructurales

Función del SI

- a. Lo extraño y lo propio
- b. Respuesta inmunitaria
- c. Inmunidad Innata y adaptativa

Fallos del SI

¿Qué es lo extraño?

Diversidad de patógenos



Figure 1-3 part 1 of 4 The Immune System, 2/e (© Garland Science 2005)



Figure 1-3 part 2 of 4 The Immune System, 2/e (© Garland Science 2005)



Figure 1-3 part 3 of 4 The Immune System, 2/e (© Garland Science 2005)

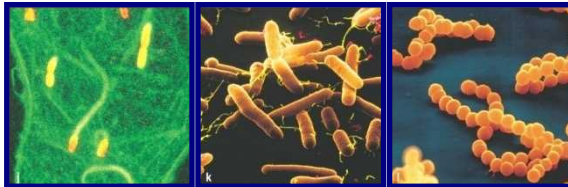


Figure 1-3 part 4 of 4 The Immune System, 2/e (© Garland Science 2005)

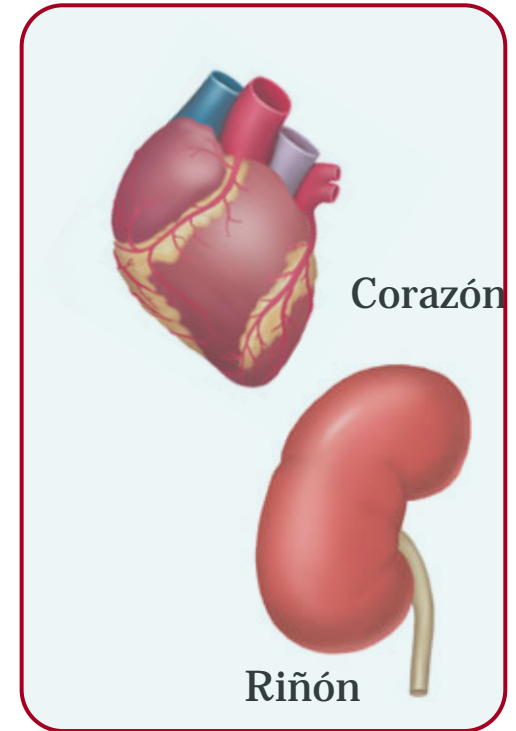
PATÓGENOS

- Parásitos
- Virus
- Hongos
- Bacterias

Pólenes



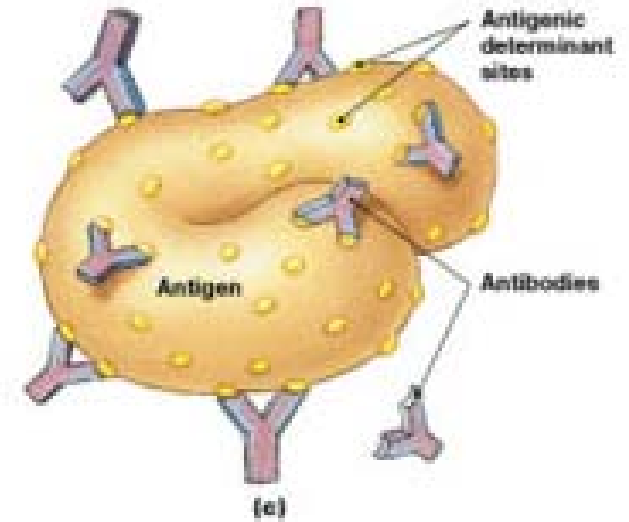
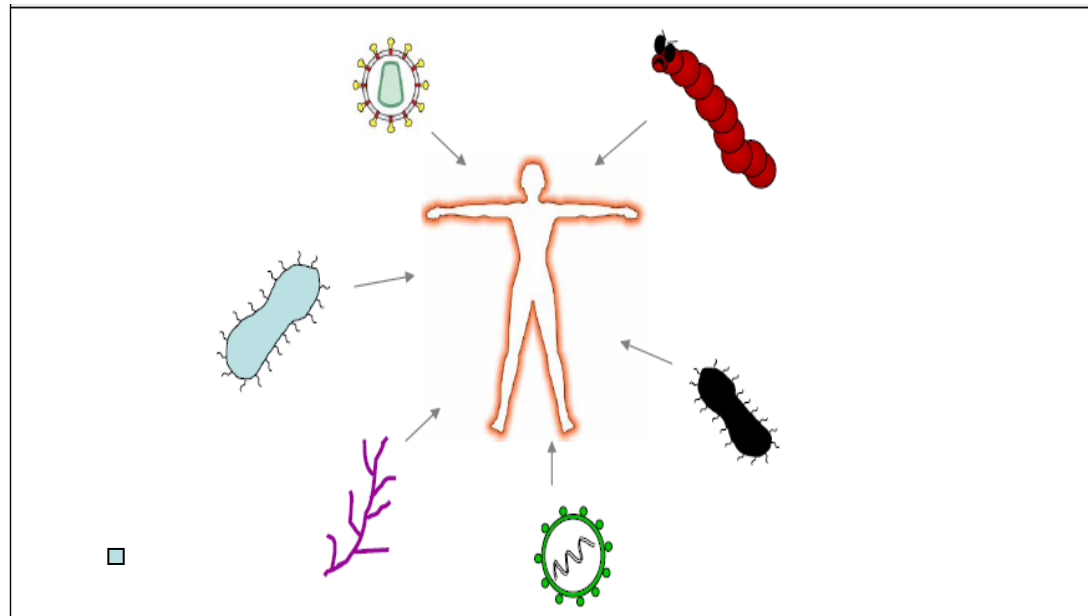
Tejidos de otros individuos



TRASPLANTES

El resultado de la relación patógeno-huésped determina el estado de salud o de enfermedad

Diversidad de patógenos con antígenos diferentes

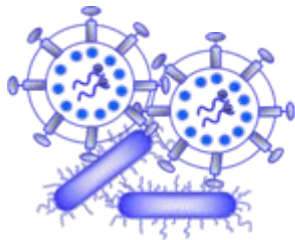


El SI inmunitario tiene que disponer de medios **también diversos** para defenderse de todos ellos

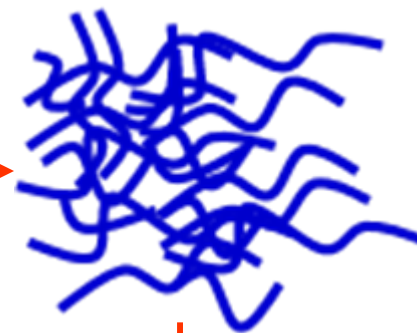
Invasores

Antígeno

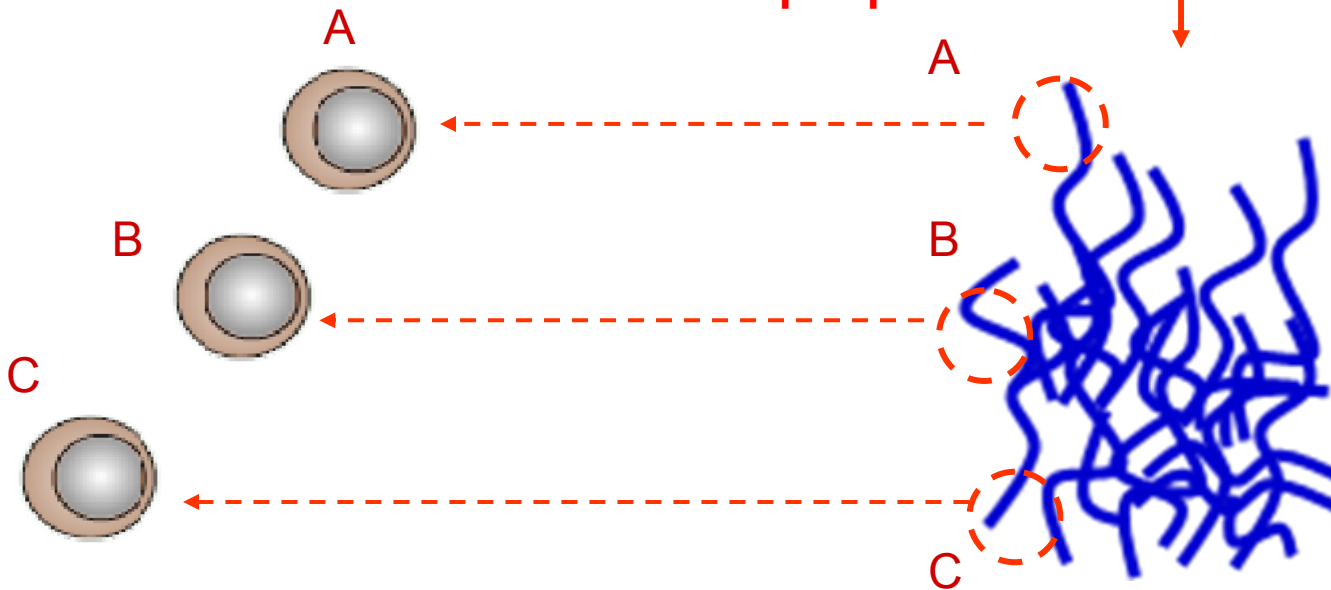
Virus
Bacterias
Parásitos
Hongos
Pólenes



Proteínas
Glicolípidos

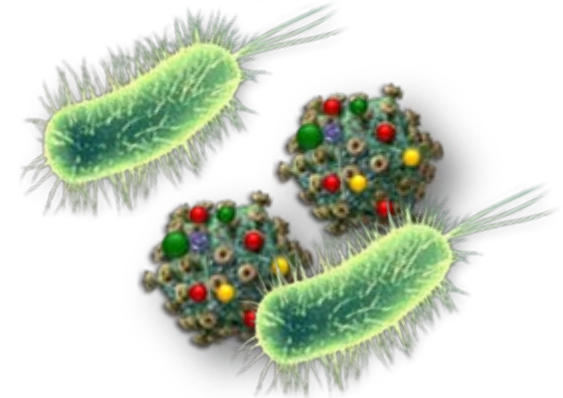


Epítopes o determinantes

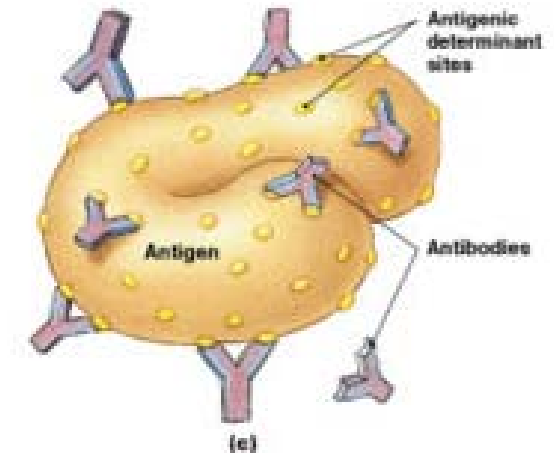


Nuevo concepto de Inmunidad

Concepto clásico: Se refiere a la protección frente a agentes infecciosos u otros agentes extraños. Su adquisición se inicia en el útero y continúa en los primeros años de vida y madura durante los primeros años de vida.



Concepto moderno: Función por la que un individuo reconoce y excluye antígenos de agentes extraños

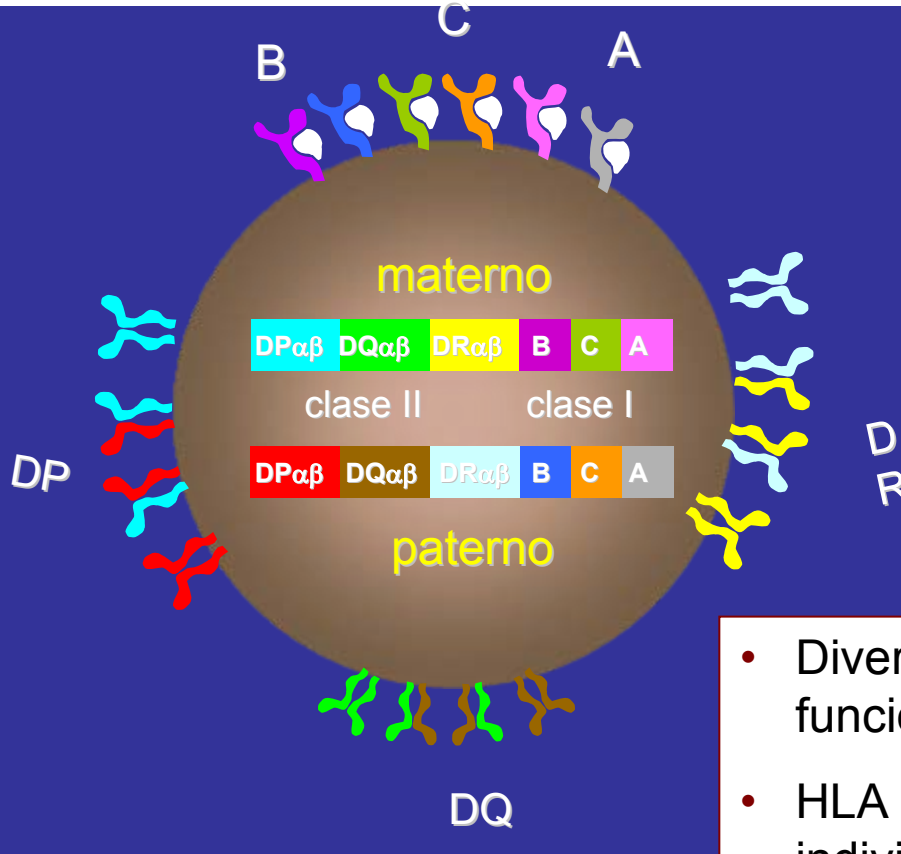


Normalmente supone un beneficio pero en ocasiones puede dañar al organismo.

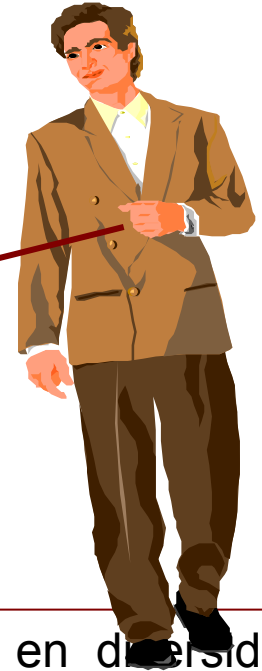
Frente a la diversidad de antígenos, diversidad en el SI

Las moléculas HLA determina la frontera entre lo propio y lo no propio

HLA



CARNET DE IDENTIDAD



Todas las células y tejidos

- Diversidad molecular se traduce en diversidad funcional
- HLA no varían a lo largo de la vida de un individuo: **“Sello de la individualidad”**
- Diversidad HLA entre individuos de una y de diferentes poblaciones

HLA



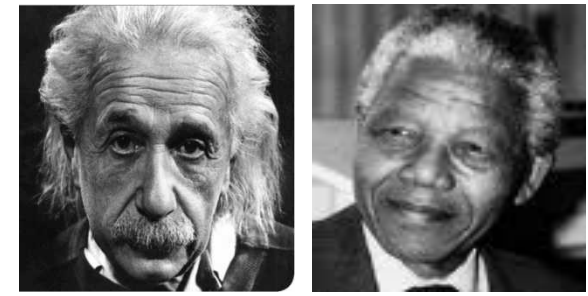
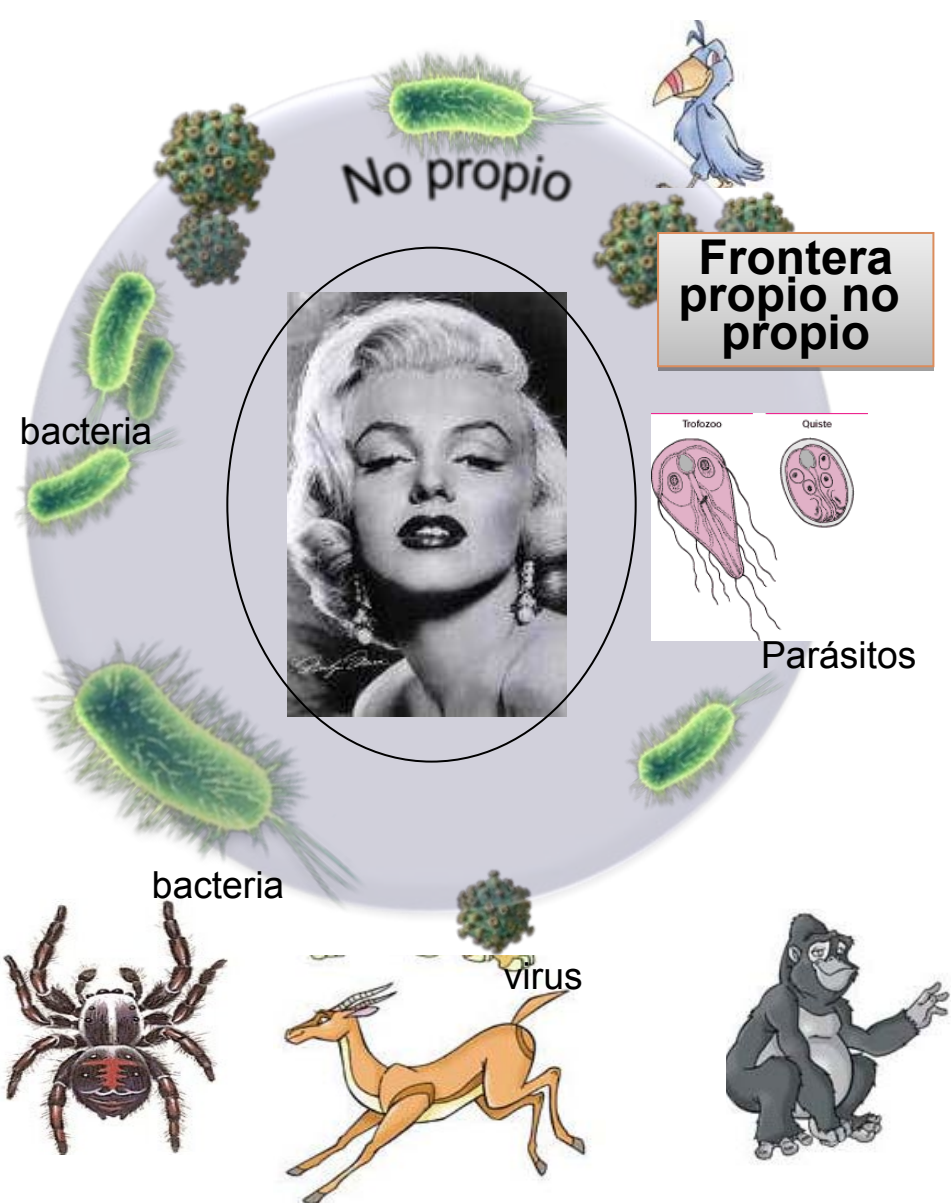
¿Cuál es su función?

