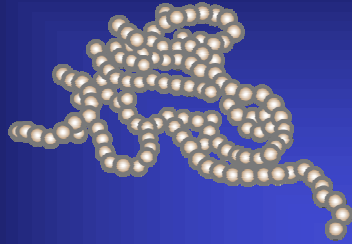


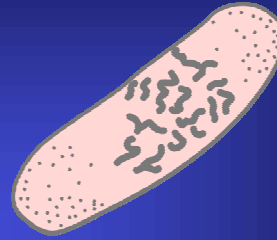


## El Sistema Inmunológico

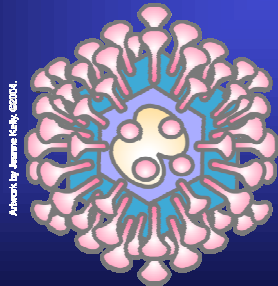
Bacteria



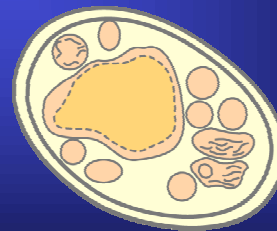
Parásito en glóbulo rojo



Virus del SRAS



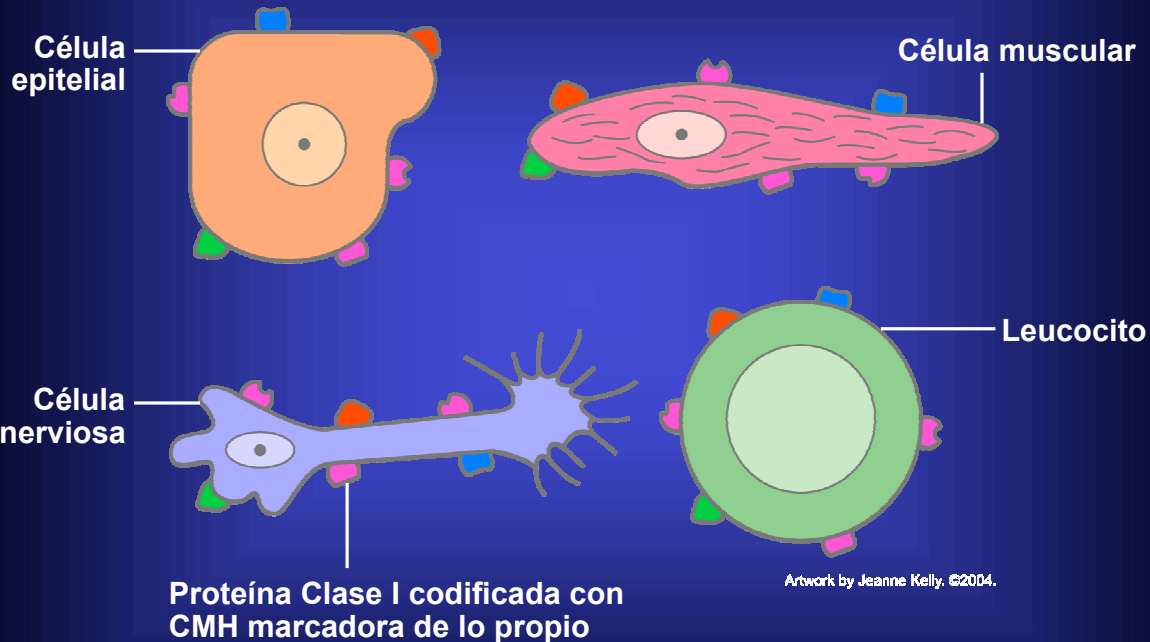
Hongo



Debido a que el cuerpo humano proporciona un ambiente ideal para muchos microbios, ellos intentan pasar la barrera de su piel y entrar en él. Su sistema inmunológico es una red de células, tejidos y órganos por todo el cuerpo que ha evolucionado para defenderlo(a) contra tales invasores “extraños”.

Los blancos apropiados de su sistema inmunológico son los organismos infecciosos—bacterias, como por ejemplo, estos estreptococos; hongos (ésta en particular es la *Candida*, la causa de las infecciones por levaduras); parásitos, incluyendo estos organismos tipo gusano que causan la malaria; y virus, como por ejemplo, este virus del SRAS (SARS, en inglés).

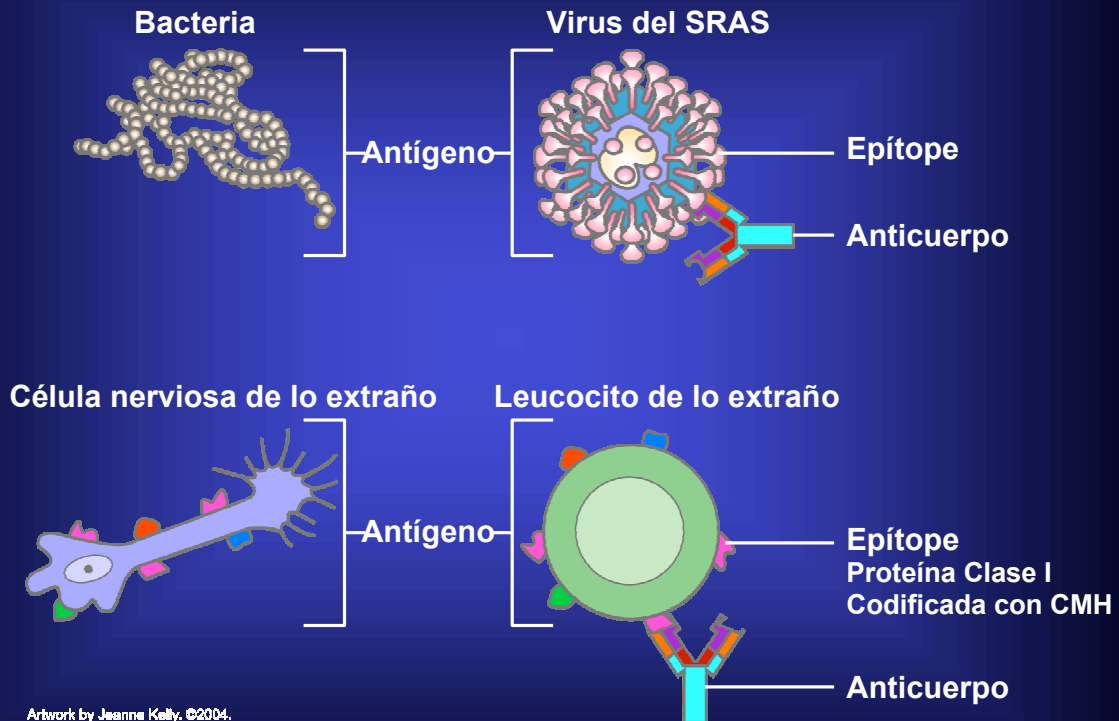
## Marcadores de "Lo Propio"



En la esencia de la respuesta inmune se encuentra la habilidad para distinguir entre "lo propio" y "lo extraño". Cada célula de su cuerpo trae consigo el mismo juego de proteínas de la superficie distintivas que lo(a) distinguen a usted como "lo propio". Normalmente sus células inmunes no atacan a sus tejidos propios del cuerpo, los cuales llevan consigo el mismo patrón de marcadores de "lo propio"; más bien, su sistema inmune coexiste pacíficamente con sus otras células del cuerpo en un estado conocido como autotolerancia.

Este juego de marcadores, único en su género, en las células humanas se conoce como las proteínas del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH o MHC, por sus iniciales en inglés). De este tipo hay dos clases: proteínas del CMH Clase I, las cuales se encuentran en todas las células y las proteínas del CMH Clase II, las cuales se encuentran solamente en ciertas células especializadas.

## Marcadores de “Lo Extraño”



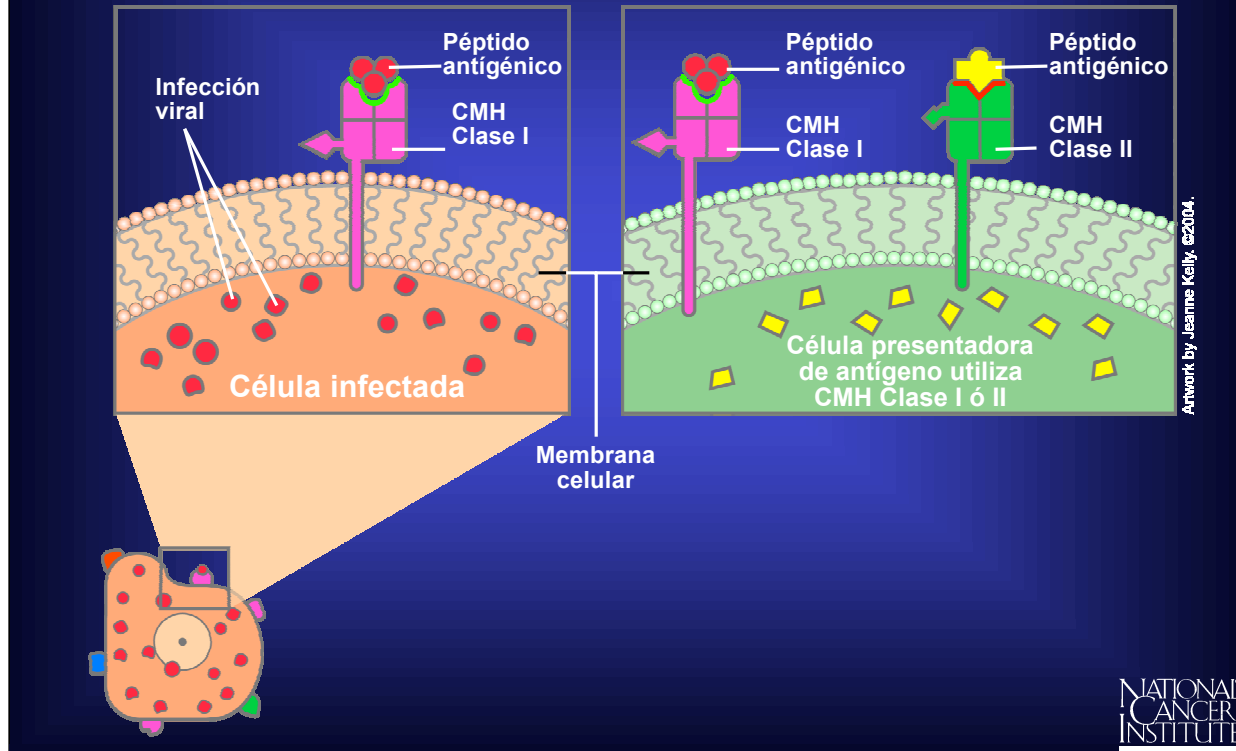
Artwork by Jeanne Kelly, ©2004.

NATIONAL  
CANCER  
INSTITUTE

A cualquier sustancia “extraña” capaz de provocar una respuesta inmune se le conoce como antígeno. Un antígeno puede ser una célula “extraña” completa, una bacteria o un virus, una proteína codificada por el CMH o aún una porción de una proteína de un organismo extraño.

Los marcadores distintivos en los antígenos que activan una respuesta inmune se conocen como epítotoes. Cuando los tejidos o las células de otro individuo entran a su cuerpo portando estos epítotoes antigénicos “extraños”, sus células inmunes responden. Esto explica el por qué los tejidos trasplantados pueden ser rechazados como extraños y por qué los anticuerpos se unirán a ellos.

## Marcadores de “Lo Propio”: Complejo Mayor de Histocompatibilidad



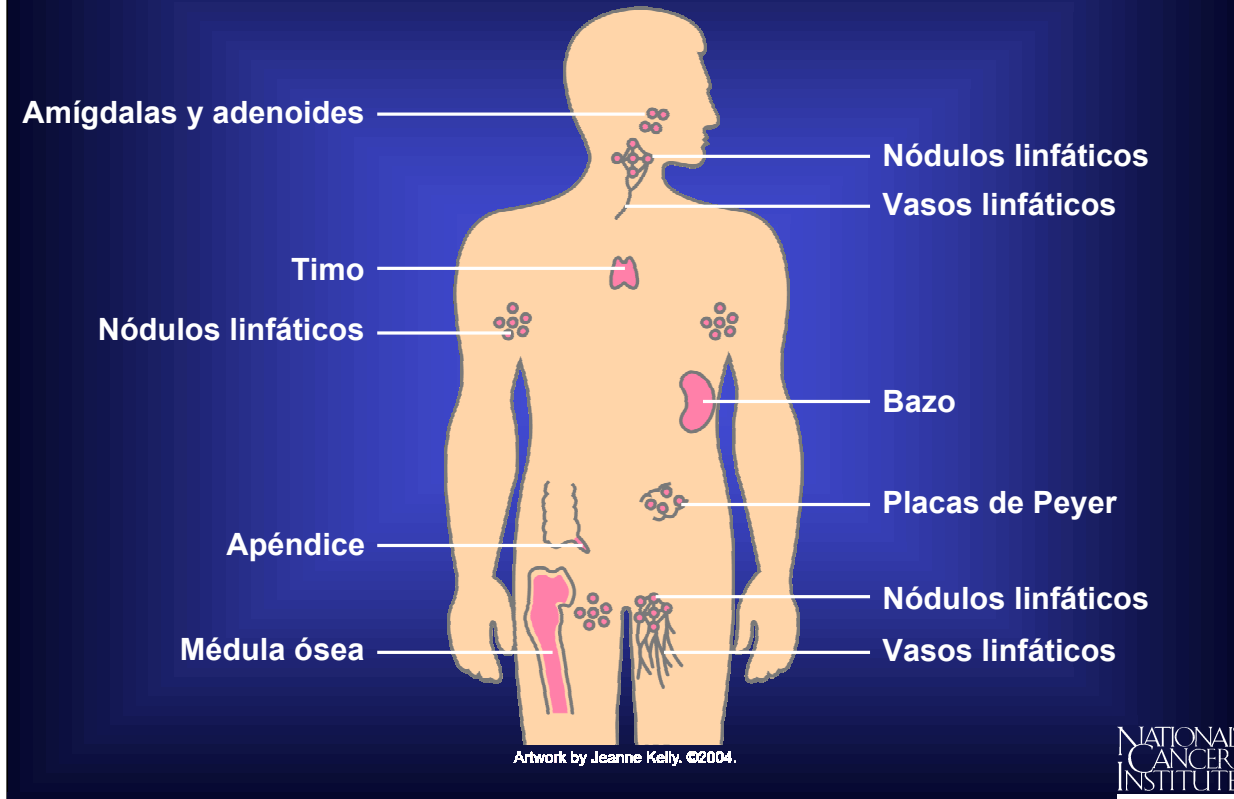
Sus células inmunes reconocen a las proteínas del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH) cuando ellas distinguen entre “lo propio” y “lo extraño”. Una proteína del CMH sirve como un andamio reconocible que presenta piezas (péptidos) de una proteína extraña (antigénica) a las células inmunes.

Un andamio de CMH “extraño” vacío, por sí mismo, puede actuar como un antígeno cuando se introducen células u órganos donados en el cuerpo de un paciente. Estos andamios de CMH automarcadores también se conocen como el “tipo de tejido” de un paciente o como antígenos leucocitarios humanos (ALH o HLA, por sus iniciales en inglés) cuando los glóbulos blancos de un paciente están siendo caracterizados.

Por ejemplo, cuando el sistema inmunológico de un paciente que está recibiendo un trasplante de riñón detecta un “tipo de tejido” extraño (“no propio”), el cuerpo del paciente puede reunir y dar apoyo a sus propias células inmunes para atacar.

Cada célula de su cuerpo está cubierta por estas proteínas de CMH automarcadoras, y—con la excepción de gemelos idénticos—las personas llevan diferentes juegos. Las proteínas de CMH marcadoras son tan diferentes como los tipos sanguíneos y vienen en dos categorías—CMH Clase I: los seres humanos presentan 6 marcadores de 200 posibles variaciones; y Clase II del CMH: los seres humanos presentan 8 de alrededor de 230 posibilidades.

## Órganos del Sistema Inmunológico



Los órganos de su sistema inmunológico se encuentran localizados por todo su cuerpo.

Se les conoce como órganos linfoides debido a que son el sitio de origen de los linfocitos—los glóbulos blancos que constituyen los agentes clave del sistema inmunológico. Dentro de estos órganos es donde los linfocitos crecen, se desarrollan y se despliegan.

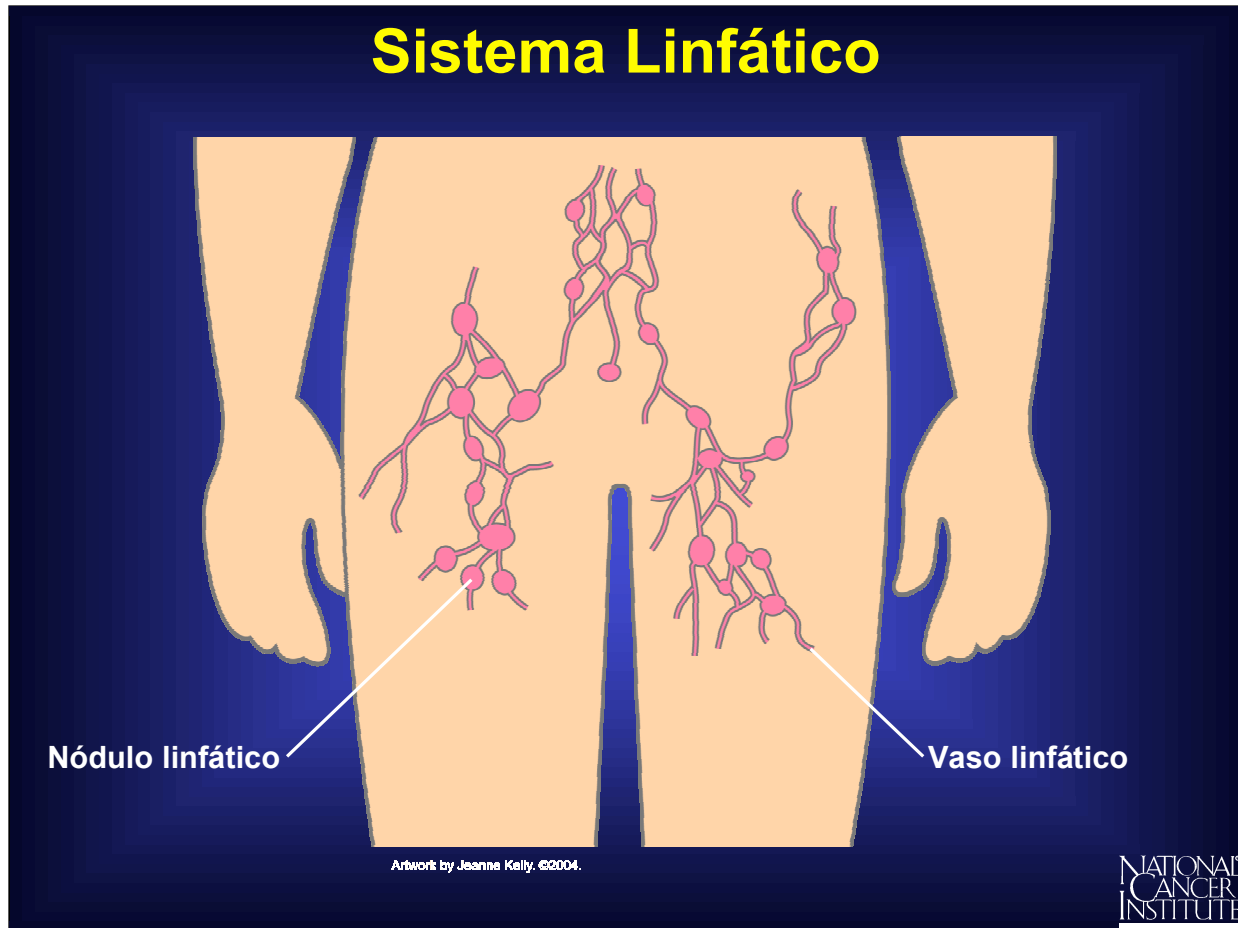
*La médula ósea*, el tejido suave localizado en el centro hueco de los huesos, es la fuente principal de todas las células sanguíneas, incluyendo las células inmunes.