- Ejercen como faros vigías para salvaguardar el organismo de invasores externos.
- Esenciales en la “Vigilancia Inmunológica”

¿Cómo la ejercen?

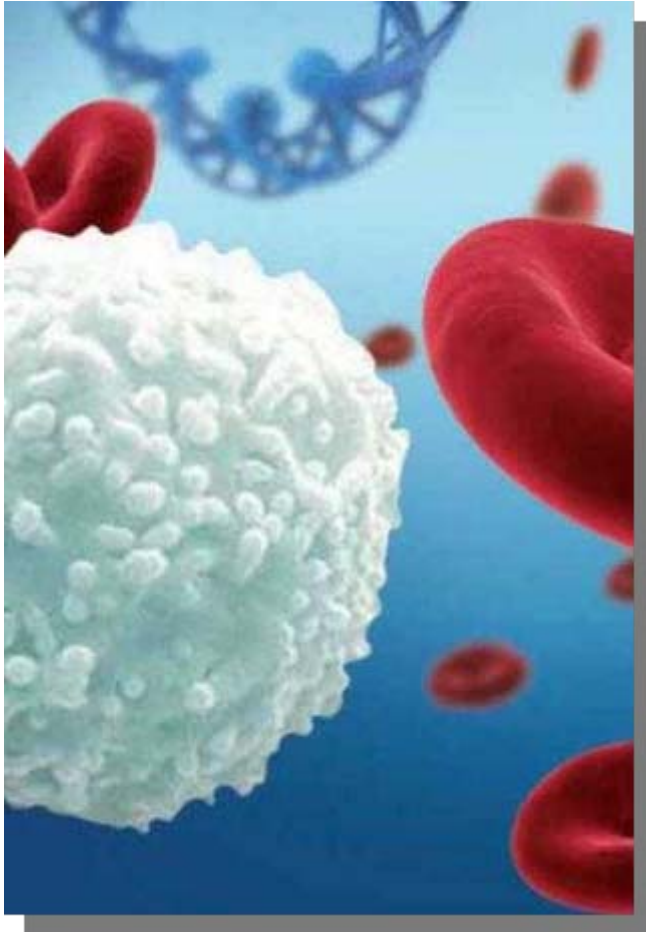
- Capturan antígenos y los presentan los linfocitos T CD4 (HLA-II) o T CD8 (HLA-I)
- En la respuesta innata por su capacidad interaccionar con receptores KIR (HLA-I)
- Son clave en la respuesta adaptativa y en la distinción **propio-no propio**

Sistema Inmunitario protector de la identidad propia



El **Sistema Inmune** reconoce y defiende la propia **identidad**. Marca la frontera entre un individuo y su entorno.

Las defensas del organismo



Inmunología e Inmunidad

- a. Un poco de historia
- b. Concepto actual

El Sistema Inmunitario

- a. Desarrollo y maduración del Sistema inmunitario
- b. Elementos estructurales

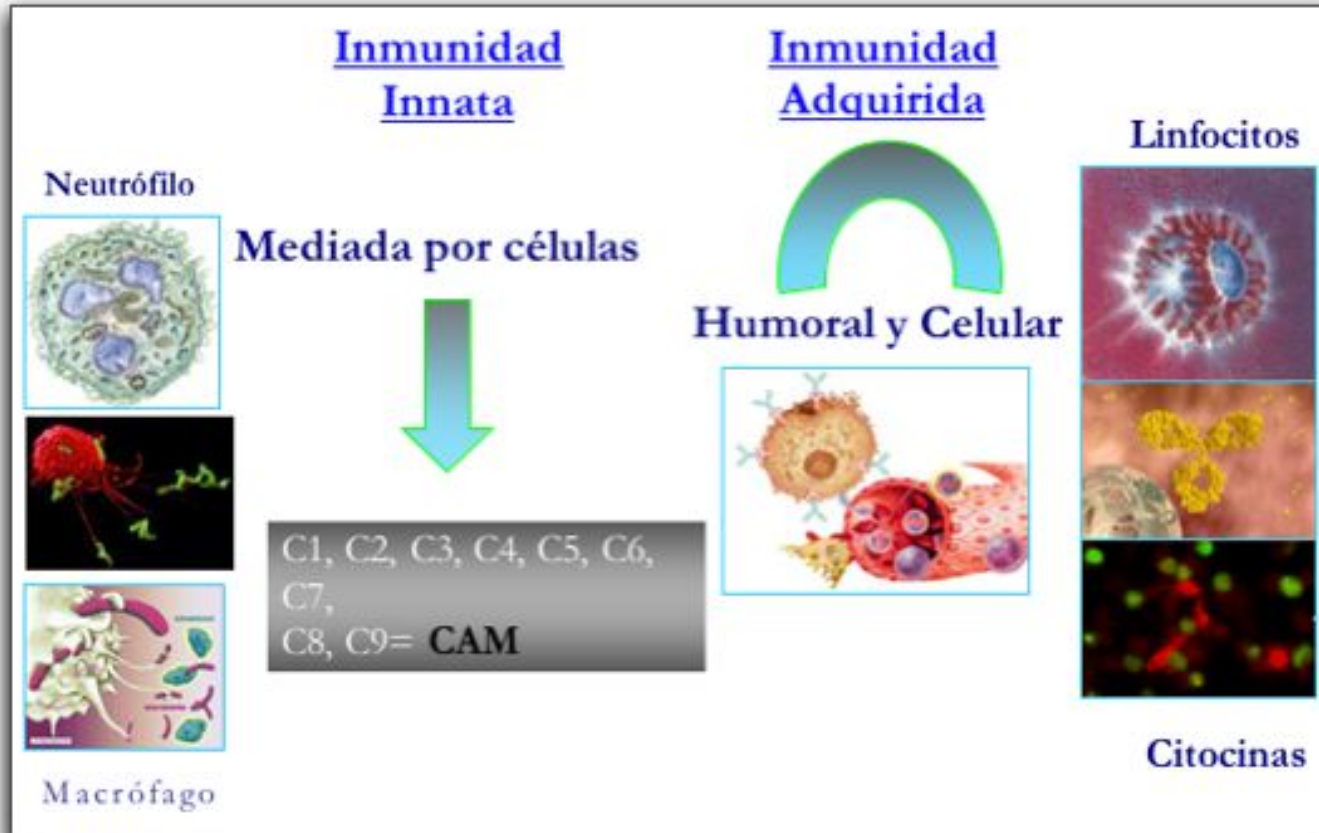
Función del SI

- a. Lo extraño y lo propio
- b. Respuesta inmunitaria
- c. Inmunidad Innata y adaptativa

Fallos del SI

Respuesta inmunitaria

- Transcurre en varios niveles, pero están interrelacionados
- Conjunto de acciones armonizadas de la inmunidad innata y adaptativa dirigidas a proteger al organismo

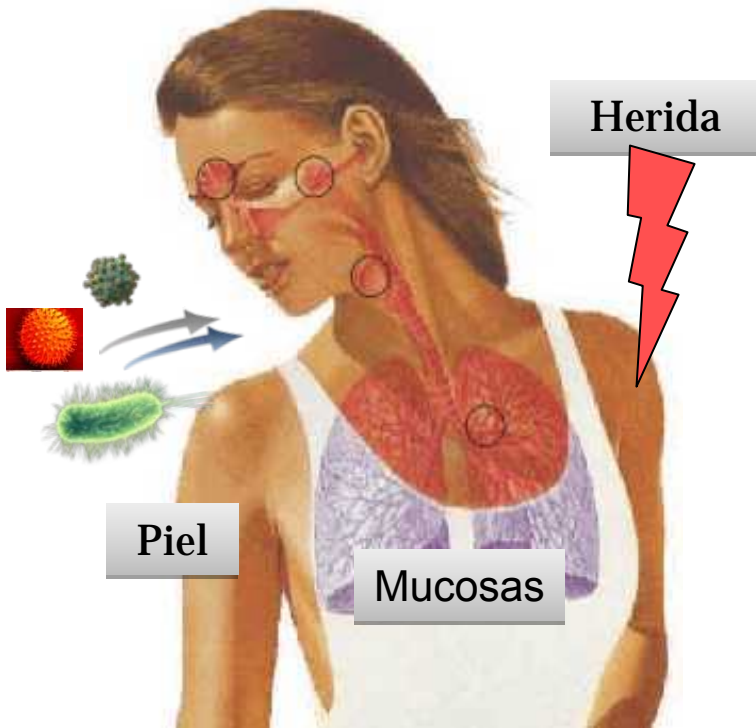


Horas después de la detección del invasor

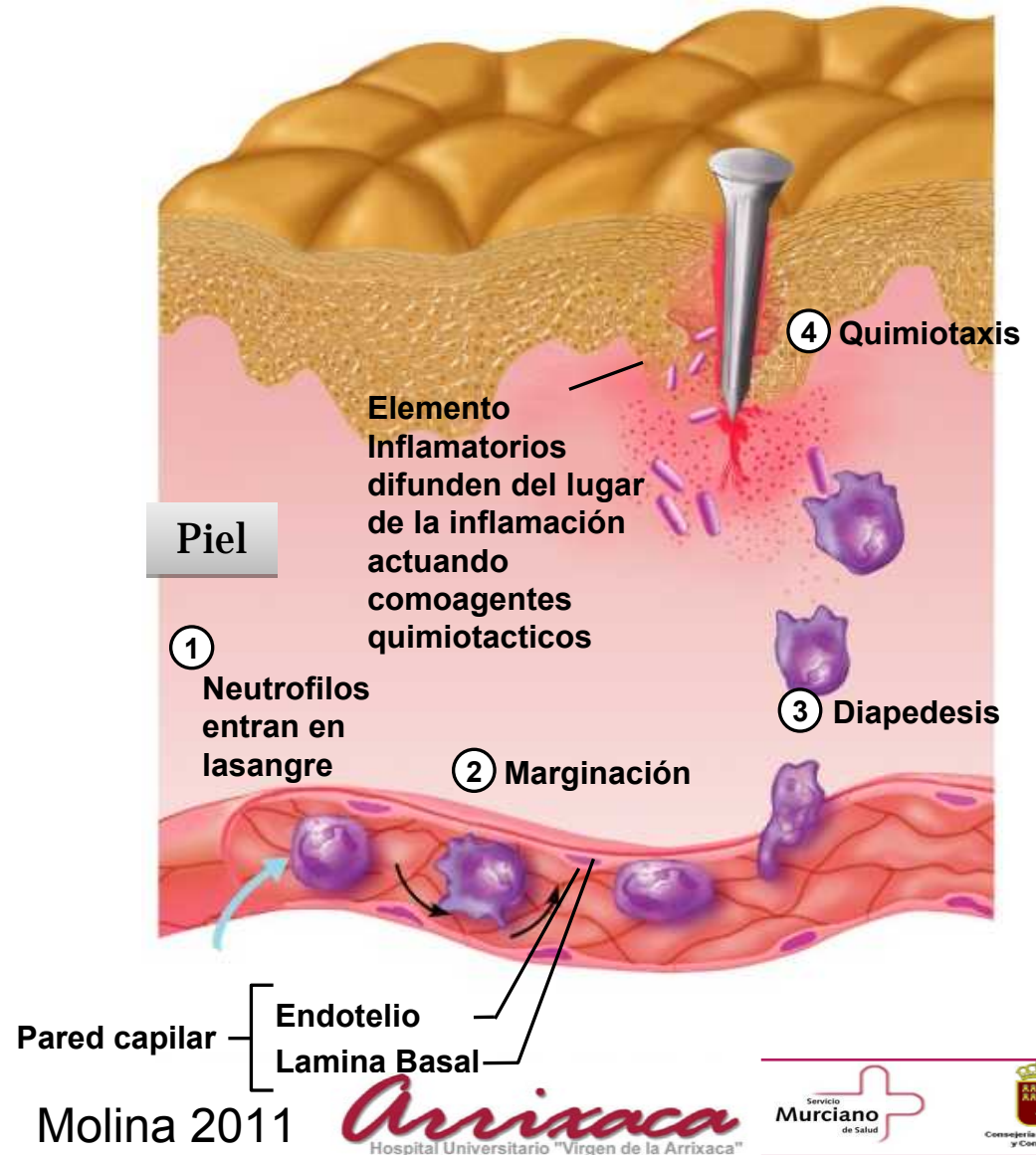
Varios días después de la detección del invasor

Inmunidad innata

Primer nivel: Piel y mucosas

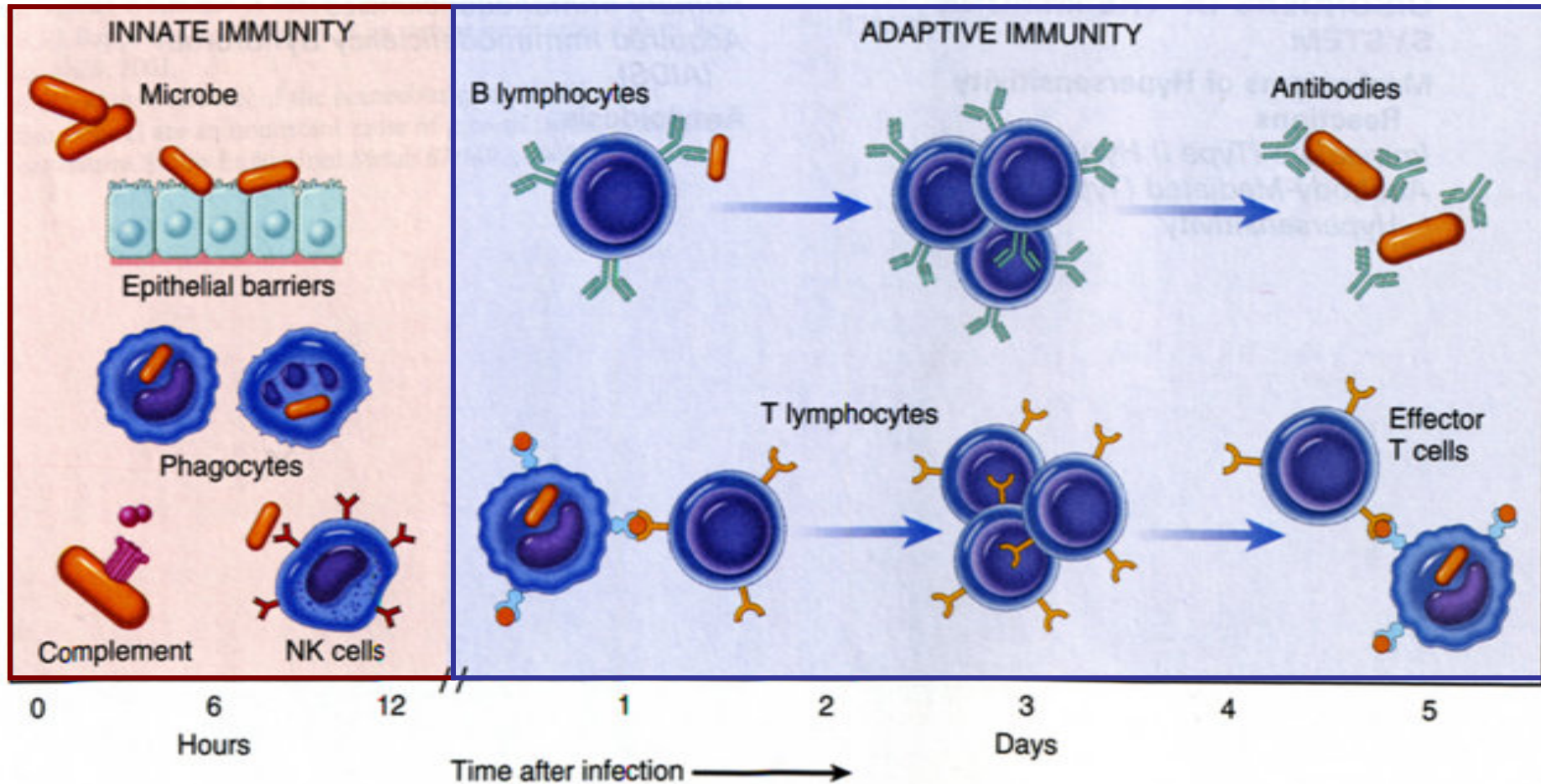


Respuesta inflamatoria

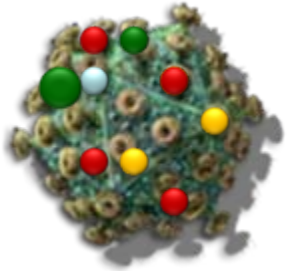




Respuesta Inmunitaria (2). Inmunidad adaptativa

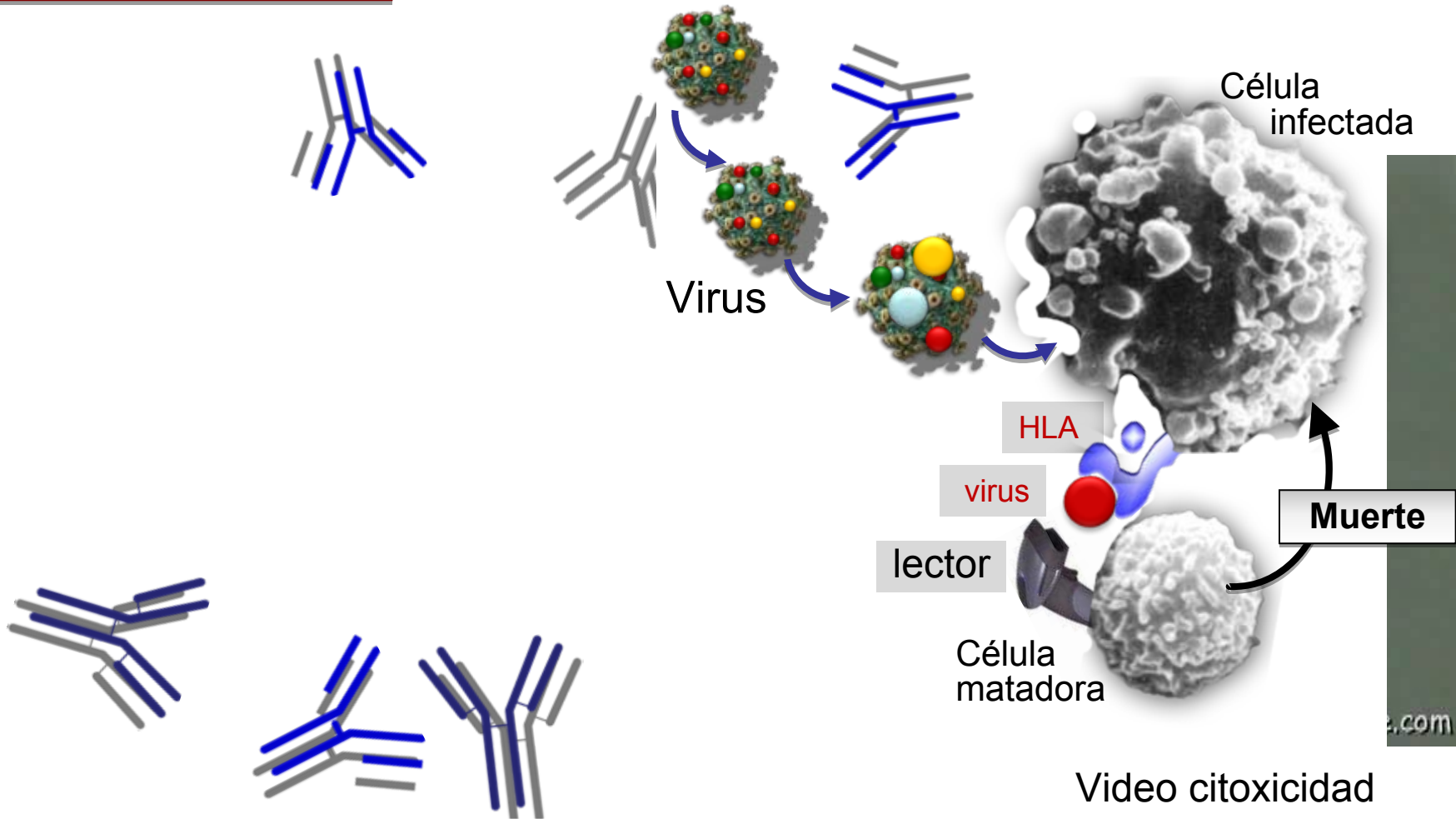


Inmunidad Aptativa: Neutralización y muerte celular



3^{er} nivel: Anticuerpos

4^o nivel: Células T destructoras



Maduración y Educación linfocitaria

Los linfocitos se prepara para el ejercicio de su profesión

❖ **Educación primaria:** Los linfocitos van a la escuela

✓ Médula y timo

❖ **Educación secundaria:** Los linfocitos van a la Universidad y Centros de educación superior