El *timo* es un órgano que se encuentra detrás del esternón; los linfocitos conocidos como *linfocitos T*, o simplemente como *células T*, maduran aquí.

El *bazo* es un órgano aplanado localizado en la parte superior izquierda del abdomen. Similar a los nódulos linfáticos, el bazo contiene compartimientos especializados en donde las células inmunes se reúnen y confrontan a los antígenos.

Además de estos órganos, se encuentran grupos de tejido linfoide en muchas partes del cuerpo, especialmente en los recubrimientos del tracto digestivo y de las vías aéreas y en los pulmones—los cuales son las entradas al cuerpo. Estos tejidos incluyen las *amígdalas*, las *adenoides* y el *apéndice*.

## Sistema Linfático



Los órganos de su sistema inmunológico están conectados uno con otro, así como con otros órganos del cuerpo, por medio de una red de vasos linfáticos.

Los linfocitos pueden viajar por todo el cuerpo utilizando los *vasos sanguíneos*. Las células también pueden viajar a través de un sistema de *vasos linfáticos* que se extiende muy paralelamente a las venas y arterias del cuerpo. Las células y líquidos se intercambian entre los vasos sanguíneos y linfáticos, permitiéndole al sistema linfático monitorear el cuerpo en búsqueda de microbios invasores. Los vasos linfáticos transportan la *linfa*, un líquido transparente que baña a los tejidos del cuerpo.

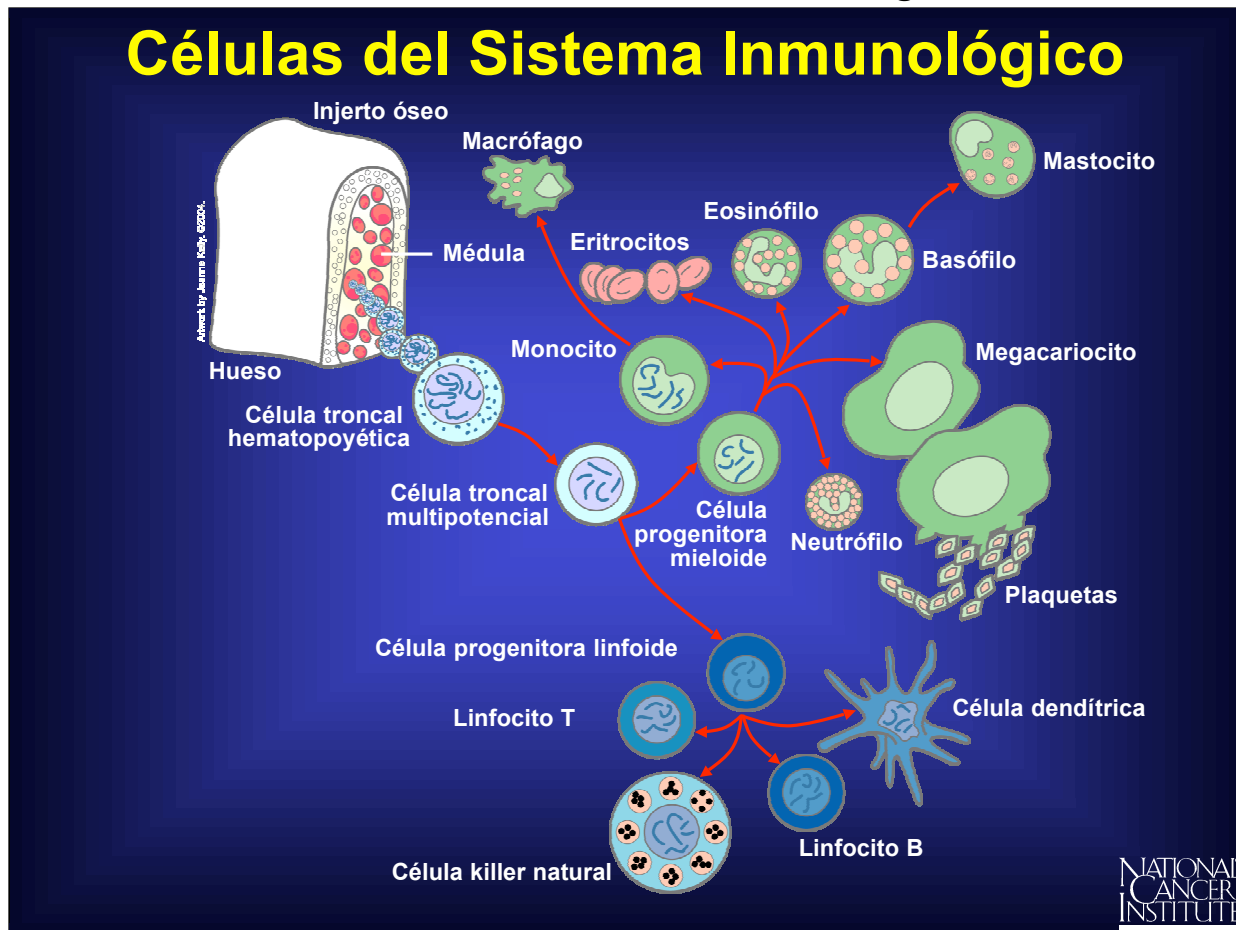
## Nódulo Linfático



Los *nódulos linfáticos* son estructuras pequeñas, reniformes (en forma de frijol o habichuela) que se encuentran localizados a lo largo de los vasos linfáticos, formando grupos en el cuello, axilas, abdomen e ingles. Cada nódulo linfático contiene compartimientos especializados en donde las células inmunes se congregan y encuentran a los antígenos.

Las células inmunes y las partículas extrañas ingresan a los nódulos linfáticos a través de los vasos linfáticos aferentes o los vasos sanguíneos pequeños de los nódulos linfáticos. Todos los linfocitos salen de los nódulos linfáticos a través de los vasos linfáticos eferentes. Una vez que se encuentran en el torrente sanguíneo, ellos son llevados a los tejidos por todo el cuerpo. Ellos vigilan por todas partes en búsqueda de antígenos extraños, después gradualmente regresan dentro del sistema linfático para empezar el ciclo completo de nueva cuenta.