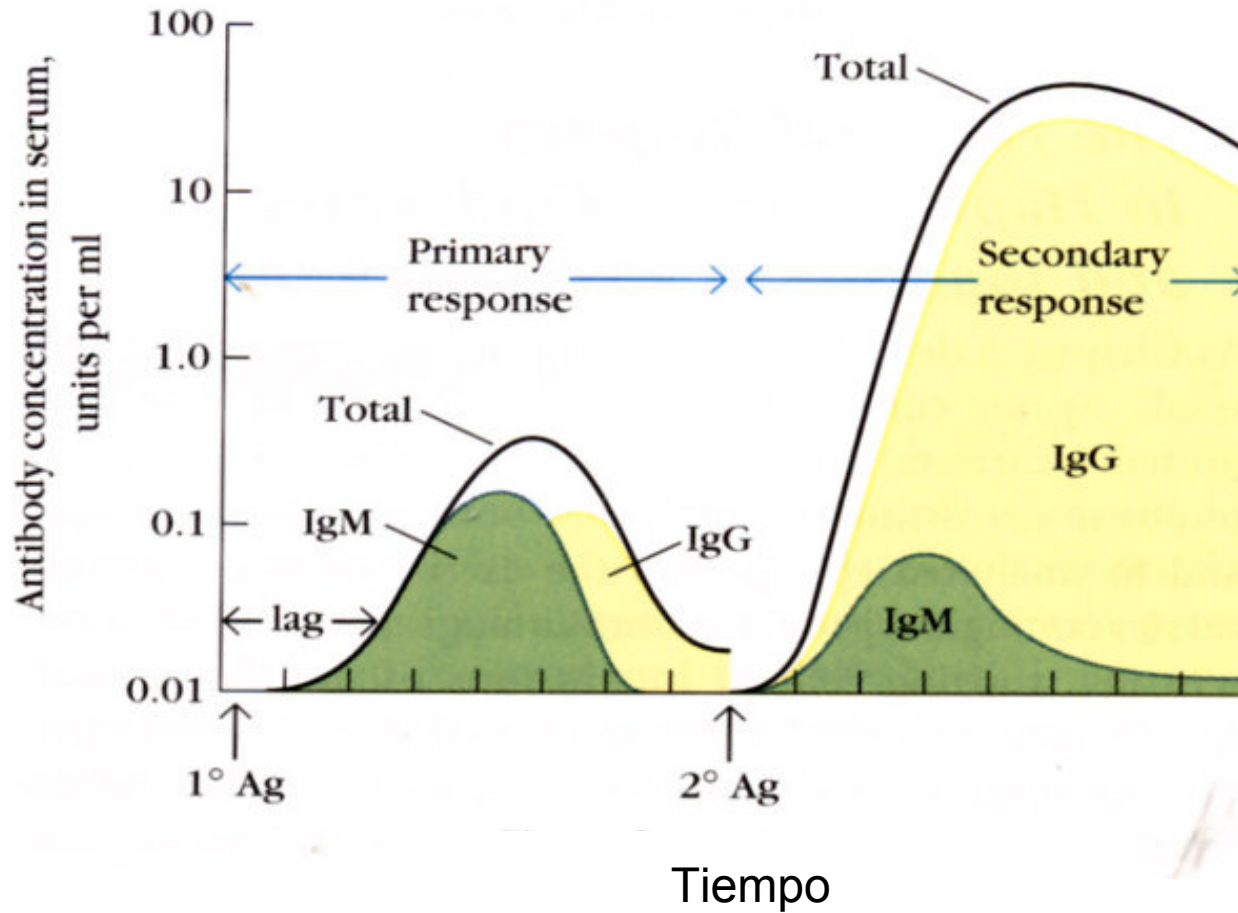
- Una vez educados y especializados pueden ejercer su profesión
- Guardan memoria de actividades
- Quedando disponibles para movilizaciones posteriores con respuestas más ágiles en un segundo encuentro



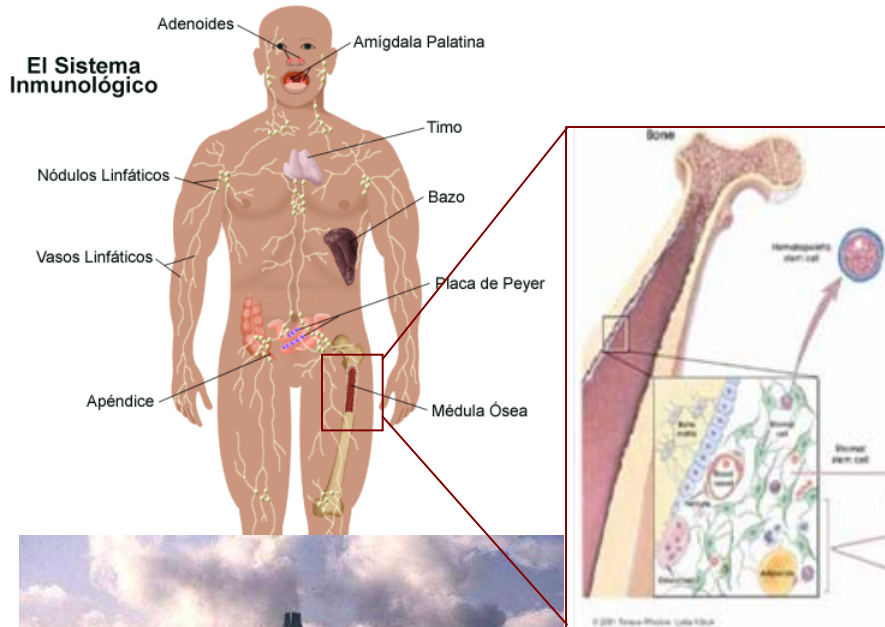
Producción inmunitario

de anticuerpos

Sistema



Educación y selección de linfocitos B: M. Ósea

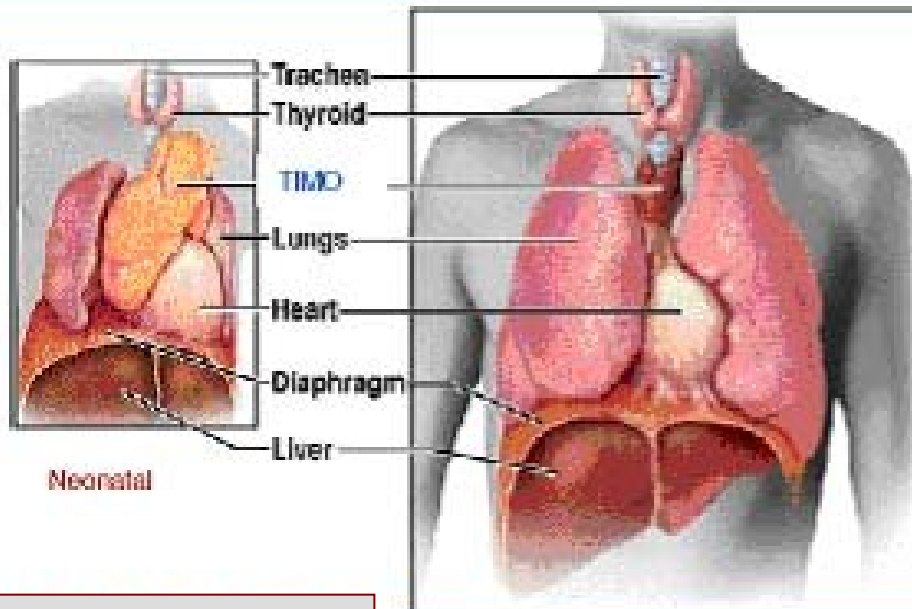


Fabrica de células

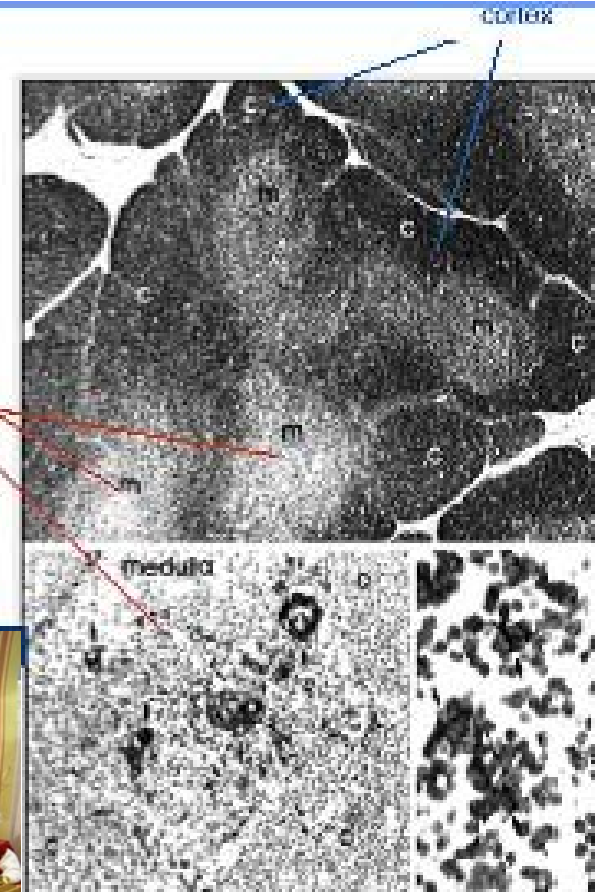
Escuela para la educación de linfocitos B



Educación y selección de linfocitos T: Timo



médula

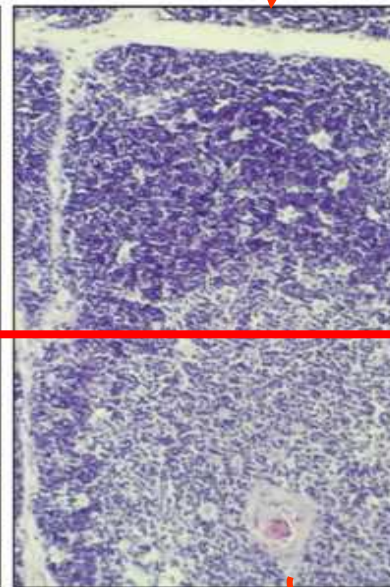
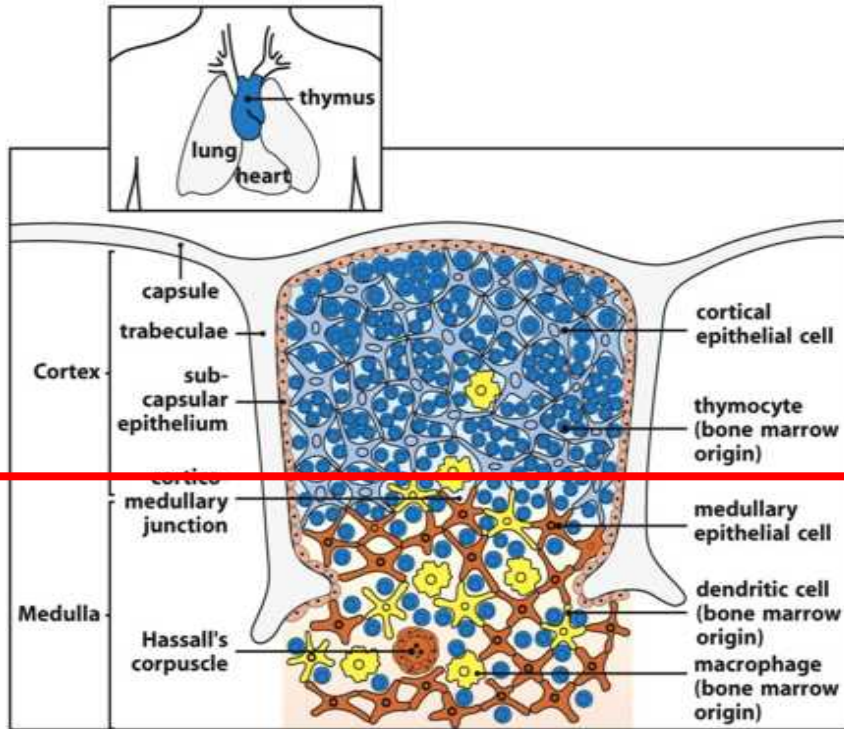


Escuela educación
y
diferenciación
de linfocitos
T CD4+ y CD8+



Organización y Estructura del timo

5 x 10⁷ / día



Precursor linfocitario

Timocitos

Linf. T inmaduros
dobles positivos

97% ††

Linf. T vírgenes
simples positivos

Circulación sanguínea

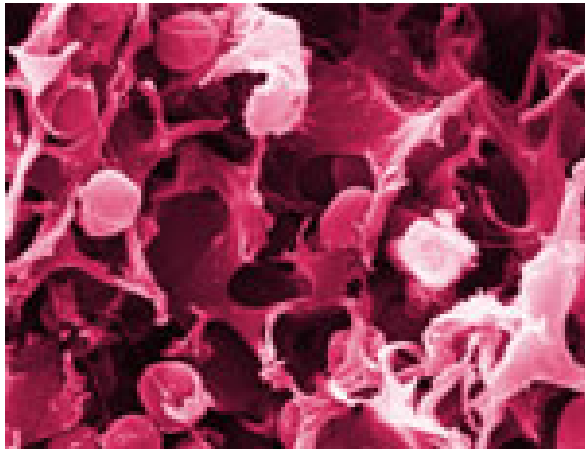
2 x 10⁶ / día

3%

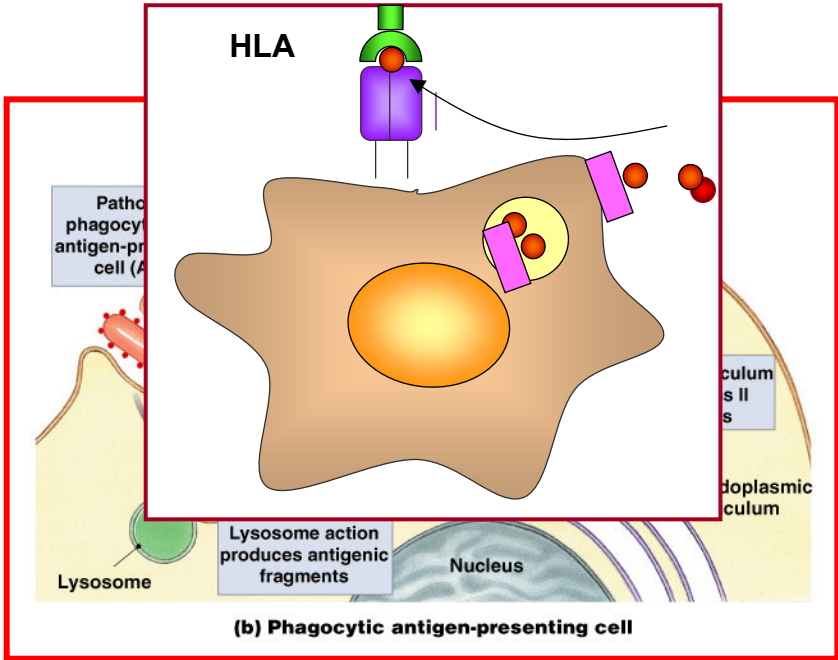
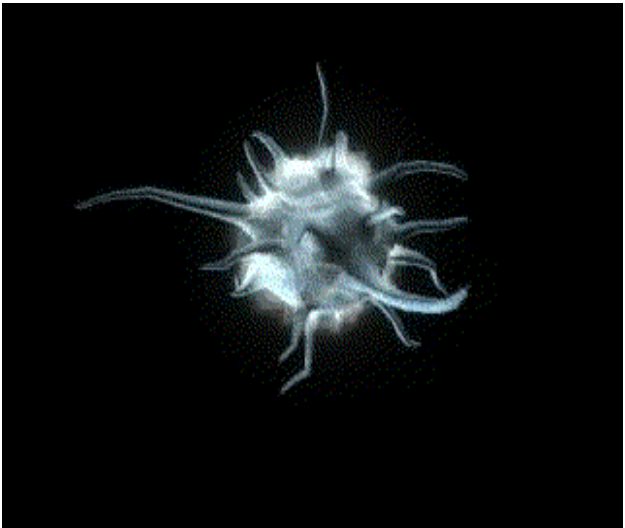
Figure 7-15 Immunobiology, 7ed. (© Garland Science 2008)