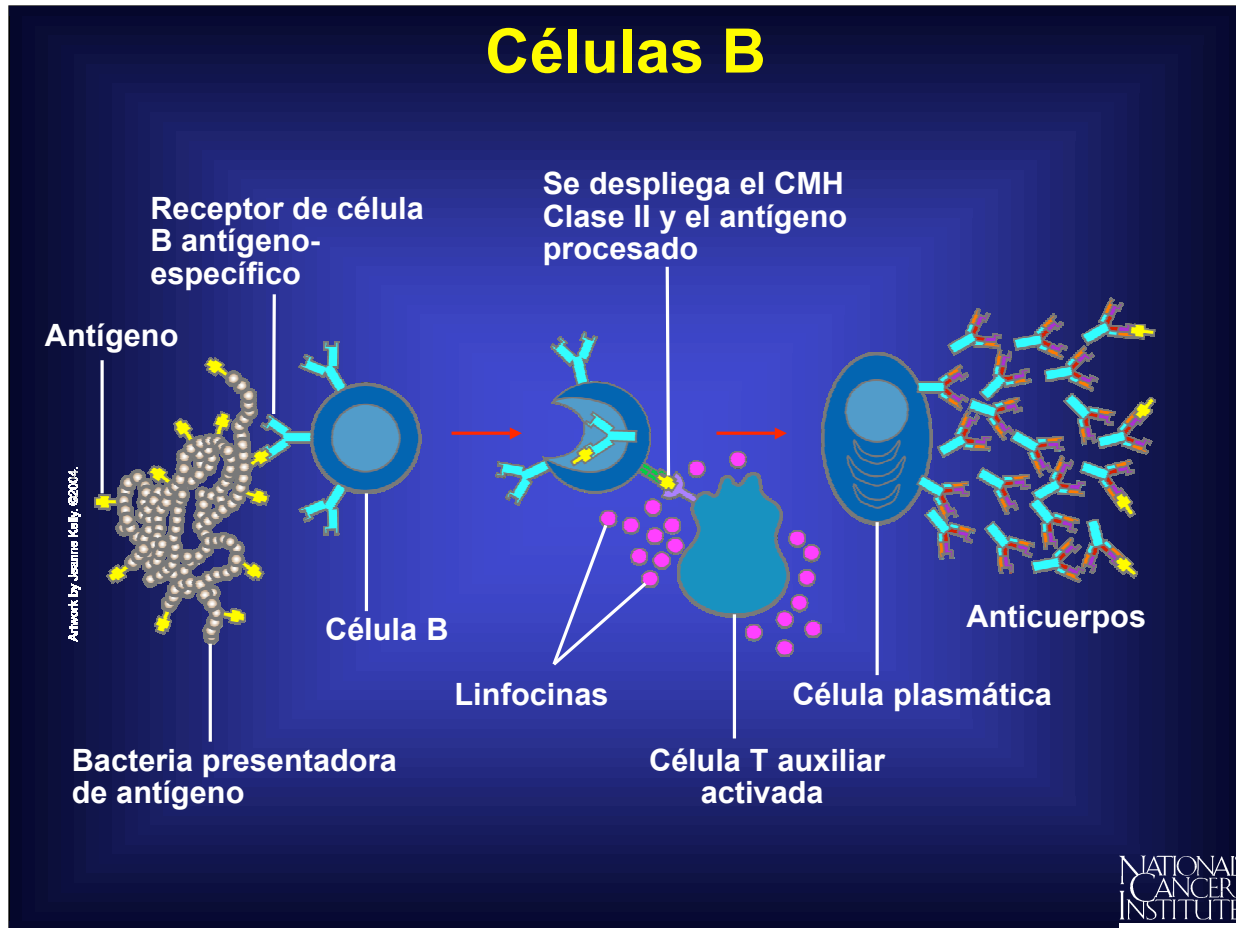


Las células destinadas a convertirse en células inmunes, como todas las células sanguíneas, se originan en la médula ósea de su cuerpo a partir de células troncales. Algunas se desarrollan en células progenitoras mieloides mientras que otras se convierten en células progenitoras linfoides.

Los progenitores mieloides se desarrollan en células que responden en una etapa temprana y no específicamente a la infección. Los neutrófilos engloban a las bacterias al contacto y envían señales de advertencia. Los monocitos se convierten en macrófagos en los tejidos del cuerpo y agotan rápidamente a los invasores extraños. Las células que contienen gránulos, como por ejemplo los eosinófilos, atacan a parásitos, mientras que los basófilos liberan gránulos que contienen histamina y otras moléculas relacionadas con las alergias.

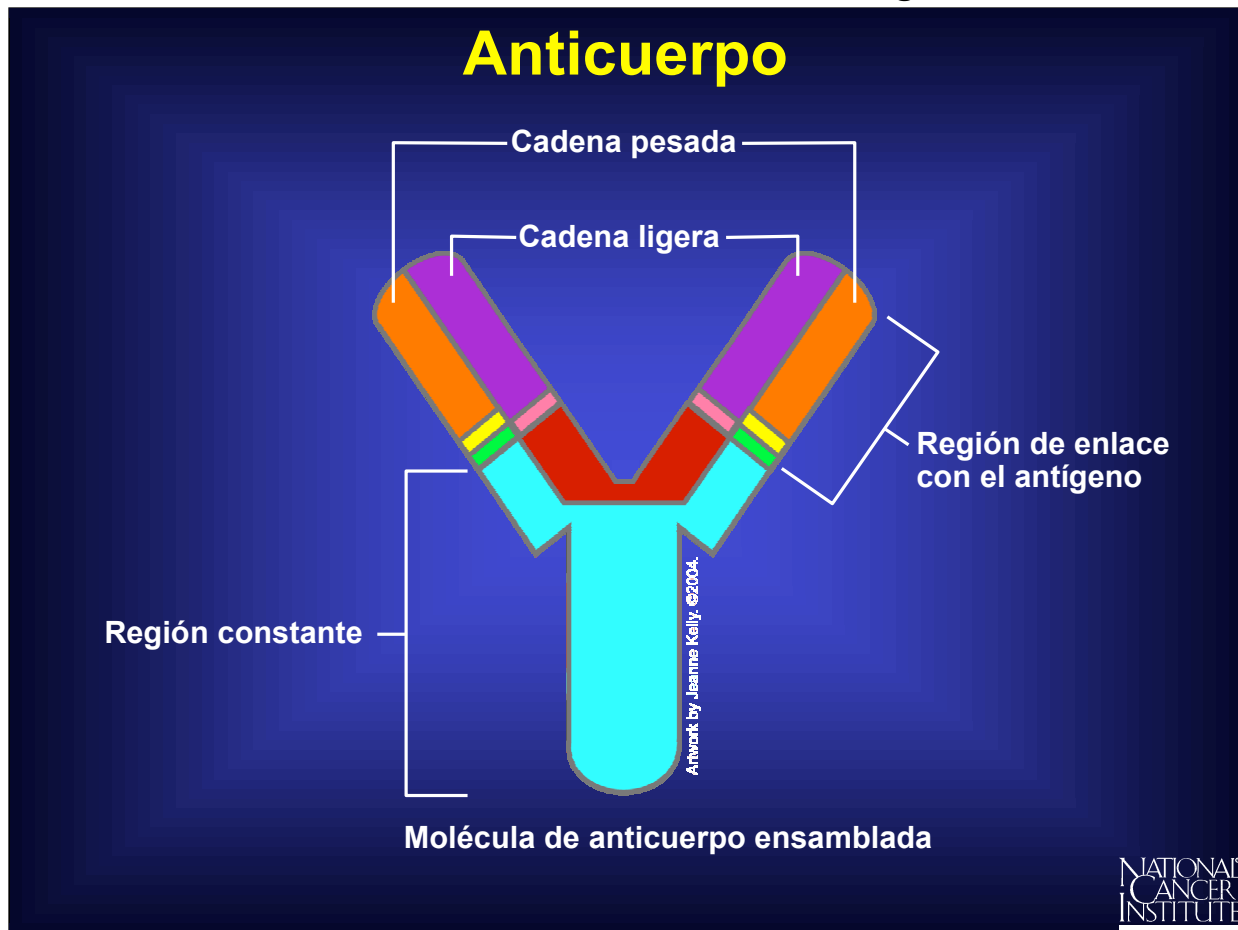
Los precursores de las células linfoides se desarrollan en glóbulos blancos pequeños conocidos como linfocitos. Los linfocitos responden en una etapa posterior de la infección. Ellos arman un ataque diseñado más específicamente después de que las células presentadoras de antígeno, como por ejemplo, las células dendríticas (o macrófagos) despliegan su presa en la forma de fragmentos de antígeno. La célula B se convierte en una célula plasmática que produce y libera en el torrente sanguíneo miles de anticuerpos específicos. Las células T coordinan la respuesta inmune completa y eliminan los virus que se están escondiendo en las células infectadas.

## Células B



Las células B funcionan principalmente secretando sustancias solubles conocidas como anticuerpos. Ellas están en espera alrededor de un nódulo linfático, esperando que un macrófago traiga a un antígeno o esperando que un invasor, como por ejemplo, una bacteria llegue. Cuando un anticuerpo antígeno-específico en una célula B se identifica con un antígeno, ocurre una transformación extraordinaria.

El antígeno se une al receptor del anticuerpo, la célula B lo engolfa y, después de que una célula T auxiliar especial se une a la acción, la célula B se convierte en una fábrica grande de células plasmáticas que produce copias idénticas de moléculas de anticuerpo específicas a un ritmo asombroso—hasta 10 millones de copias por hora.

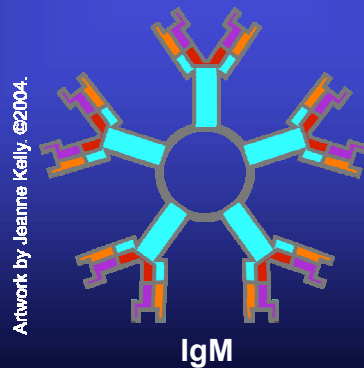
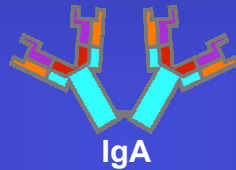


Cada anticuerpo está constituido por dos cadenas pesadas idénticas y dos cadenas ligeras idénticas, en forma de una Y.

Las secciones que forman los extremos de los brazos de la Y varían grandemente de un anticuerpo a otro; esto se conoce como la región variable. Son estos contornos únicos en el sitio de enlace con el antígeno los que le permiten al anticuerpo reconocer un antígeno correspondiente, de la misma manera en que una cerradura corresponde con una llave.

El tallo de la Y une al anticuerpo con otros participantes en las defensas inmunes. Esta área es idéntica en todos los anticuerpos de la misma clase—por ejemplo, todos los anticuerpos IgE—y se le conoce como la región constante.