Reconocimiento restringido por el HLA del

Zona cortical:
HLA de las células del epitelio tímico



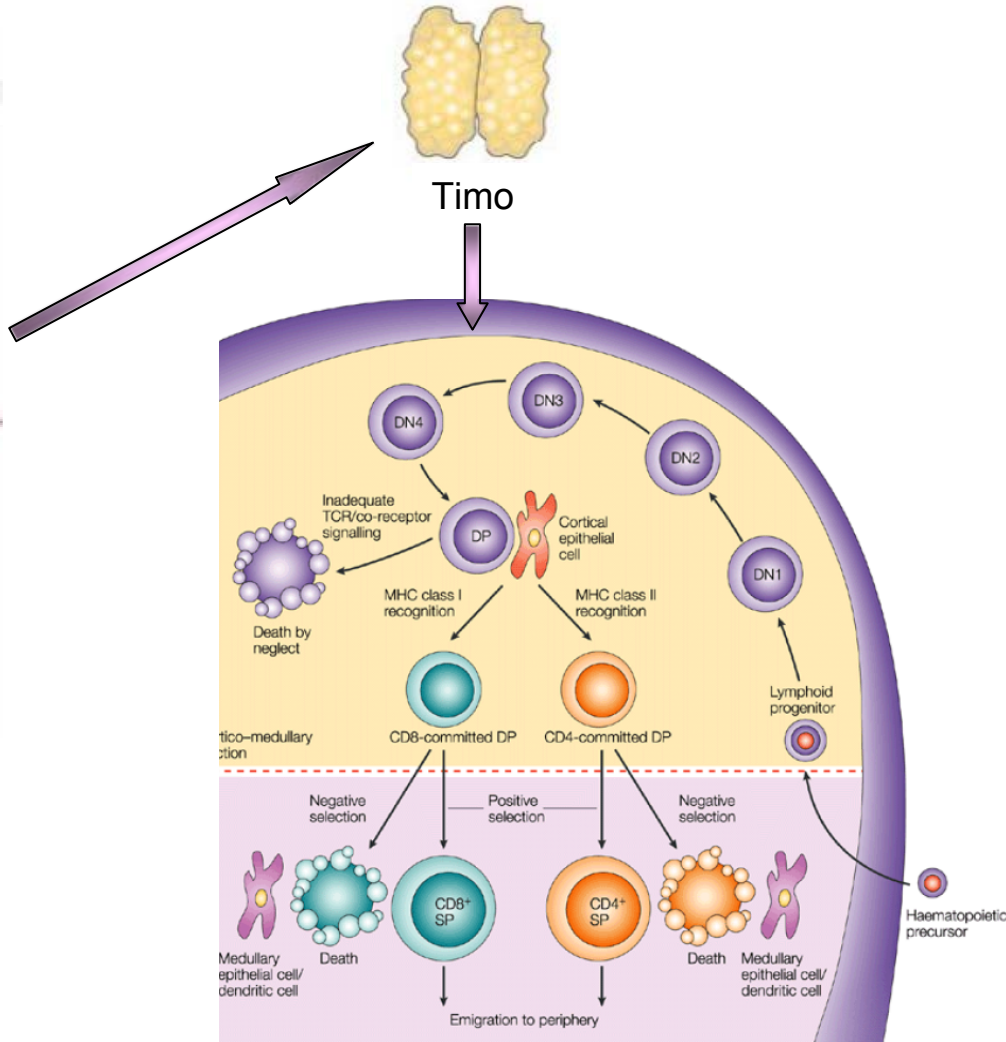
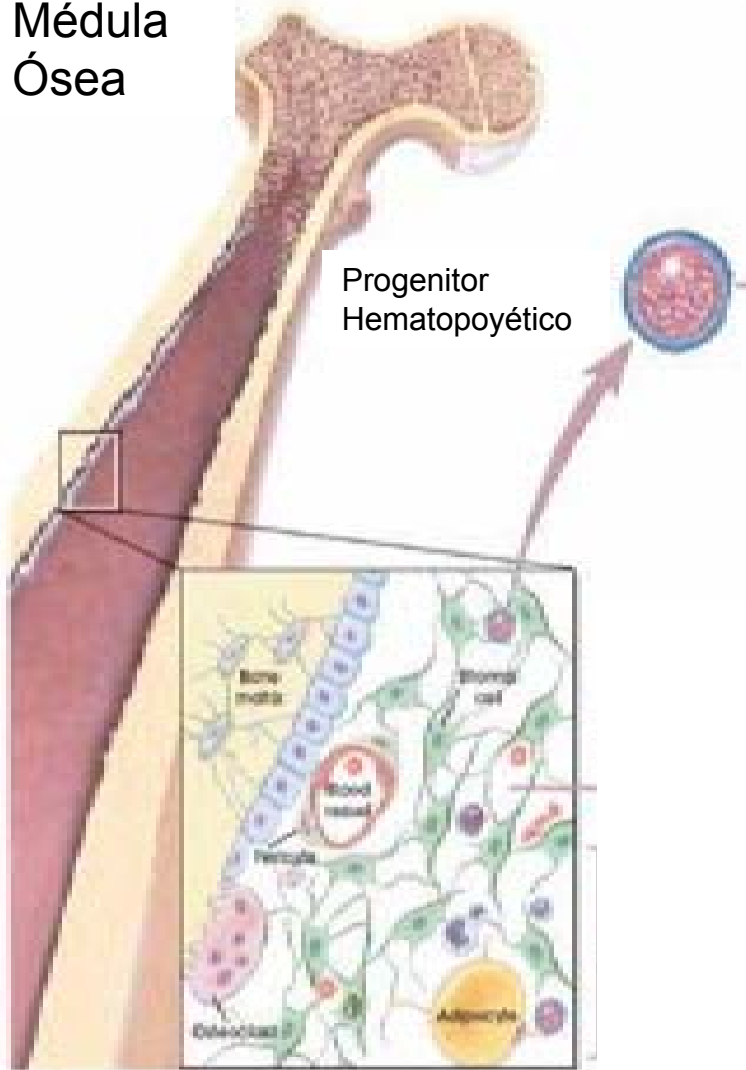
Zona Medular:
HLA de C. dendríticas y macrófagos



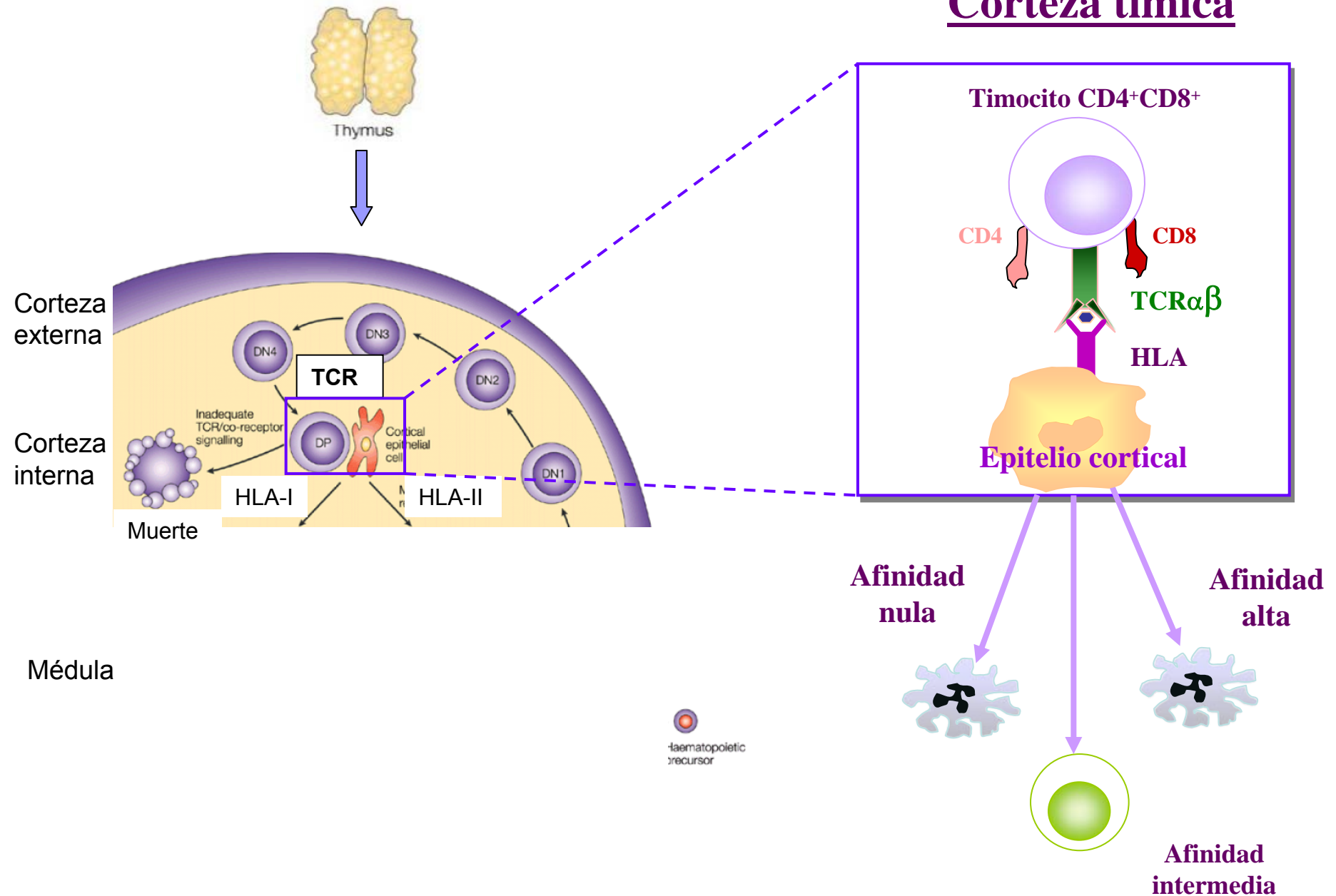
Etapas madurativas Linfocito T y tolerancia central