## Inmunoglobulinas



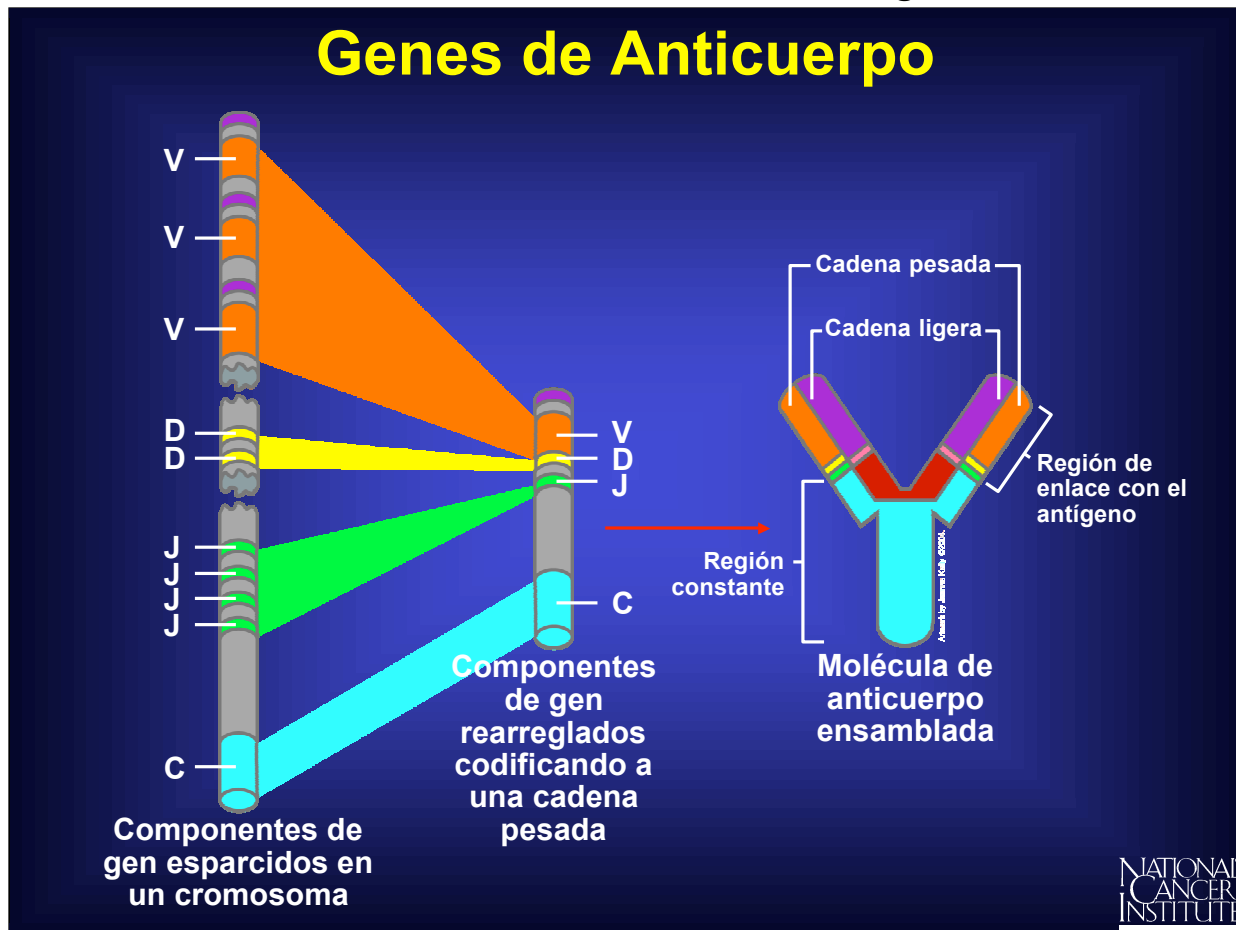
Los anticuerpos pertenecen a una familia de moléculas proteicas grandes conocidas como inmunoglobulinas.

Los científicos han identificado nueve clases químicamente distintas de inmunoglobulinas humanas: cuatro tipos de IgG y dos tipos de IgA, además de IgM, IgE e IgD.

Las inmunoglobulinas G, D y E son similares en apariencia. La IgG, la principal inmunoglobulina en la sangre, puede también entrar en los espacios de los tejidos; funciona eficientemente para cubrir microorganismos, acelerando su destrucción por parte de otras células del sistema inmunológico. La IgD se encuentra casi exclusivamente insertada en la membrana de las células B, en donde de alguna manera regula la activación de las células. La IgE se encuentra normalmente presente sólo en cantidades muy pequeñas, solamente trazas, pero es responsable de los síntomas de la alergia.

La IgA—un dímero—protege la entrada al cuerpo. Se concentra en los fluidos del cuerpo, como por ejemplo, las lágrimas, saliva y secreciones de los tractos respiratorio y gastrointestinal.

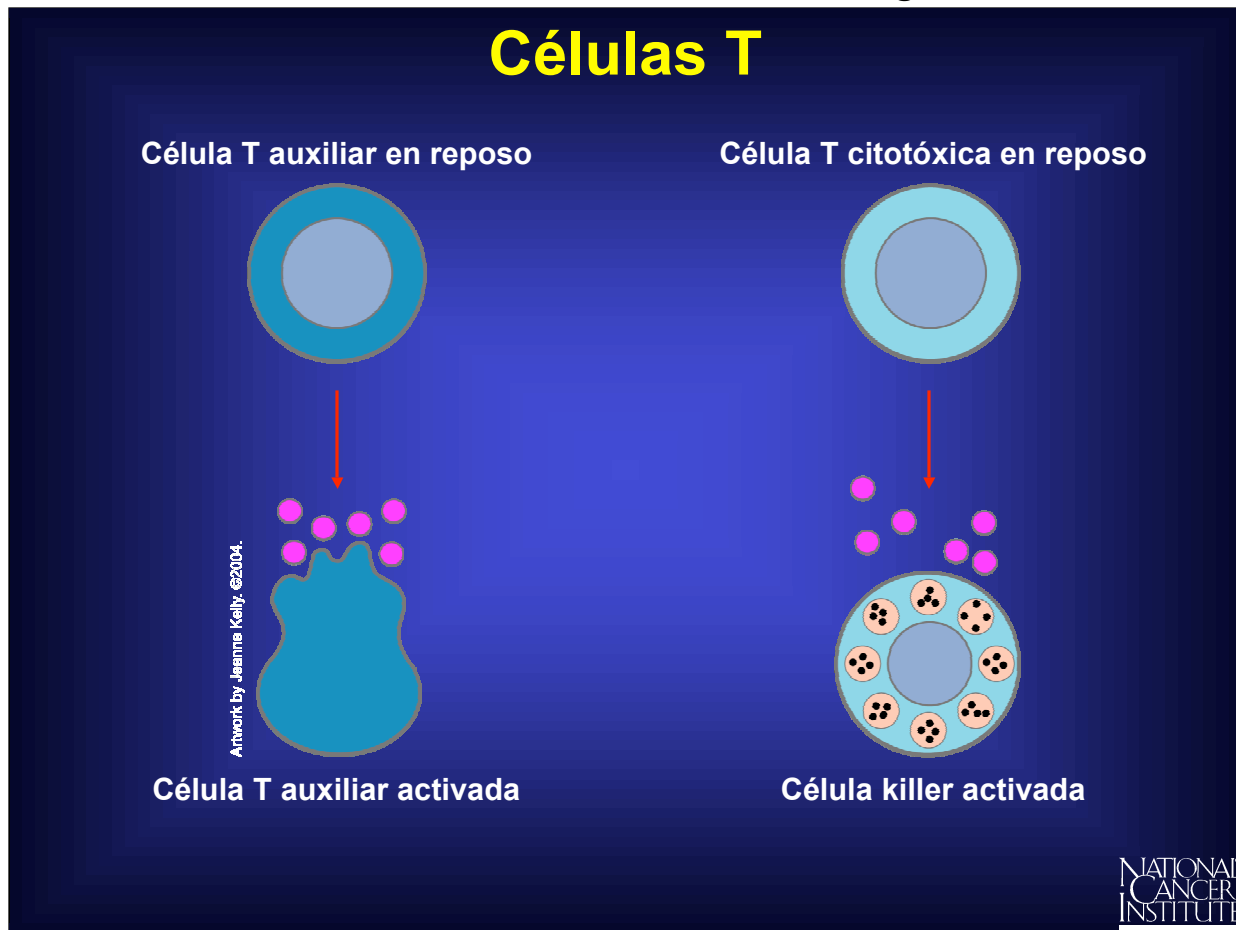
La IgM por lo general se combina en grupos en forma de estrella. Tiene la tendencia a permanecer en el torrente sanguíneo en donde es muy efectiva para destruir bacterias.



Los científicos por mucho tiempo se preguntaron la manera en que toda la información genética necesaria para fabricar los millones de anticuerpos diferentes podía caber en un número limitado de genes.

La respuesta es que los genes de los anticuerpos se comienzan a montar a partir de fragmentos de ADN ampliamente dispersos localizados en dos cromosomas diferentes. Cada molécula de anticuerpo está formada por dos cadenas separadas, una cadena pesada y una cadena ligera. La cadena pesada es donde ocurre el enlace de antígenos, una gran cantidad de variación genética está involucrada en su ensamble. Por ejemplo, para formar una cadena pesada, 1 de 400 segmentos de gen variables posibles (V) se combina con 1 de 15 segmentos de diversidad (D) y 1 de 4 segmentos de enlace (J). Esto produce 24,000 combinaciones posibles para la codificación de ADN de la cadena pesada por sí sola. A medida que esta parte del gen se ensambla, enlaza a los segmentos de codificación variables con aquellos de los segmentos de constante (C) de la molécula de la cadena pesada.

## Células T

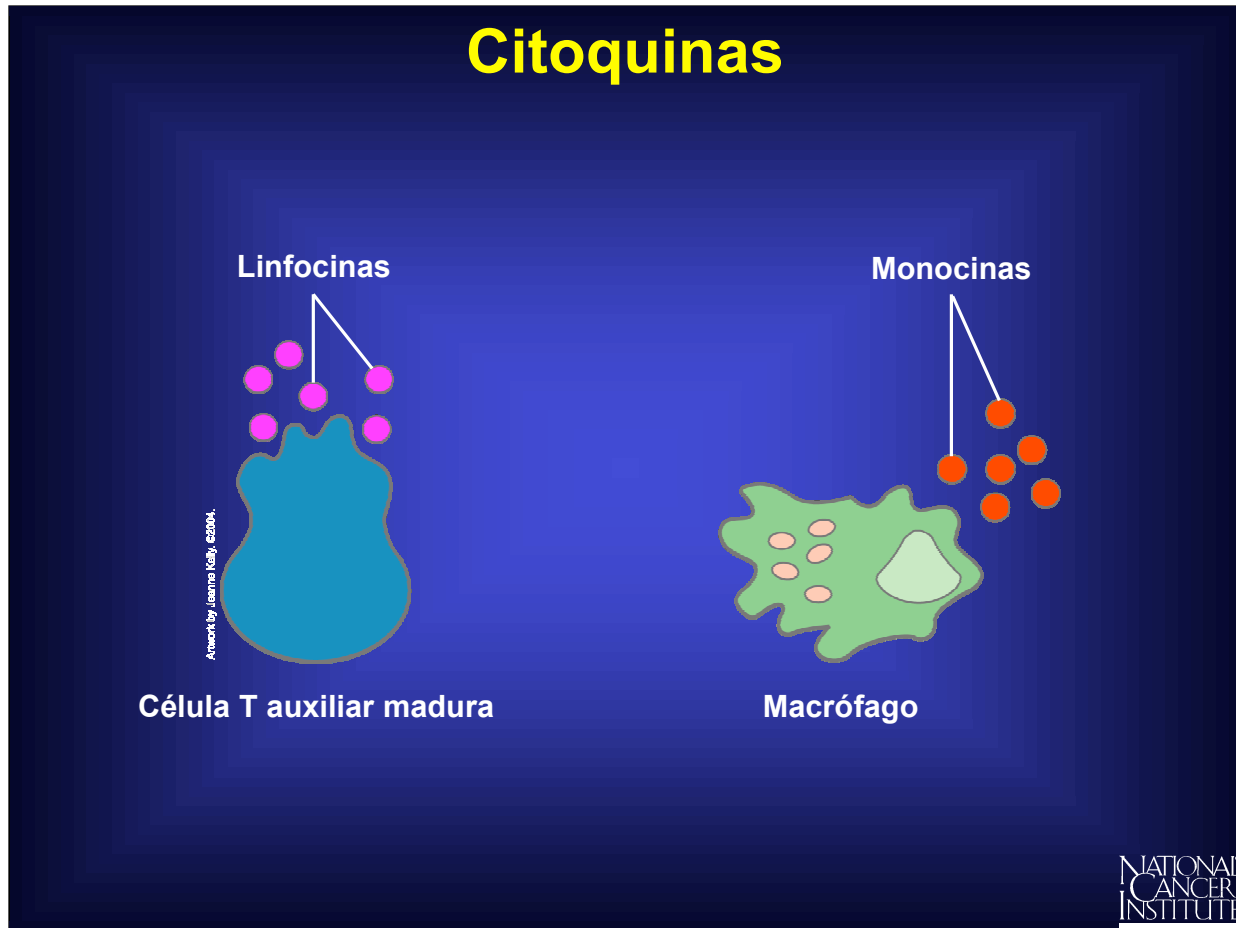


Las células T contribuyen a sus defensas inmunes de dos maneras principales. Algunas ayudan a regular las funciones complejas del sistema inmunológico en general, mientras que otras son citotóxicas y directamente se ponen en contacto con células infectadas y las destruyen.

Entre las células T reguladoras se encuentran principalmente las células T auxiliares. Éstas se necesitan para activar muchas células inmunes, incluyendo las células B y otras células T.

Las células T citotóxicas (algunas veces conocidas como células T killer) le ayudan a su cuerpo a deshacerse de las células que han sido infectadas por virus así como también de las células que han sido transformadas por el cáncer pero no se han adaptado aún para evadir al sistema de detección inmunológico. Ellas son responsables también del rechazo de tejidos y órganos injertados.

## Citoquinas



Las citoquinas son mensajeros químicos diversos y potentes secretadas por las células de su sistema inmunológico. Ellas representan las señales principales de comunicación de sus células T. Las citoquinas incluyen interleuquinas, factores de crecimiento e interferones.

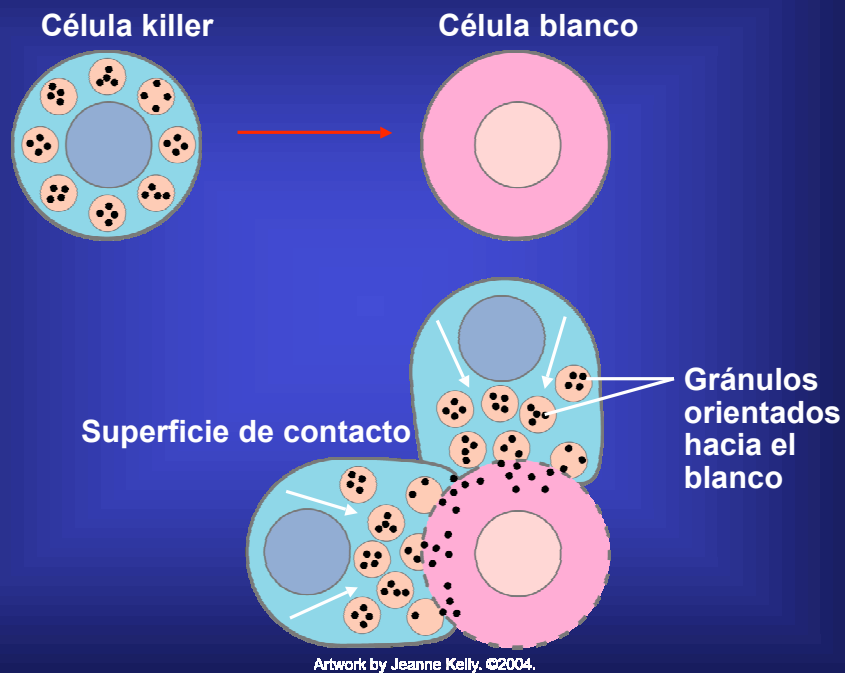
Los linfocitos, incluyendo tanto las células T como las células B, secretan las citoquinas conocidas como linfocinas, mientras que las citoquinas de los monocitos y macrófagos se conocen como monocinas. Muchas de estas citoquinas también se conocen como interleuquinas debido a que ellas sirven como un mensajero entre los glóbulos blancos o leucocitos.

Los interferones son citoquinas que ocurren naturalmente que pueden amplificar la habilidad del sistema inmunológico para reconocer al cáncer como un invasor extraño.

Enlazándose a receptores específicos en las células blanco, las citoquinas reclutan muchas otras células y sustancias al campo de acción. Las citoquinas fomentan el crecimiento de las células, promueven la activación celular, dirigen el tráfico celular y destruyen las células blanco—incluyendo las células del cáncer.

Cuando las citoquinas atraen a tipos de células específicas a un área, ellas se conocen como quimiocinas. Éstas se liberan en el sitio de lesión o infección y llaman a otras células inmunes a la región para ayudar a reparar el daño y defender contra la infección.

## Células Killer: Ts Citotóxicas y NKs



Artwork by Jeanne Kelly. ©2004.