Médula Ósea

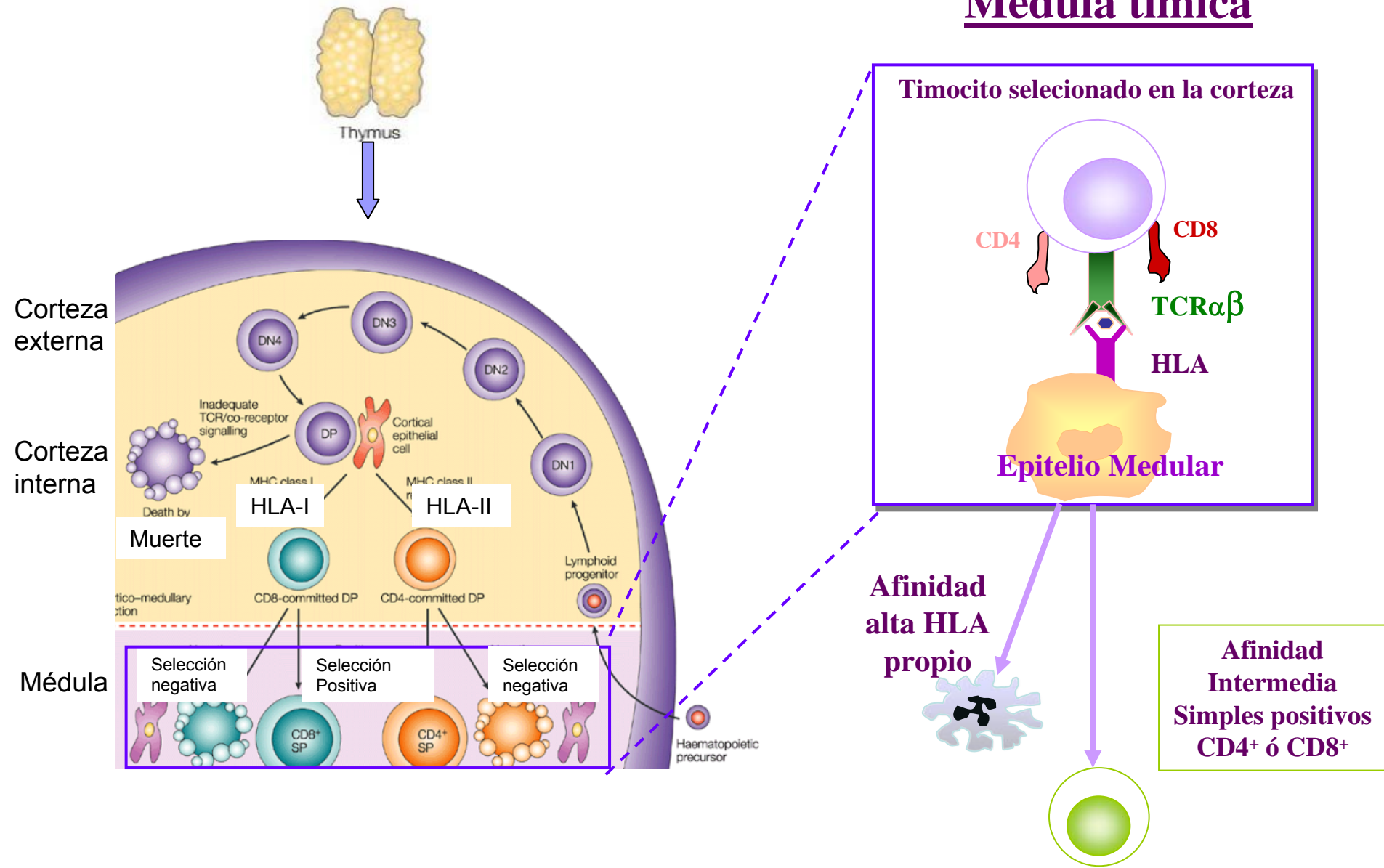
Progenitor Hematopoyético

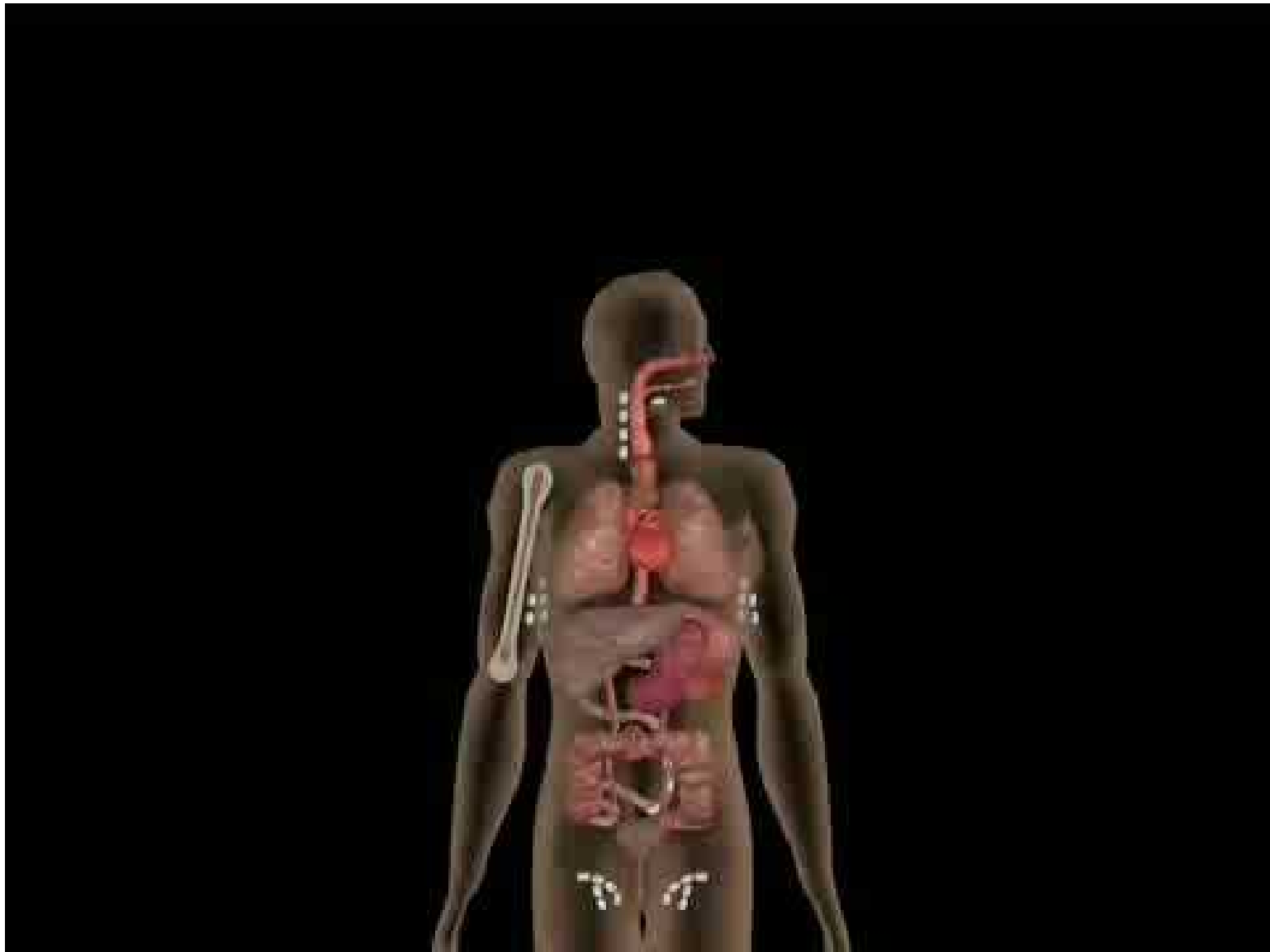


Corteza tímica

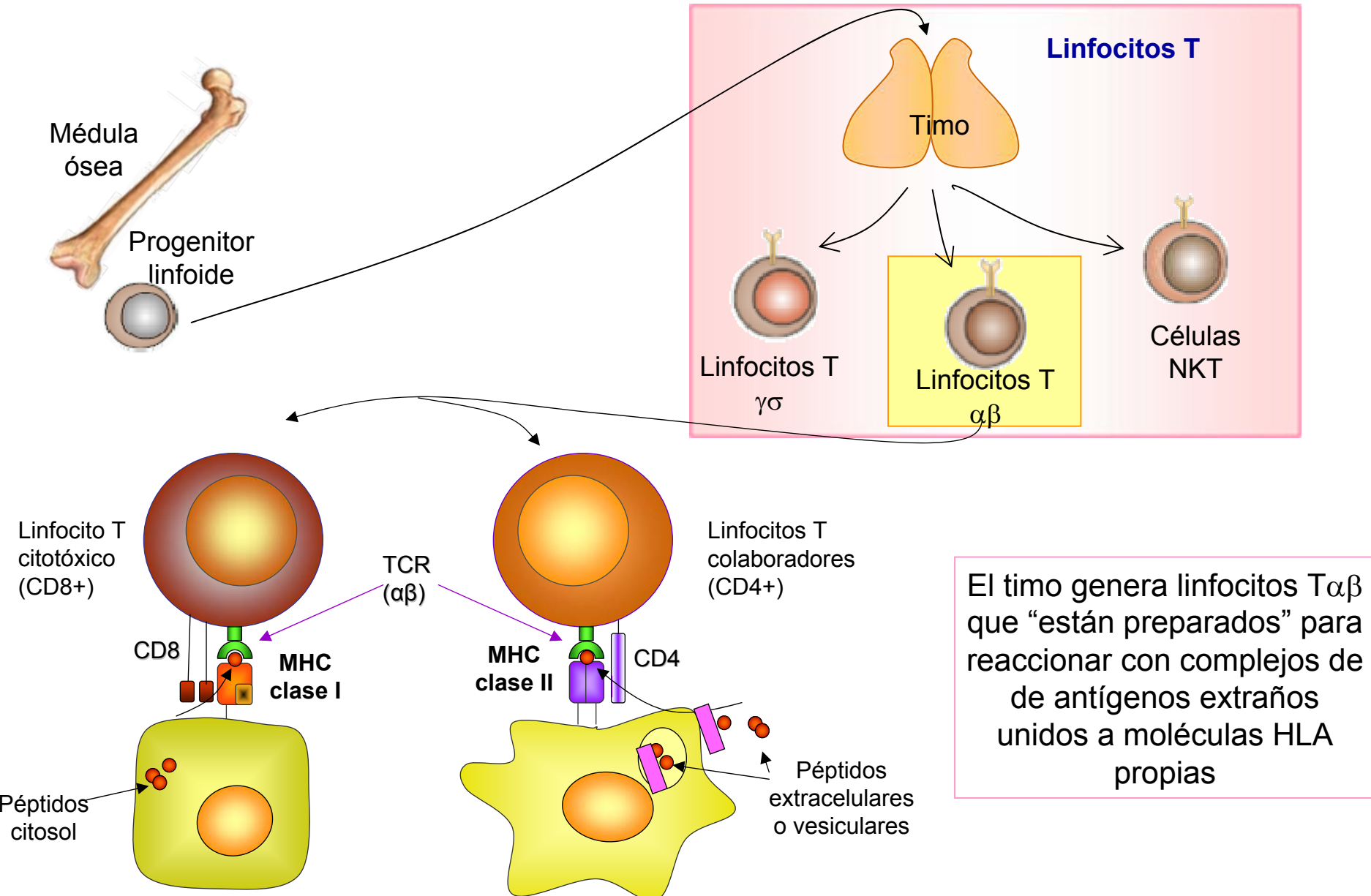


Médula tímica

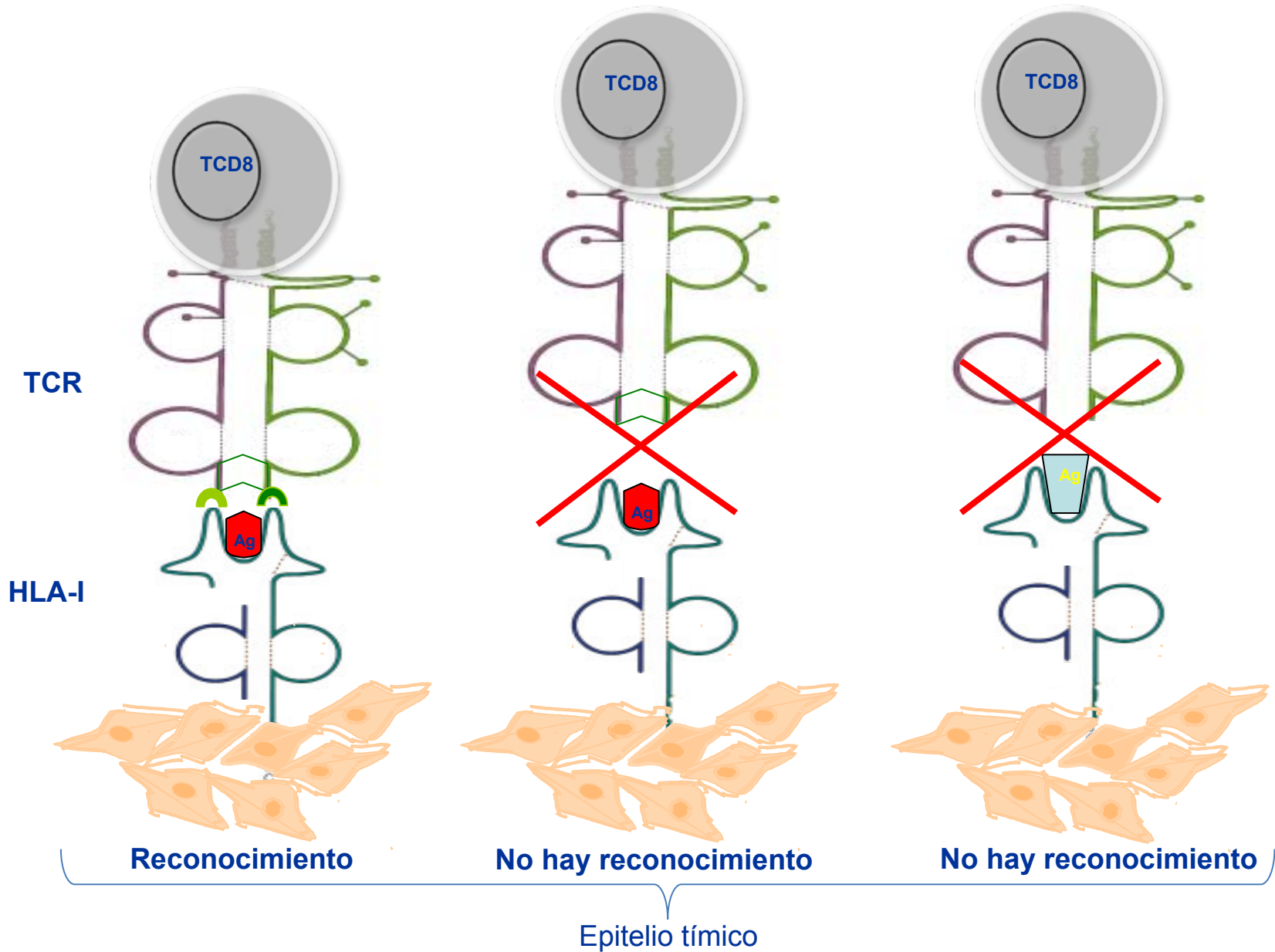




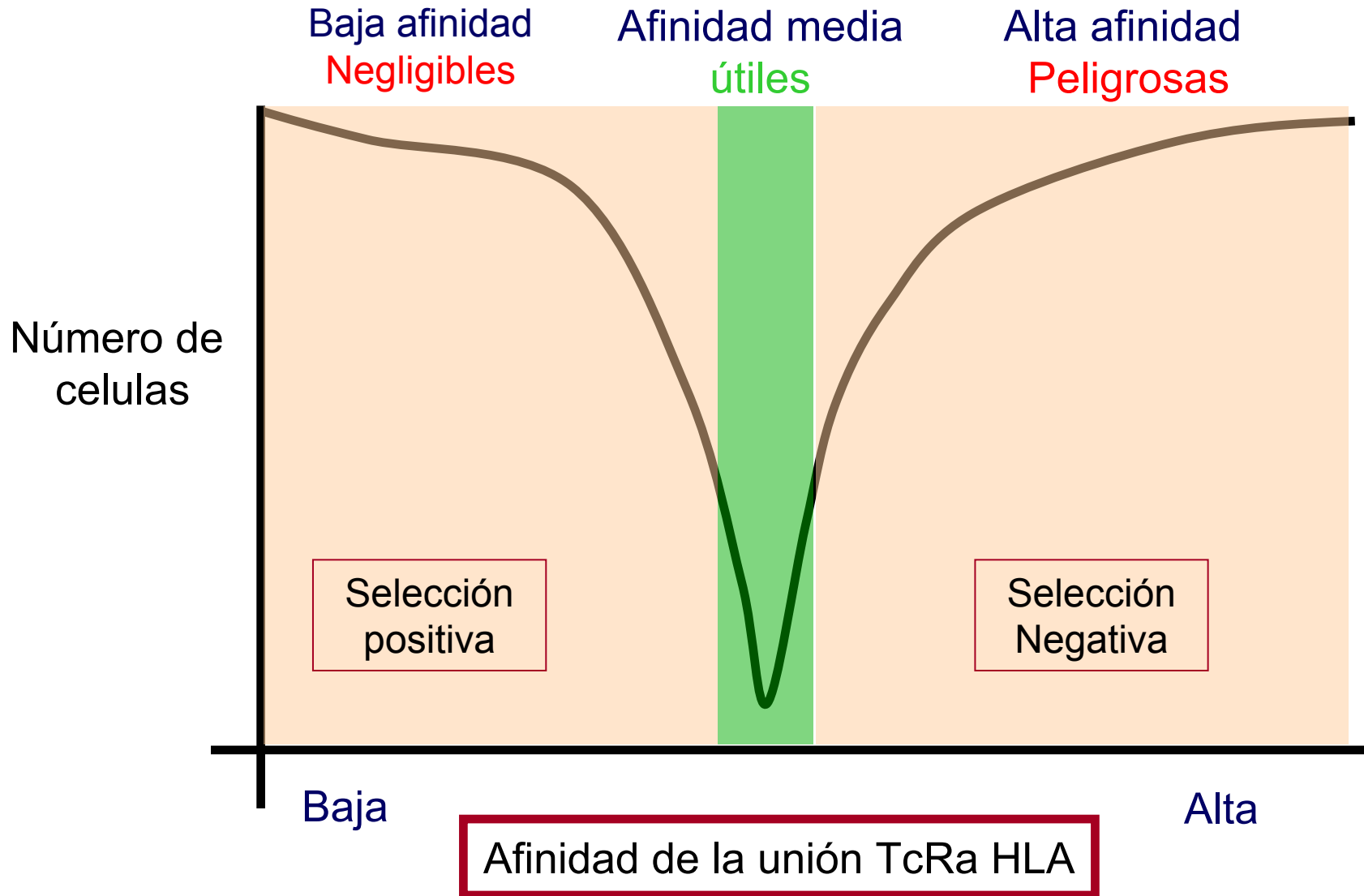
Los linfocitos T se desarrollan en el **timo** donde generan su TCR y reciben señales de supervivencia o muerte según como reaccionan con componentes propios



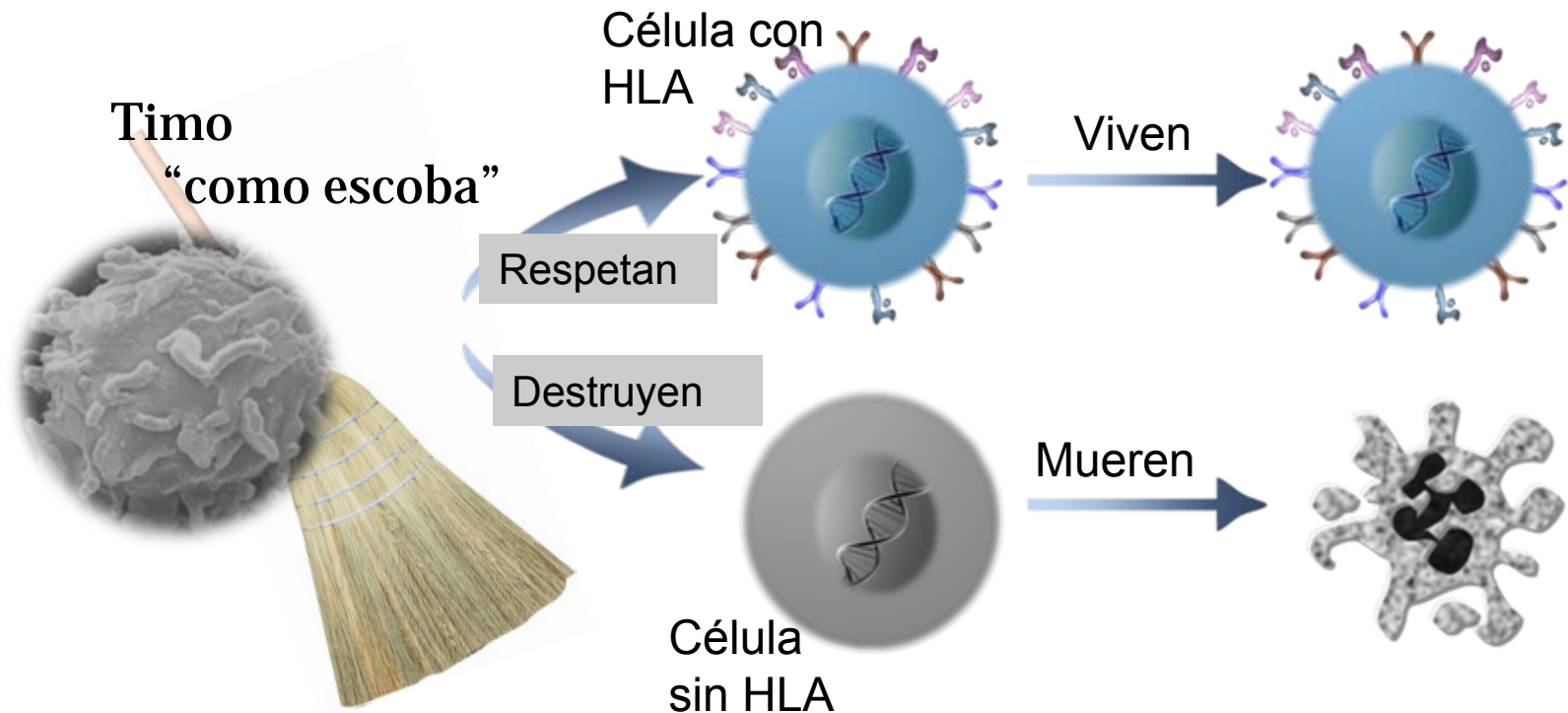
Restricción HLA o MHC



El timo selecciona los linfocitos T con afinidad intermedia por HLA y elimina las células dañinas



Células T que reaccionan inapropiadamente con lo propio (HLA) son eliminadas



Generación repertorios inmunitarios

B

T

Médula Ósea

Timo

①

Tolerance Central

①

Los linfocitos reactivos a lo propio se deleccionan



Médula ósea

células madre pluripotenciales

permanecen en la médula ósea

se desplazan al timo

diferenciación en la médula ósea



célula madre



célula B



células plasmáticas



anticuerpos



célula madre



célula T



inmunorre-
gulación;
intensificación
de la respuesta

lisan las
células

inmunorre-
gulación;
suprime la
respuesta

Linf. B
autorreactivos se
eliminan en la M.
Ósea

Linf. T
autorreactivos se
eliminan en el
Timo

Maduración y Educación linfocitaria

Los linfocitos se prepara para el ejercicio de su profesión

❖ **Educación primaria:** Los linfocitos van a la escuela

✓ Médula y timo

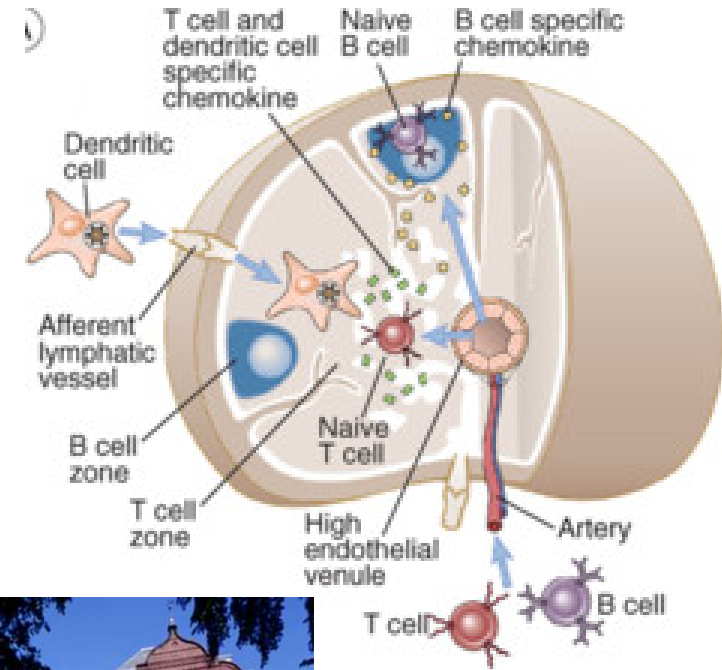
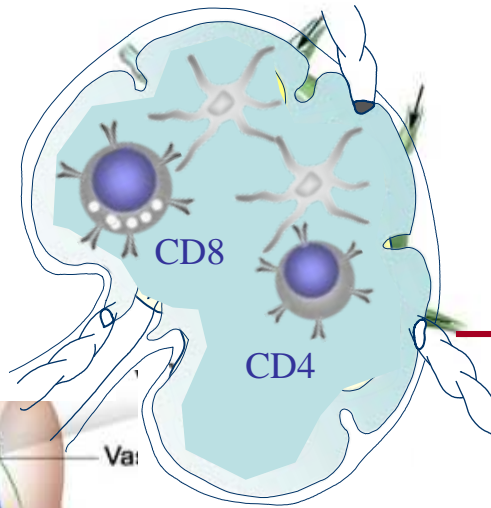
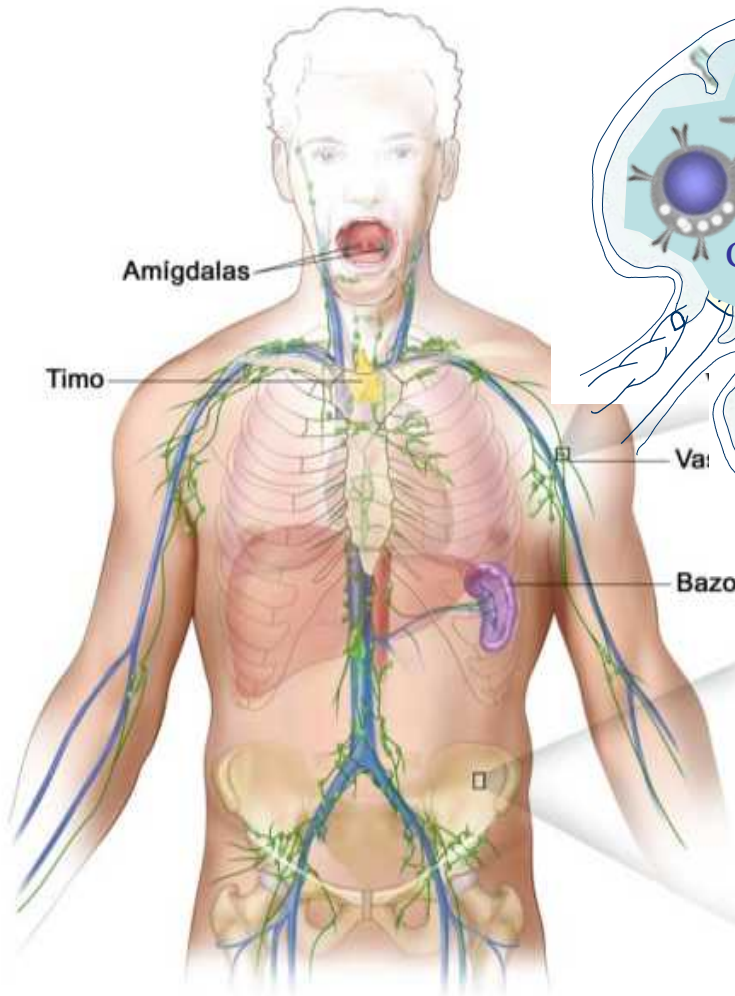


❖ **Educación secundaria:** Los linfocitos van a la Universidad y Centros de educación superior

- Una vez educados y especializados pueden ejercer su profesión
- Guardan memoria de actividades
- Quedando disponibles para movilizaciones posteriores con respuestas más ágiles en un segundo encuentro



Educción secundaria: Ganglios regionales



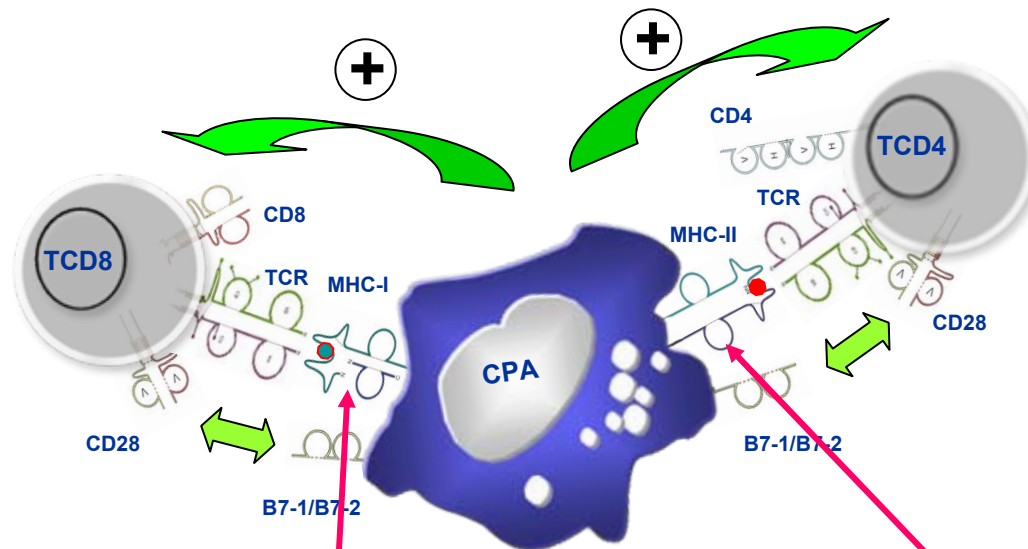
Centros de especialización de linfocitos



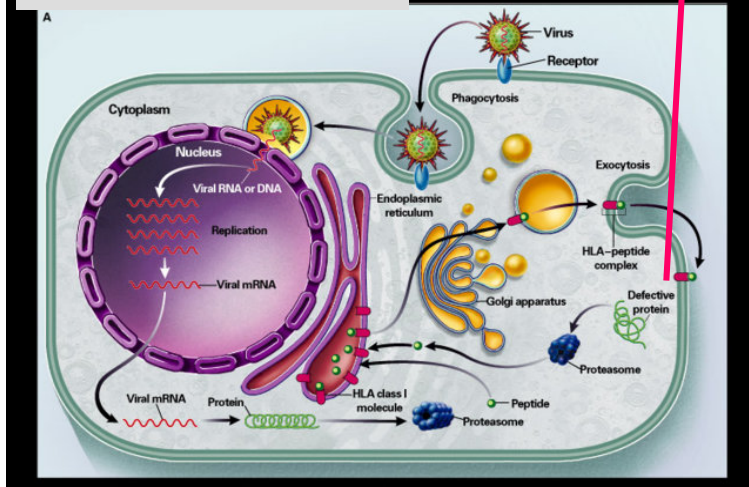
Molina 2011

Hospital Universitario "Virgen de la Arrixaca"

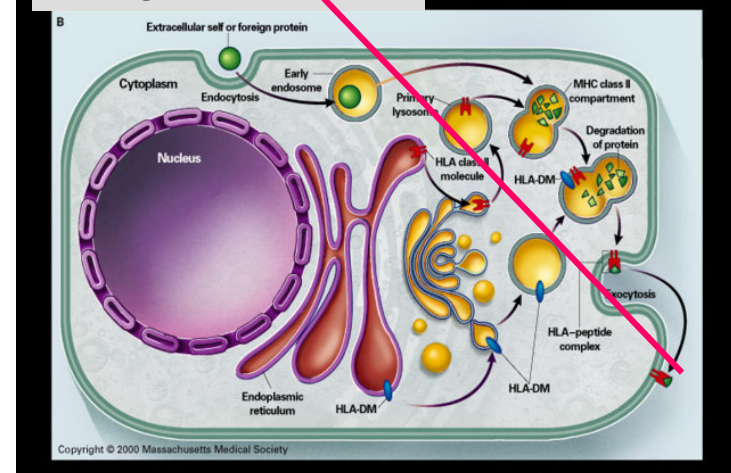
Activación de células T



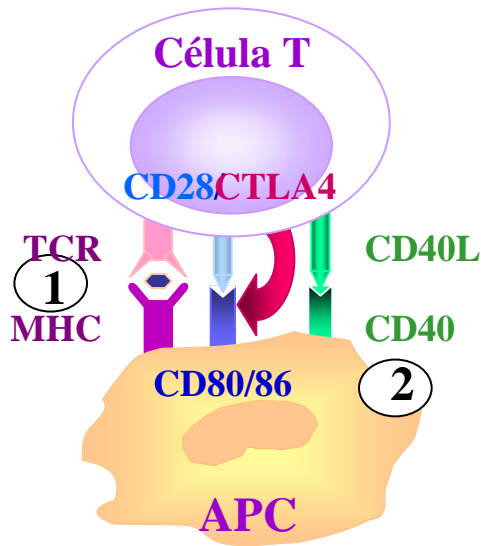
Antígeno HLA-I



Antígeno HLA-II

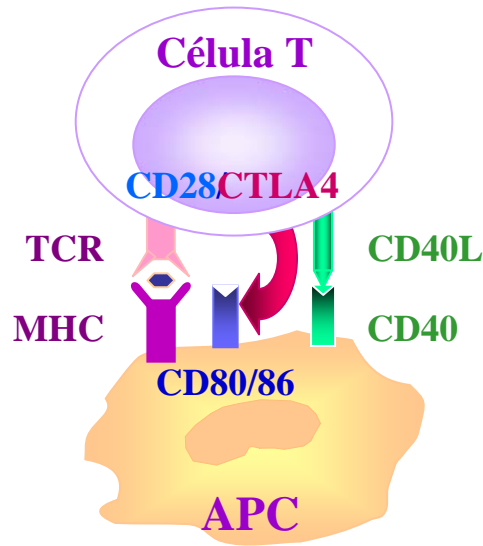


Respuesta adaptativa (Doble señal)



Respuesta eficiente

INMUNIDAD

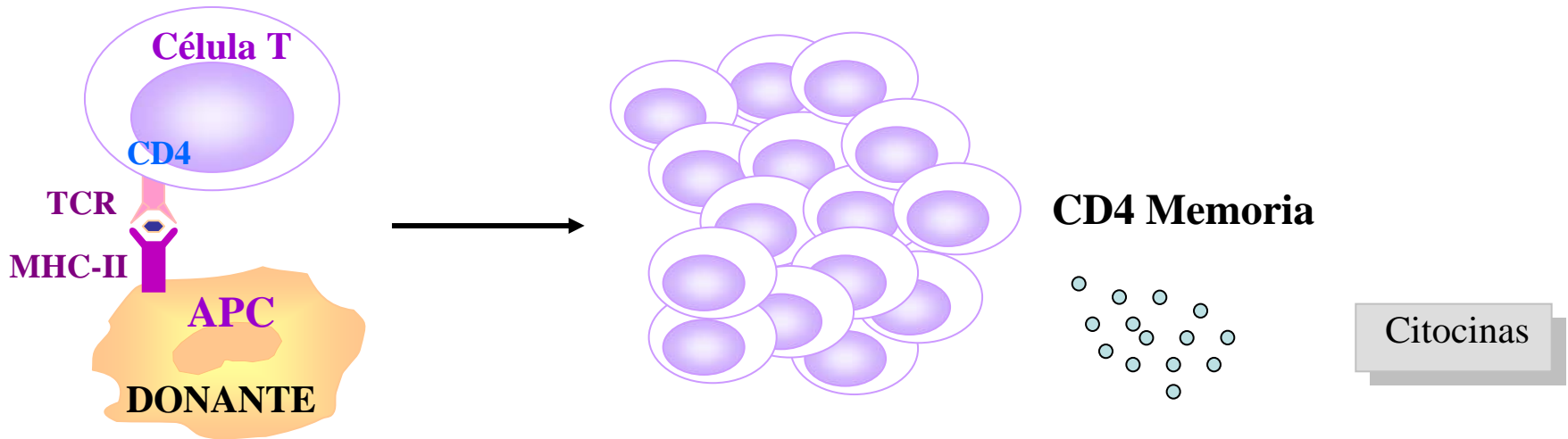


Respuesta no eficiente

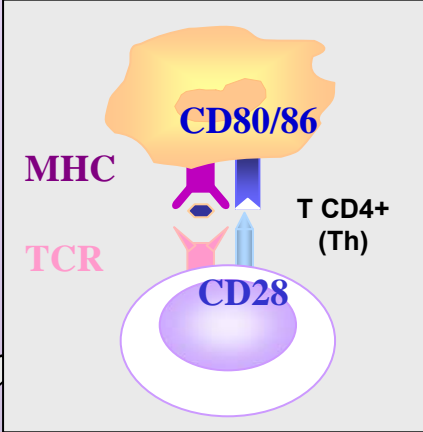
TOLERANCIA

Central Periférica

Activación Periférica

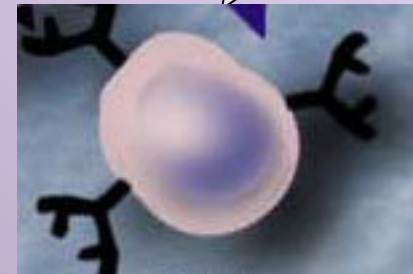
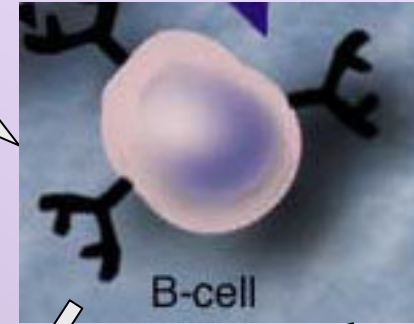
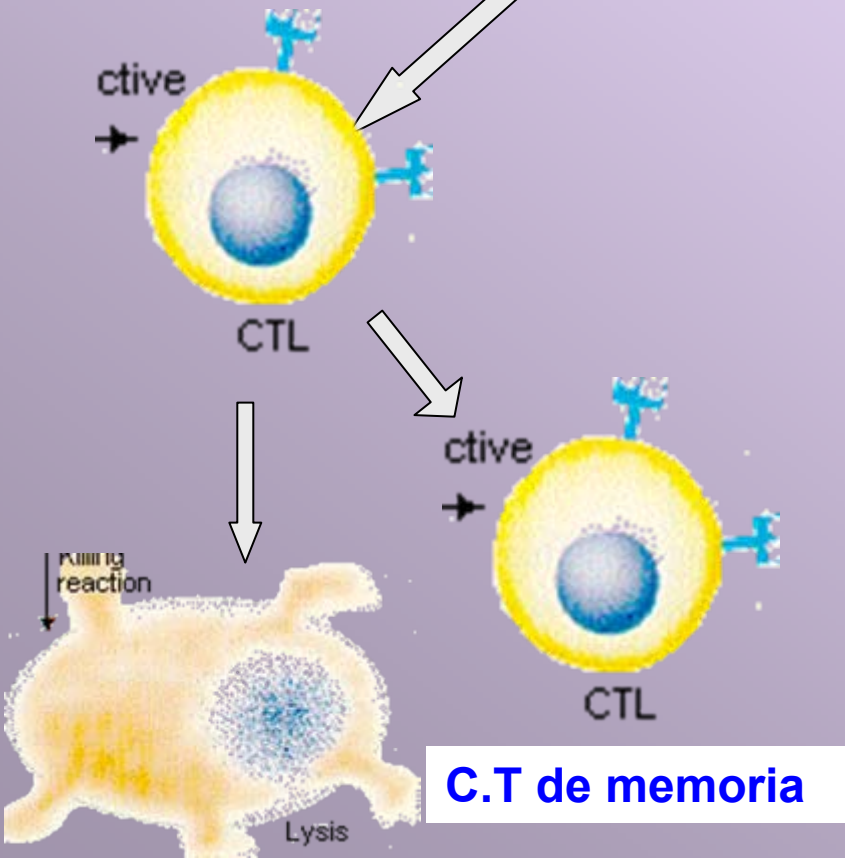


Activados frente a un Ag



Activación Linf. T

Activación de linf.B

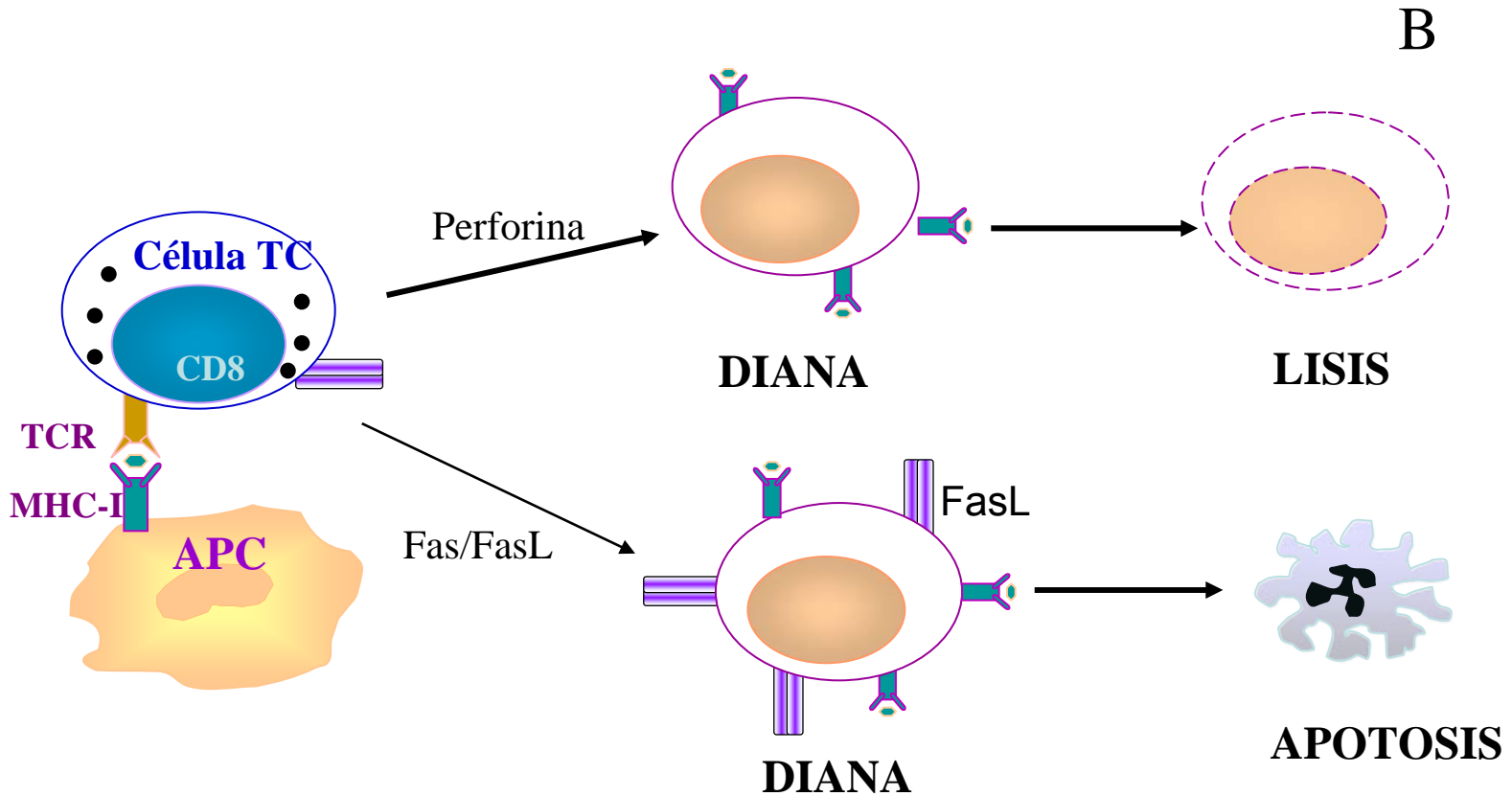


Matan células infectadas

Anticuerpos →

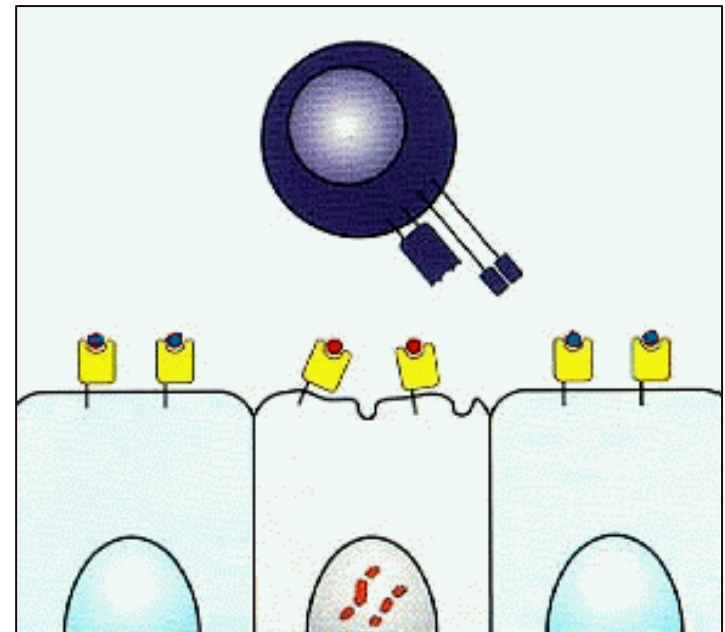
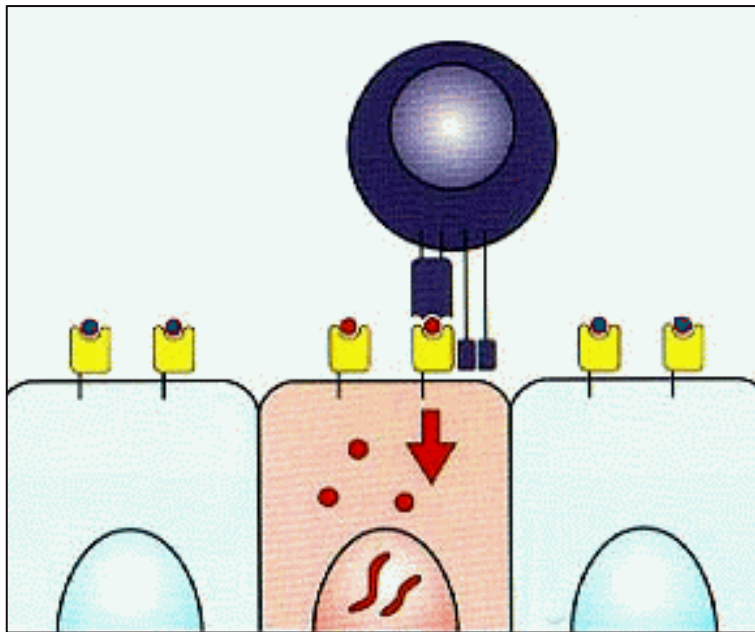