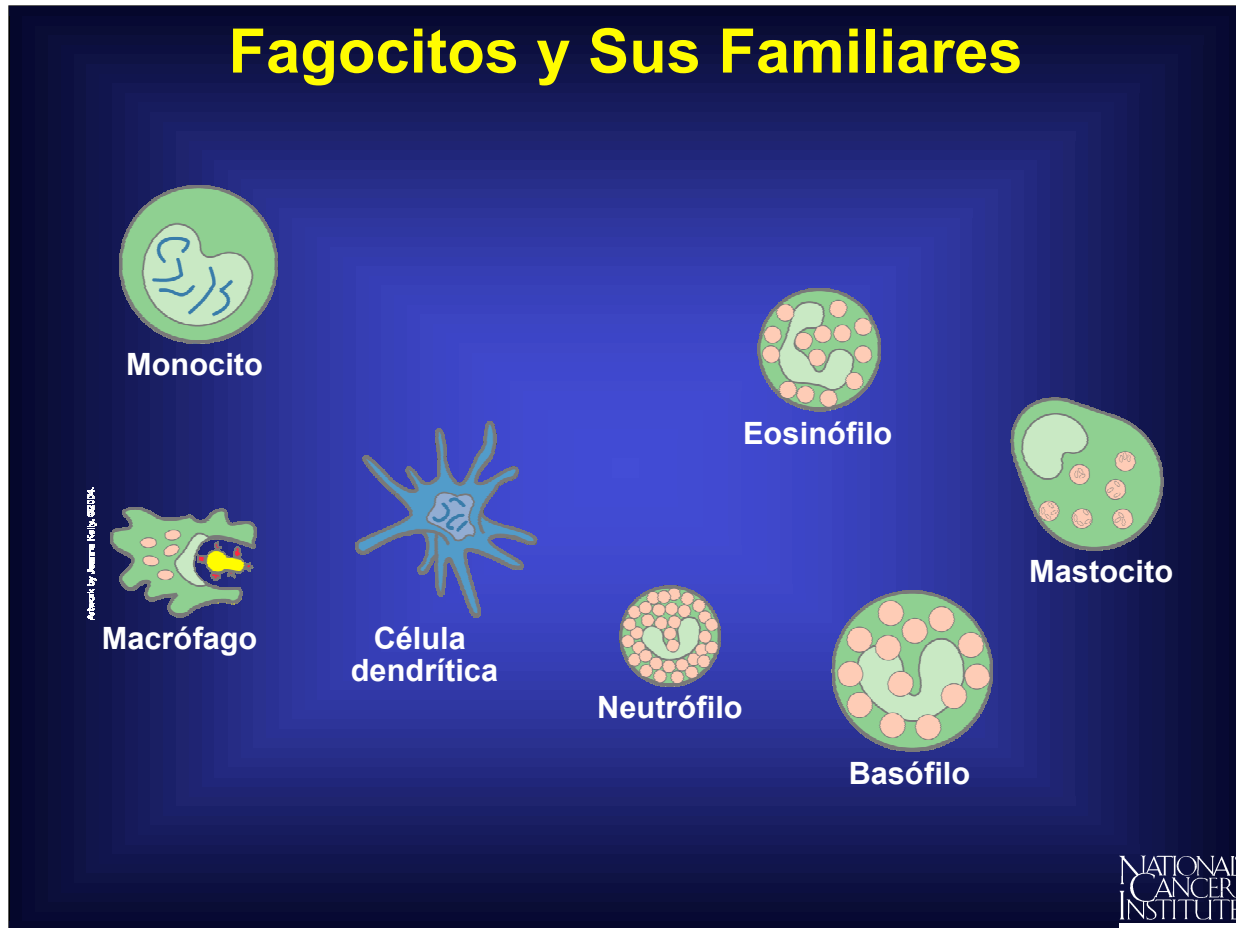
NATIONAL  
CANCER  
INSTITUTE

Por lo menos dos tipos de linfocitos son células killer—las células T citotóxicas y las células killer naturales. Ambos tipos contienen gránulos llenos de sustancias químicas potentes. Ambos tipos destruyen al contacto. Se enlazan a sus blancos, apuntan sus armas y entregan una ráfaga de sustancias químicas letales.

Para atacar, las células T citotóxicas necesitan reconocer un antígeno específico enlazado a marcadores auto-CMH, mientras que las células killer naturales o células NK reconocerán y atacarán a células que carecen de éstos. Esto le proporciona a las células NK el potencial de atacar a muchos tipos de células extrañas.



## Fagocitos y Sus Familiares



Algunas células inmunes tienen más de un nombre. Por ejemplo, el nombre “fagocitos” se le da a las células inmunes grandes que pueden englobar y digerir a los invasores extraños y el nombre “granulocitos” se refiere a las células inmunes que llevan gránulos repletos de sustancias químicas killer potentes.

Los fagocitos incluyen a los monocitos, los cuales circulan en la sangre; los macrófagos, los cuales se encuentran en los tejidos de todo el cuerpo; las células dendríticas, las cuales son más estacionarias, monitoreando su ambiente desde una posición, como por ejemplo, la piel; y los neutrófilos, que son células que circulan en la sangre pero que se movilizan dentro de los tejidos en donde se necesitan.

Los macrófagos son células versátiles; ellos además de actuar como recolectores fagocíticos de desechos, secretan una amplia variedad de citoquinas señaladoras (conocidas como monocinas), las cuales son vitales para la respuesta inmune.

Los neutrófilos son tanto fagocitos como granulocitos: contienen gránulos llenos de sustancias químicas potentes. Estas sustancias químicas, además de destruir microorganismos, desempeñan una función clave en las reacciones inflamatorias agudas. Otros tipos de granulocitos son los eosinófilos y los basófilos, los cuales se degranulan rociando sus sustancias químicas sobre células o microbios dañinos. Los mastocitos son un gemelo del basófilo, excepto que no es una célula sanguínea. En su lugar, son responsables de los síntomas de la alergia en los pulmones, la piel y los recubrimientos de la nariz y del tracto intestinal.

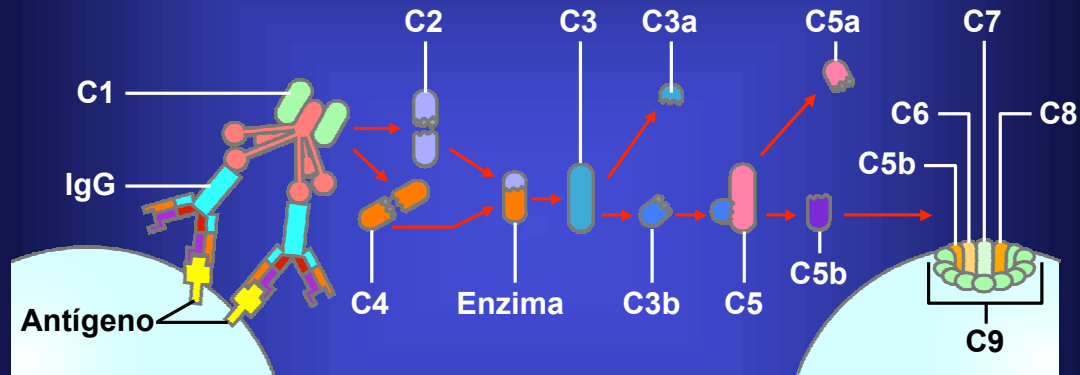
## Fagocitos en el Cuerpo



Si los invasores extraños tienen éxito en poder pasar sus barreras de la piel y pueden alcanzar los tejidos del cuerpo, ellos por lo general son reconocidos, ingeridos y destruidos por fagocitos localizados estratégicamente por todo el cuerpo. Los macrófagos y los neutrófilos son los fagocitos principales involucrados, con los macrófagos siendo la primera línea de defensa. Los monocitos dejan de circular en la sangre y maduran hacia macrófagos especializados que migran dentro de los tejidos del cuerpo y se preparan para la invasión. Los grandes números de macrófagos maduros residen en el tejido conectivo, a lo largo del tracto digestivo, en los pulmones, en el bazo y a lo largo de ciertos vasos sanguíneos en el hígado, en donde se conocen como células de Kupffer.

Los neutrófilos son células inmunes de vida corta que permanecen circulando en la sangre. Cuando los macrófagos basados en el tejido encuentran a invasores, los neutrófilos pronto refuerzan su respuesta inmune movilizándose al sitio de infección en grandes números.

## Complemento



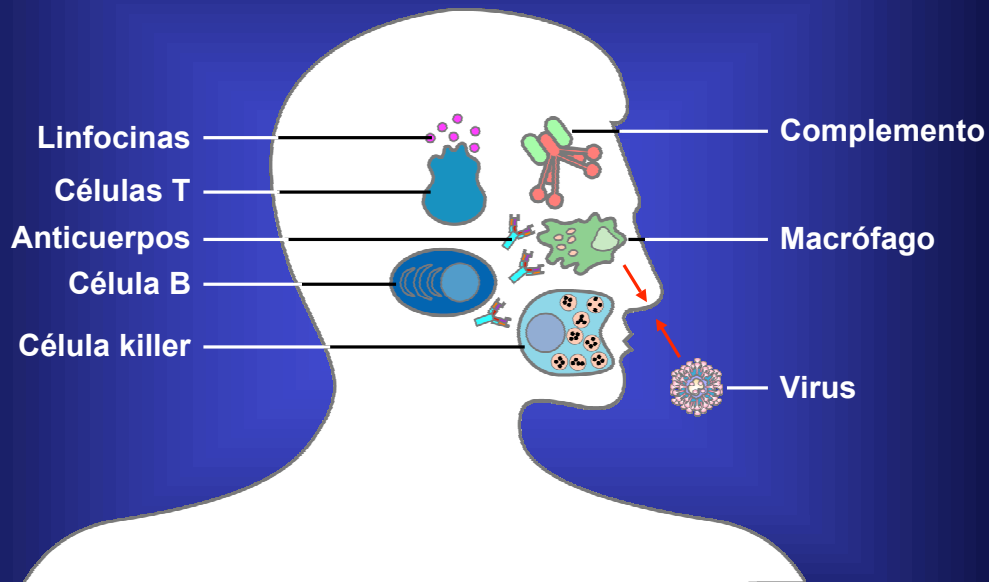
Artwork by Jeanne Kelly. ©2004.