Activación celular Linfocitos T CD8 efectores



Mecanismos de acción citotóxica T_c

La exposición del complejo péptido-MHC de clase I en la superficie celular permite al linfocito T citotóxico la eliminación selectiva de la célula infectada



immResponse.wmv

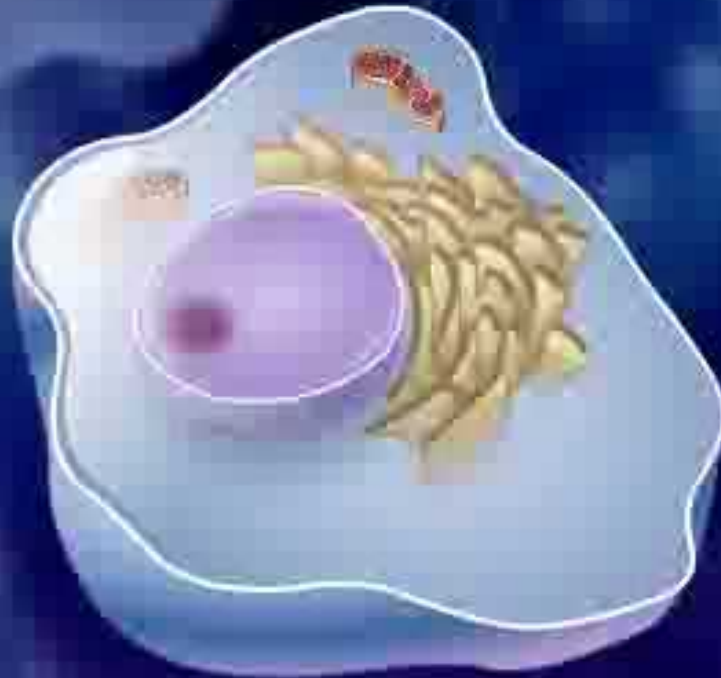
Molina 2011

Arrixaca
Hospital Universitario "Virgen de la Arrixaca"

Servicio
Murciano
de Salud

Consejería de Sanidad
y Consumo

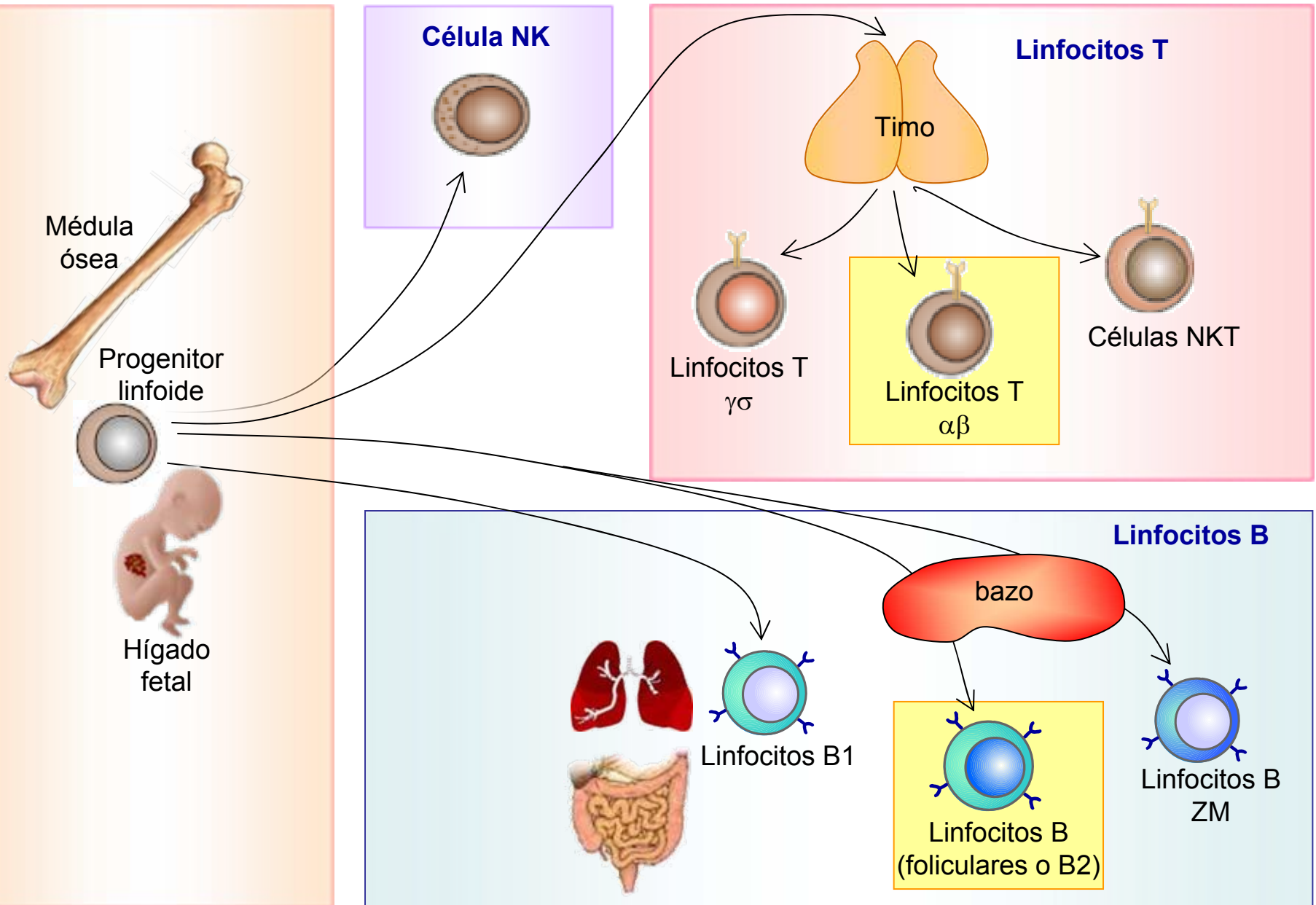
The Immune Response



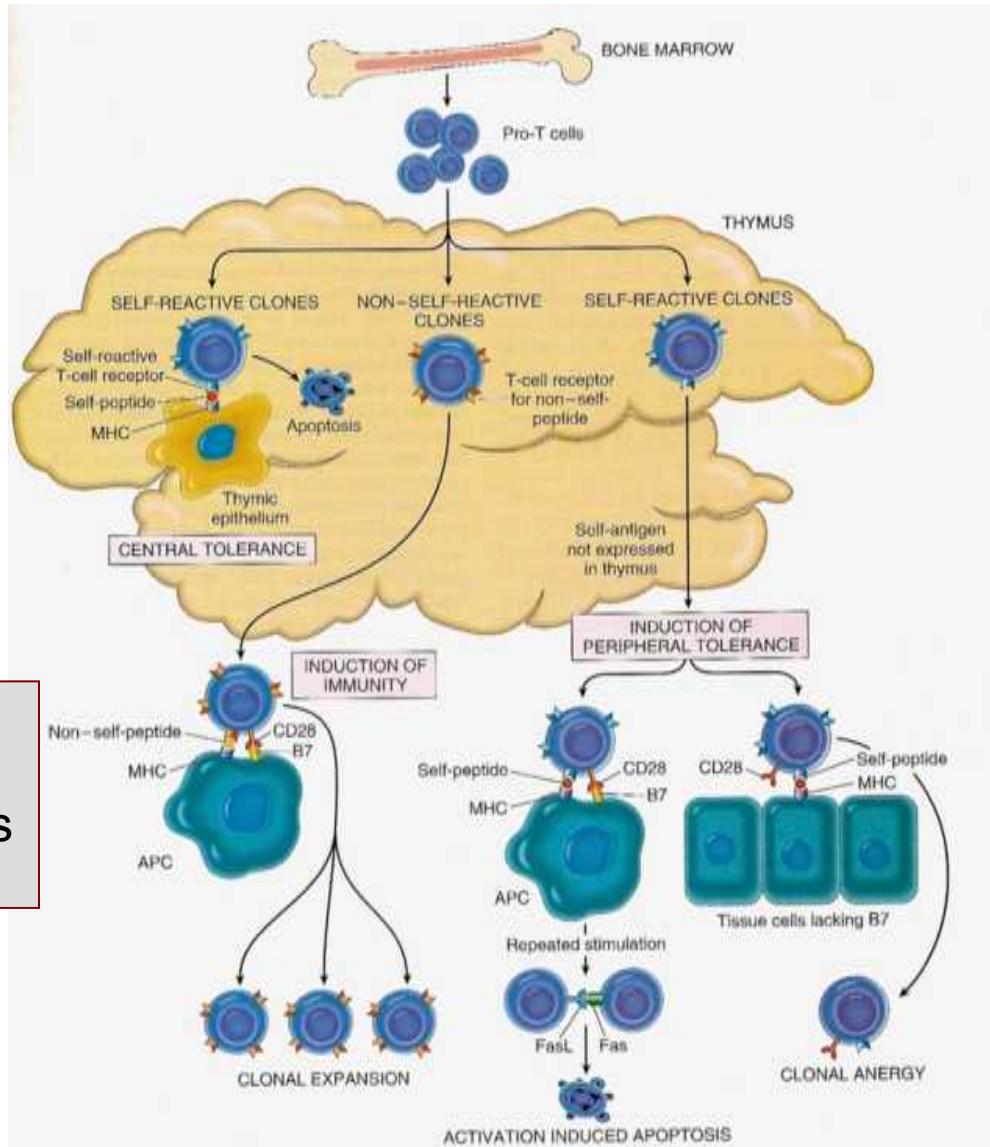
▶ Play
⏸ Pause
🔊 Audio
📄 Text

Activation of the immune response typically begins when a pathogen enters the body. Macrophages that encounter the pathogen ingest, process and display the antigen fragments on their cell surfaces.

Los linfocitos T y B generan su diversidad en forma aleatoria y deben someterse a controles para evitar que reaccionen con lo propio

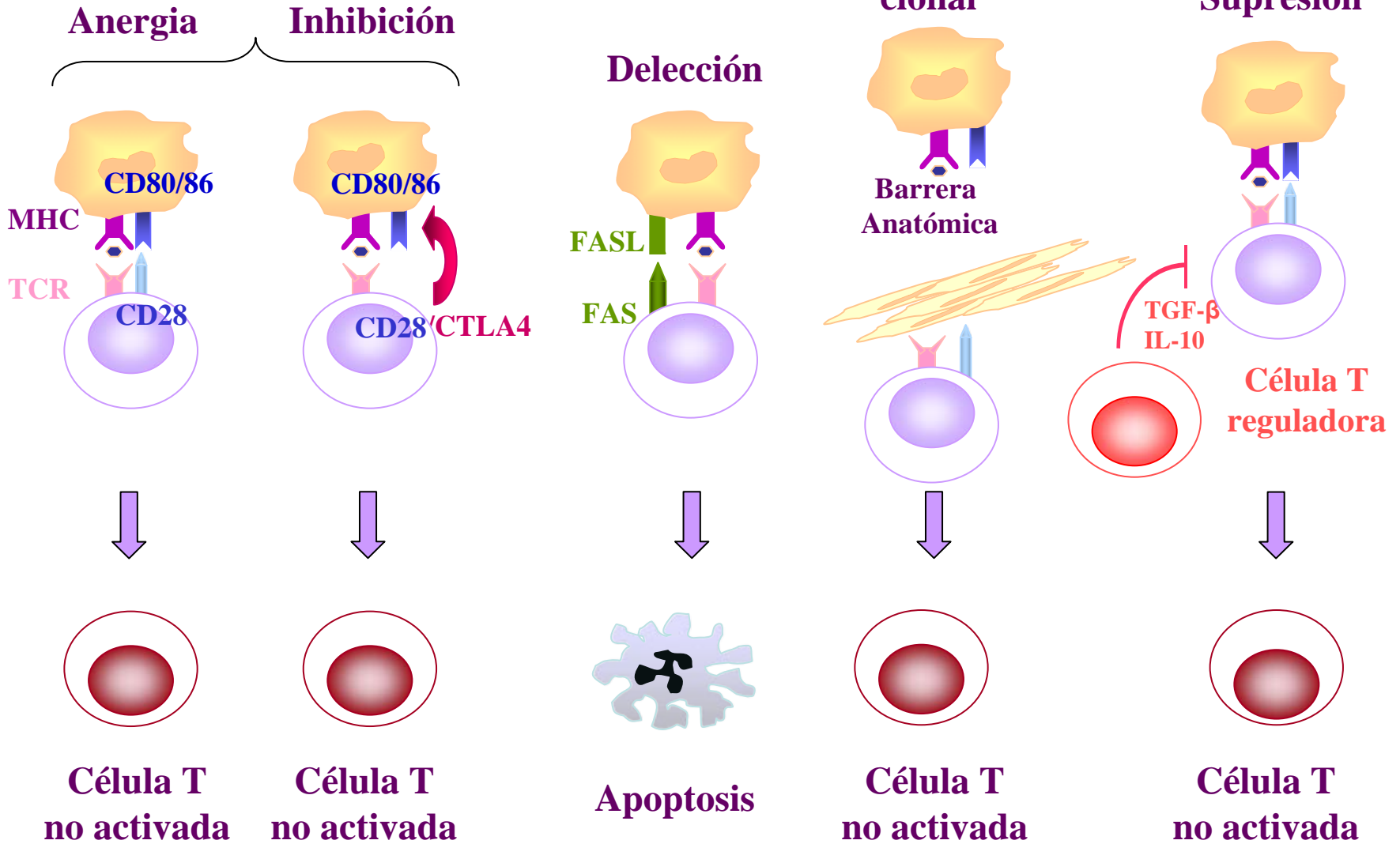


La respuesta linfocitaria se autocontrola. C. T reguladoras



Nivel central
C. T reguladoras

Nivel periférico. Ganglios



19/01/2011

Molina 2011

La repuesta adaptativa en Salud

Proceso armónico y conciliador con lo propio



Blues For The Birds

FM7 Em7(b9) A7alt. Dm7 G7 Cm7 F7

Bbm7 Bbm7 Eb7 Am7 D7 Abm7 Db7

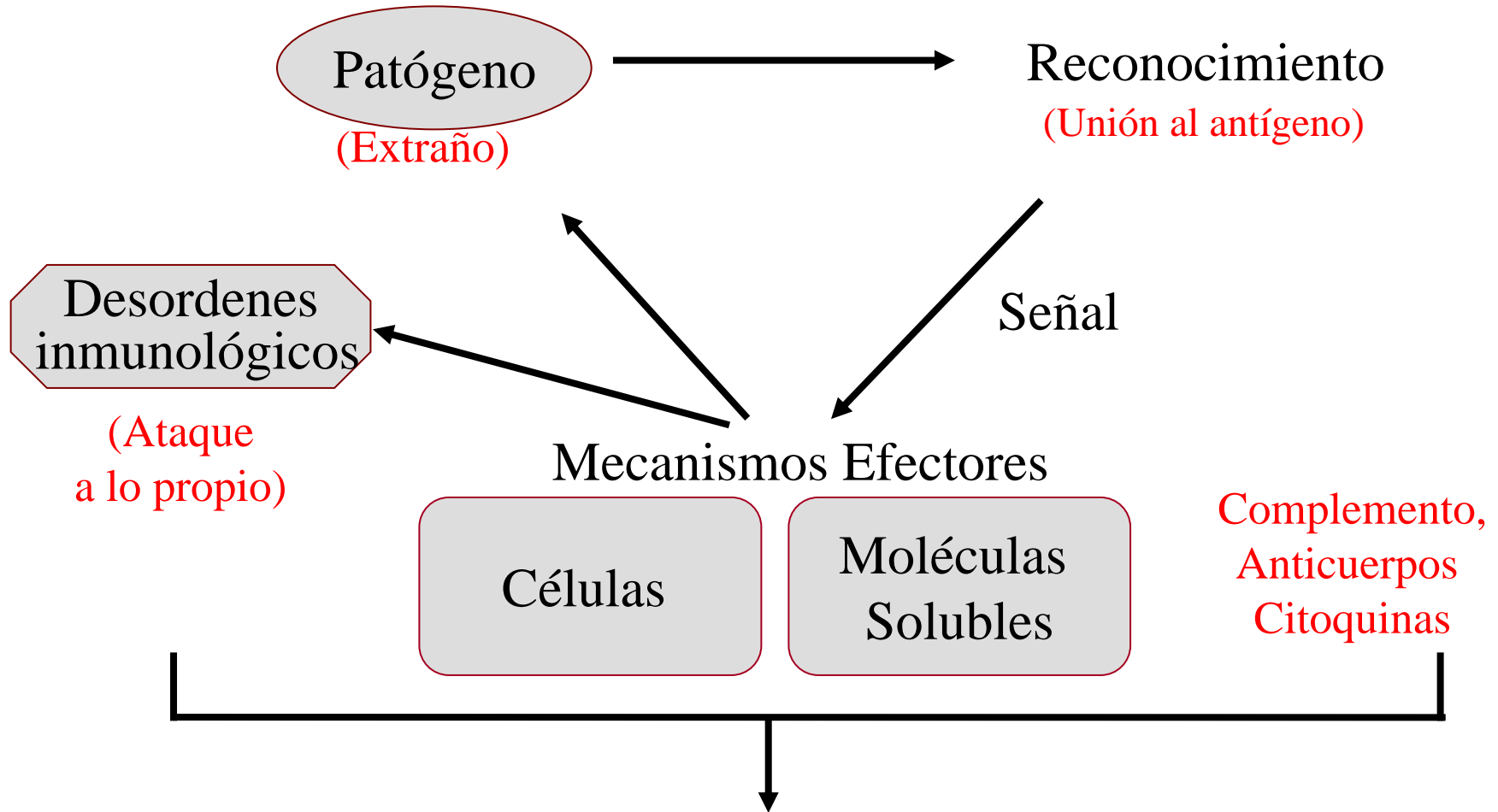
Gm7 C7(b9) Am7 D7 Gm7 C7

Partitura: HLA

Director: Linfocitos T

Actores : Linfocitos B, C. Dendríticas, APCs, Fagocitos y C. NK

Función del Sistema Inmunitario. Tres partes básicas



Dos tipos de inmunidad: Innata y Adaptativa

FALLOS DE LA TOLERANCIA

Defecto

Enfermedades
Autoinmunitarias y alérgicas



Alteraciones genéticas:

- Gen AIRE (Síndrome Poliglandular Autoimmune)
- Gen FoxP3 (Síndrome Poliendocrino Autoimmune ligado al X)
- Polimorfismos génicos HLA

Alteraciones en el repertorio y función de células reguladoras

Influencia del microambiente

- Liberación de antígenos secuestrados
- Mimetismo molecular de agentes infecciosos
- Hipótesis higiénica

Exceso

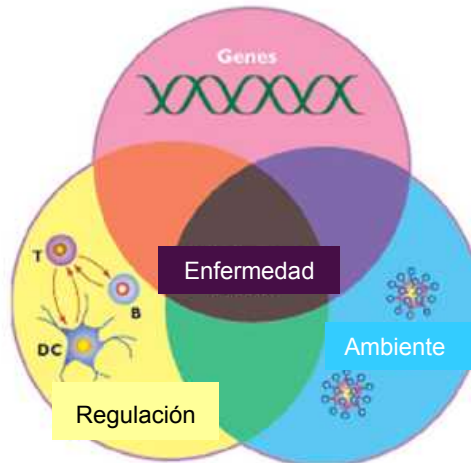
Tumores
Infecciones



Pérdida de inmunovigilancia

Compromiso de la función reguladora

Desviación inmunitaria



Enfermedades por disfunción del Sistema inmunitario



Lupus eritematoso

Atacar lo propio
(Enf. Auto destructivas)



Rinitis
alérgica

Sobreprometer
lo propio
(Alergias)



Shock séptico

Se extralimita
(inflamación crónica)

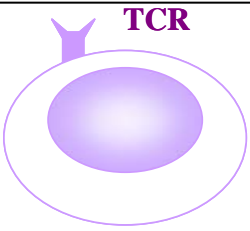
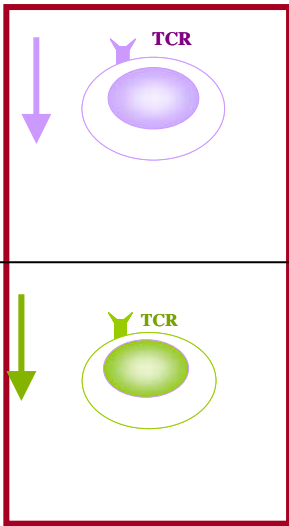
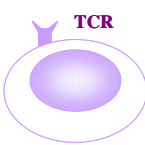
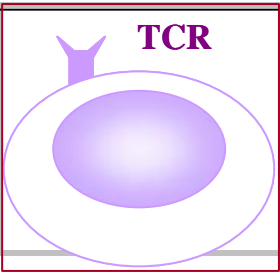
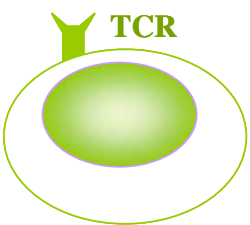
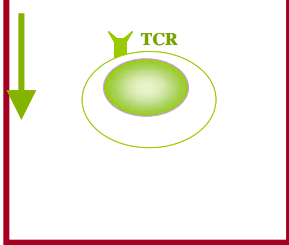
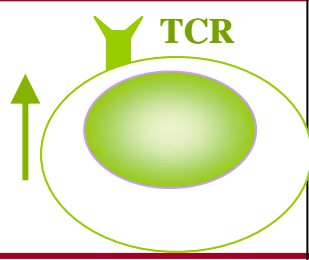
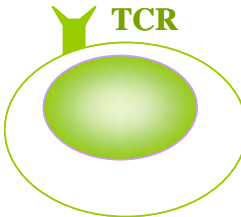
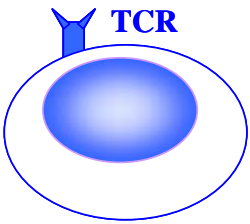
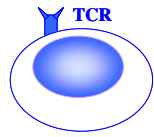
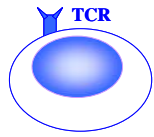
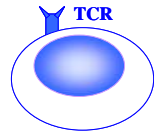
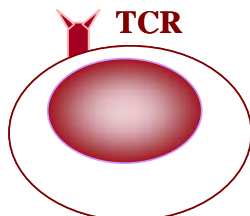
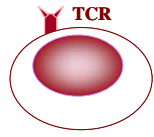
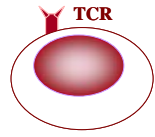
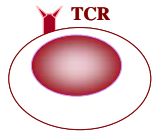


Inmunodeficiencia

Lucia. HRS

Ser incapaz de
proteger
(Inmunodeficiencias)

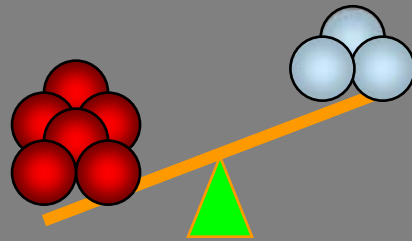
Desequilibrios en la proporción de subpoblaciones T se asocian a inmunodeficiencias, alergias, o autoinmunidad

Normal	Inmunodeficiencia	Alergia	Autoinmunidad	
				<i>Linfocito T Th1</i>
				<i>Linfocito T Th2</i>
				<i>Linfocito T Treg</i>
				<i>Linfocito T anérgico</i>

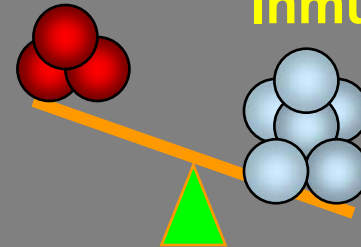
Fallos en la interpretación



Hiper-repuesta
Enf. Autoinmunes
Enf. Alergicas
Rechazo injertos

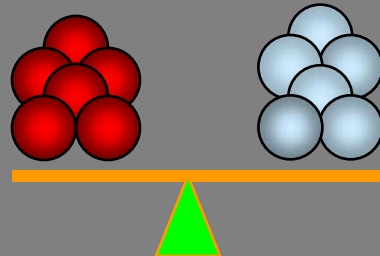


Hipo-respuesta
Inmunodeficiencias
Cancer
Infecciones

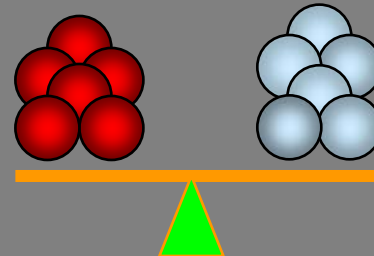


Tratamientos

**Inmuno
tolerancia**



**Respuesta
Inmune**



Fallos en la interpretación

Nuestro sistema inmune como enemigo

El sistema inmune es nuestro mejor aliado



Nos defiende

¡¡Pero también puede ser nuestro peor enemigo !!!

Nos puede atacar

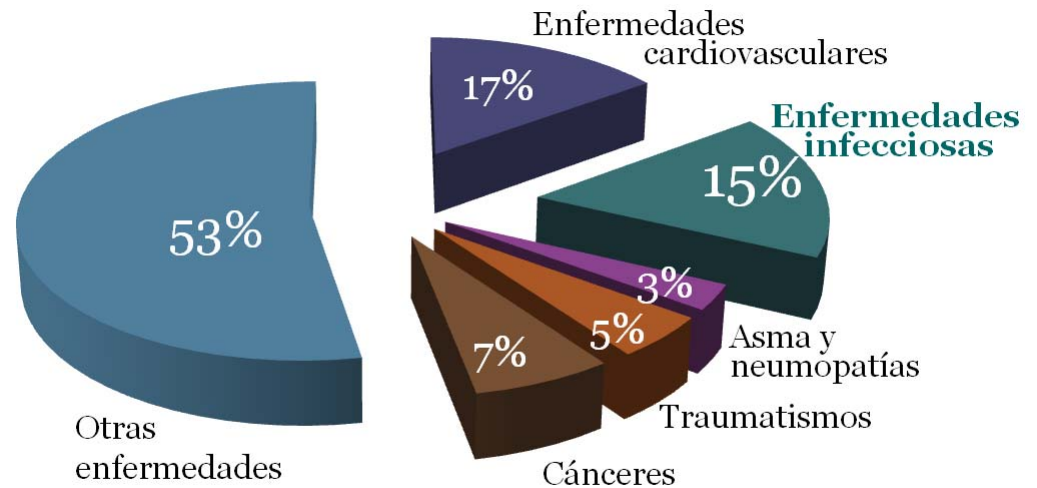


Enfermedad. Pasado y presente

Los microbios, nuestros peores enemigos

Pasado: Cada muerte por infección = fracaso del SI

Presente: Causas de muerte en España, 2009



CONDICIONES DE VIDA ACTUAL:

- Estrés
- Limpieza e Higiene
- Vida Urbana
- Longevidad



Aumento en las
Disfunciones
crónicas del S.
Inmunitario

Enfermedad mundo actual

ORIGEN DE LA VIDA A TRAVÉS DEL TIEMPO



CONDICIONES DE VIDA ACTUAL:

- Estrés
- Limpieza e Higiene
- Vida Urbana
- Sedentarismo
- Longevidad



Aumento en las
Disfunciones
crónicas del S.
Inmunitario

El dualismo del Sistema Inmunitario

La naturaleza Social del Sistema inmunitario

- El tipo de hombre que se es, depende del tipo de alma que se posea y esta depende de la parte que predomine.
- El tipo de organismo que se posee depende del SI que se posea y, a su vez, de que predomine la parte defensiva o la indolente y aceptadora (tolerante).
- En ambos casos su actuación depende sus contactos previos y exige una división del trabajo donde cada experto realiza su labor para que todas las necesidades básicas queden garantizadas
- Desde su idea sofista, la tolerancia representaría el Bien; cuyo mayor grado de realidad sería la causa de beneficio para el Ser (aquí el organismo)



¡¡¡Gracias por su atención!!!



Inmunología

M. Rocío Álvarez López
José Antonio Campillo
Ana García Alonso
Alfredo Minguela Puras
María Rosa Moya Quiles
Manuel Muro amador
M. Rocío López Álvarez
Isabel Marín Moreno
Rosa Blanco García

Alergía

J.A. Pagán

Dermatología

J. Martínez Escribana

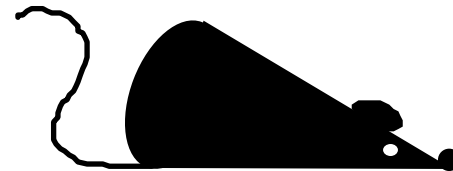
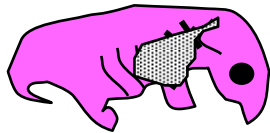
Digestivo

Manuel Miras



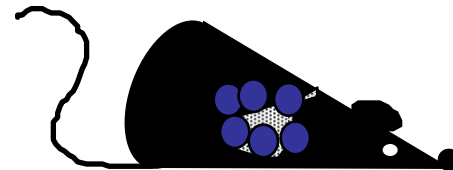
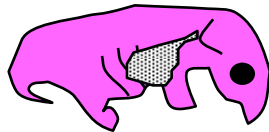
The thymus is required for T cell maturation

Athymic mice (*nude*) and humans (DiGeorge syndrome) are immunodeficient due to a lack of T cells



Neonatal thymectomy

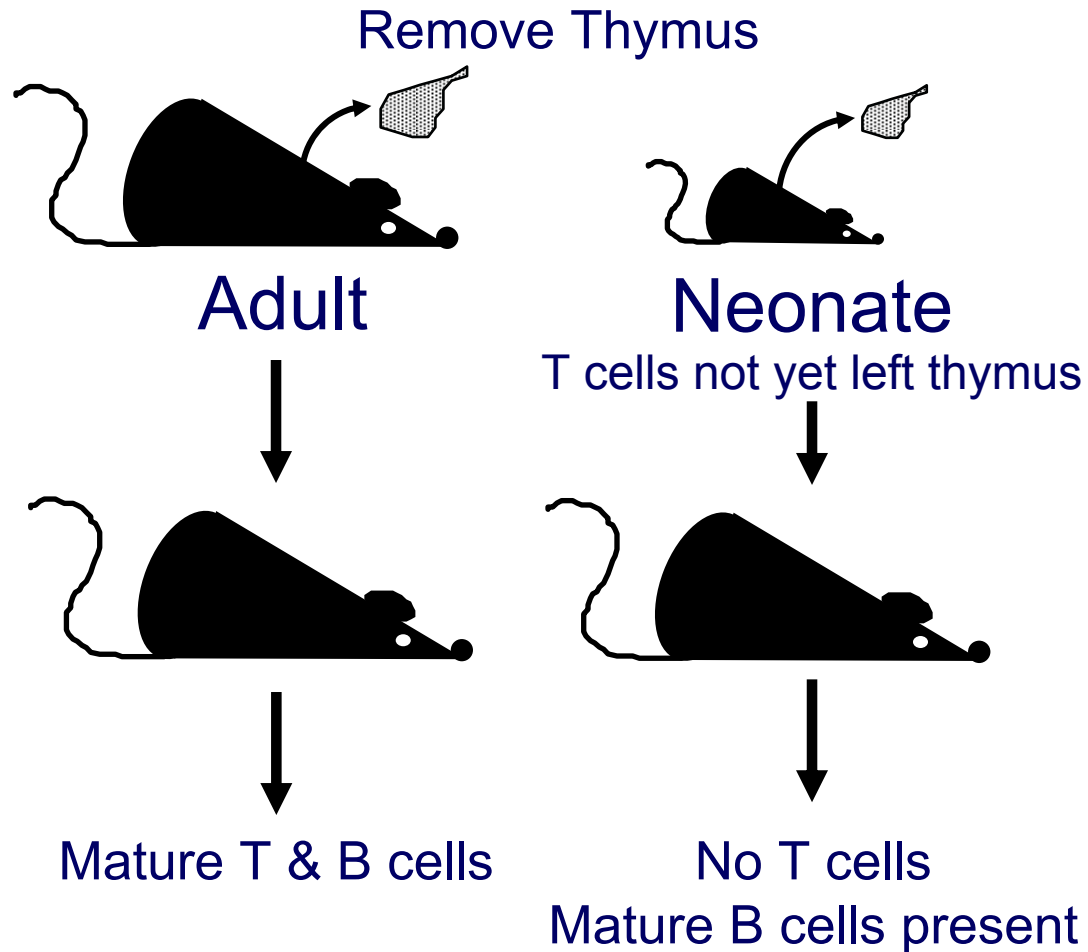
No mature T cells
In adult



Thymus intact

Mature T cells
In adult

The thymus matures T cells after birth, but early in life



The thymus is needed to generate mature T cells

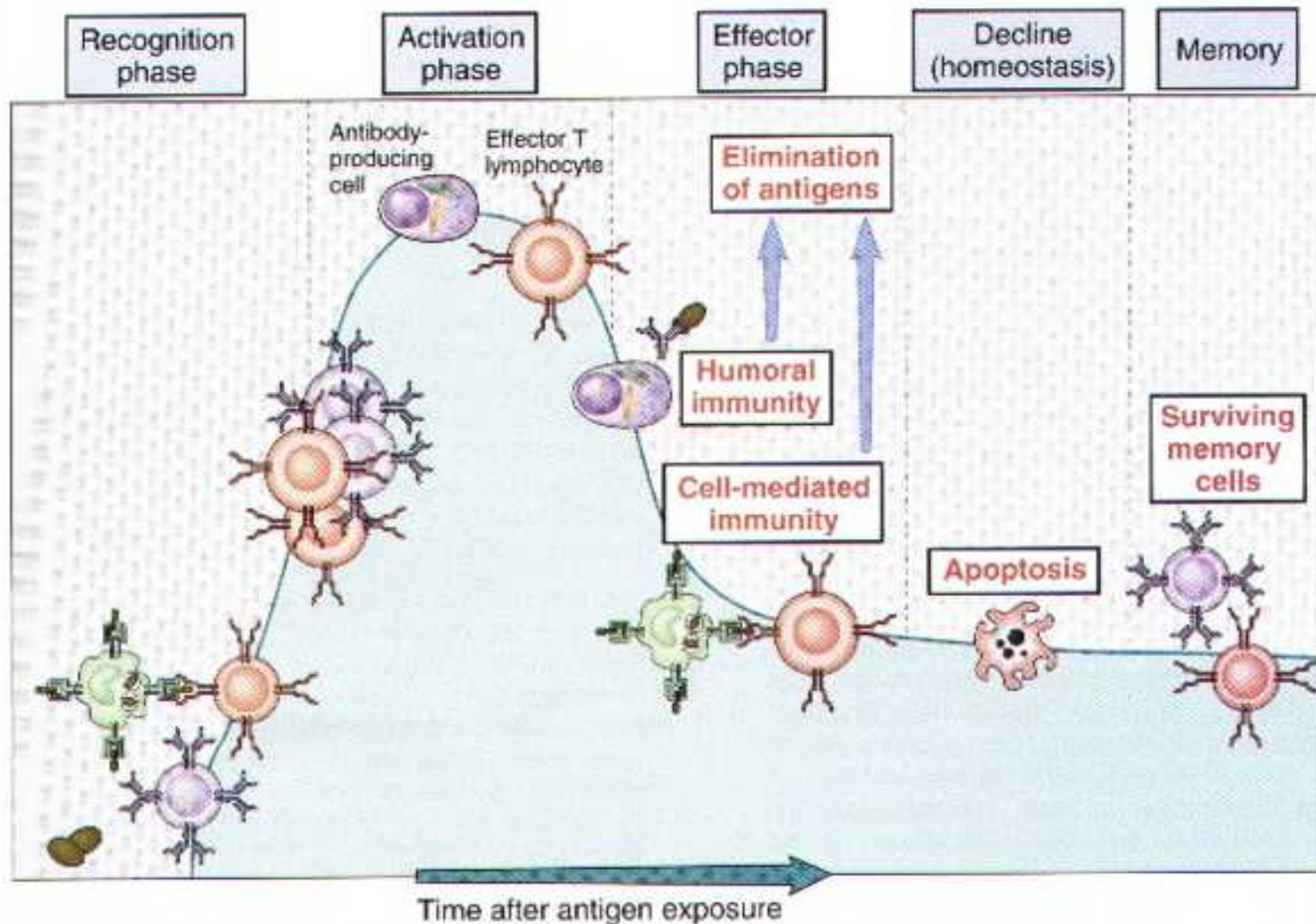


Figure 1-6 Phases of adaptive immune responses.