NATIONAL  
CANCER  
INSTITUTE

El sistema del complemento consiste en una serie de alrededor de 25 proteínas que sirven para "complementar" la función de los anticuerpos para destruir las bacterias. El complemento también ayuda al cuerpo a deshacerse de los complejos antígeno-anticuerpo. Las proteínas del complemento son las responsables de hacer que los vasos sanguíneos se dilaten y empiecen a fugar, causando enrojecimiento e inflamación durante una respuesta inflamatoria.

Las proteínas del complemento circulan en la sangre en una forma inactiva. El fenómeno conocido como "cascada del complemento" se inicia cuando la primera molécula del complemento, C1, se encuentra con un anticuerpo unido a un antígeno en un complejo antígeno-anticuerpo. Cada una de las proteínas del complemento, a su vez, lleva a cabo su trabajo especializado, actuando en la molécula siguiente de la línea. El producto final es un cilindro que perfora la membrana celular y, al permitir que los fluidos y las moléculas fluyan dentro y fuera, sentencia a muerte a la célula blanco.

## Armando una Respuesta Inmunológica



Artwork by Jeanne Kelly. ©2004.

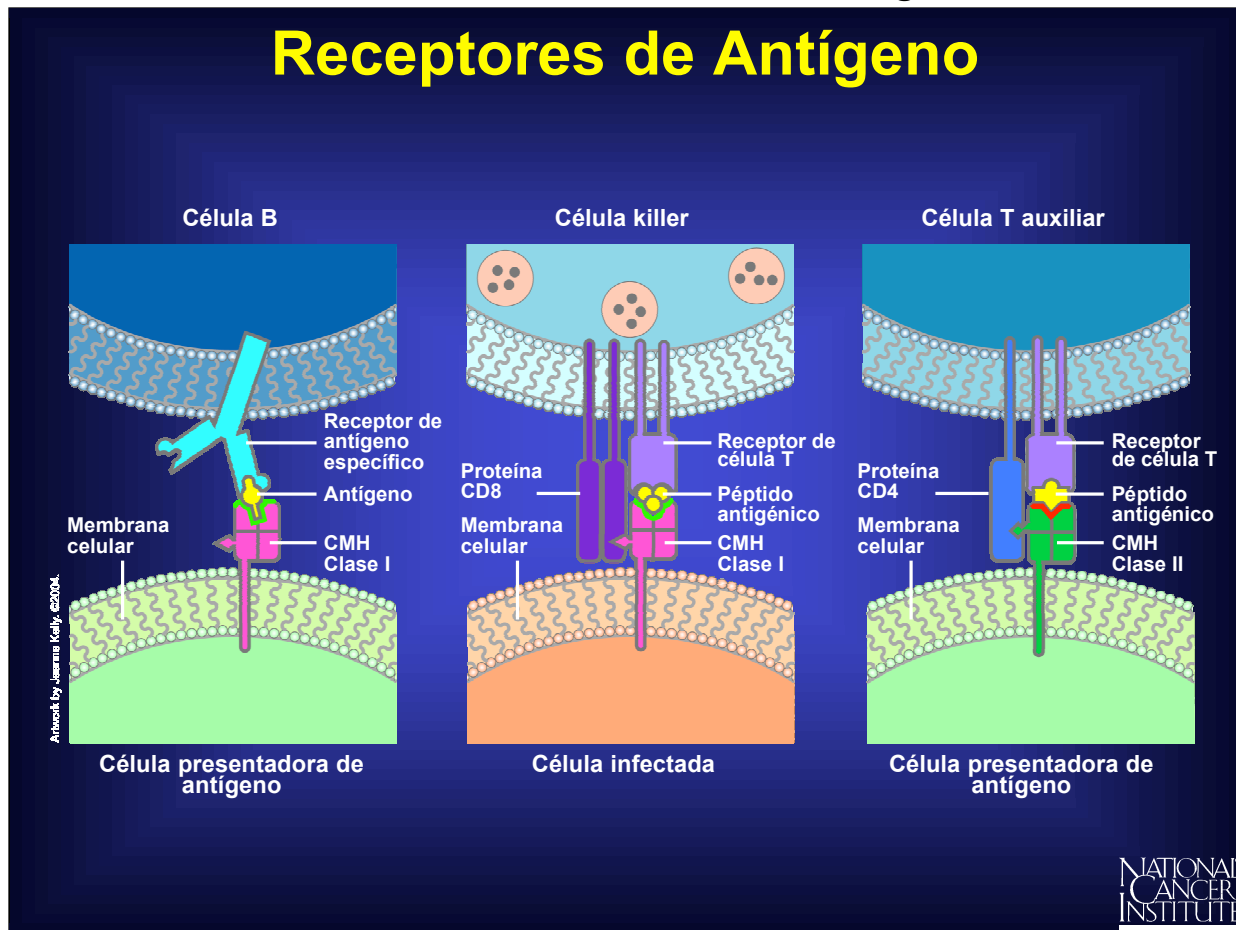
NATIONAL  
CANCER  
INSTITUTE

Los microbios que intentan penetrar al cuerpo deben primero traspasar su piel y sus membranas mucosas, las cuáles no solamente representan una barrera física sino que también son ricas en células recolectoras de desechos ("scavenger cells") y en anticuerpos IgA.

Más tarde, ellos deben eludir una serie de defensas no específicas—y sustancias que atacan a todos los invasores sin importancia de los epítopes que porten. Éstas incluyen a los fagocitos patrulladores, granulocitos, células NK y el complemento.

Los agentes infecciosos que sobrepasan estas barreras no específicas deben finalmente enfrentar las armas específicas diseñadas exclusivamente para ellos. Éstas incluyen tanto a los anticuerpos como a las células T citotóxicas.

## Receptores de Antígeno

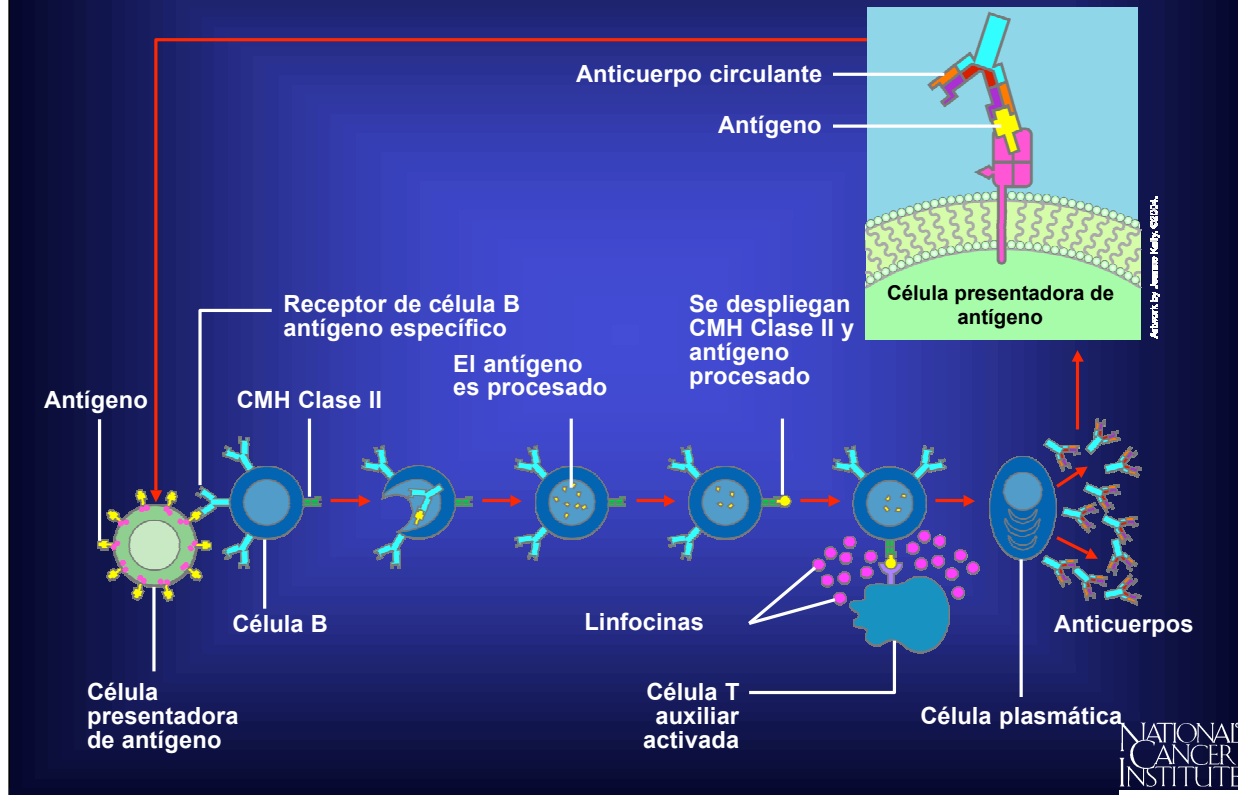


Tanto las células B como las células T llevan consigo moléculas receptoras diseñadas para reconocer y responder a sus blancos específicos.

El receptor de antígeno específico de la célula B que se localiza en su superficie externa también representa una muestra del anticuerpo que está preparada para producir; este anticuerpo-receptor reconoce al antígeno en su estado natural.

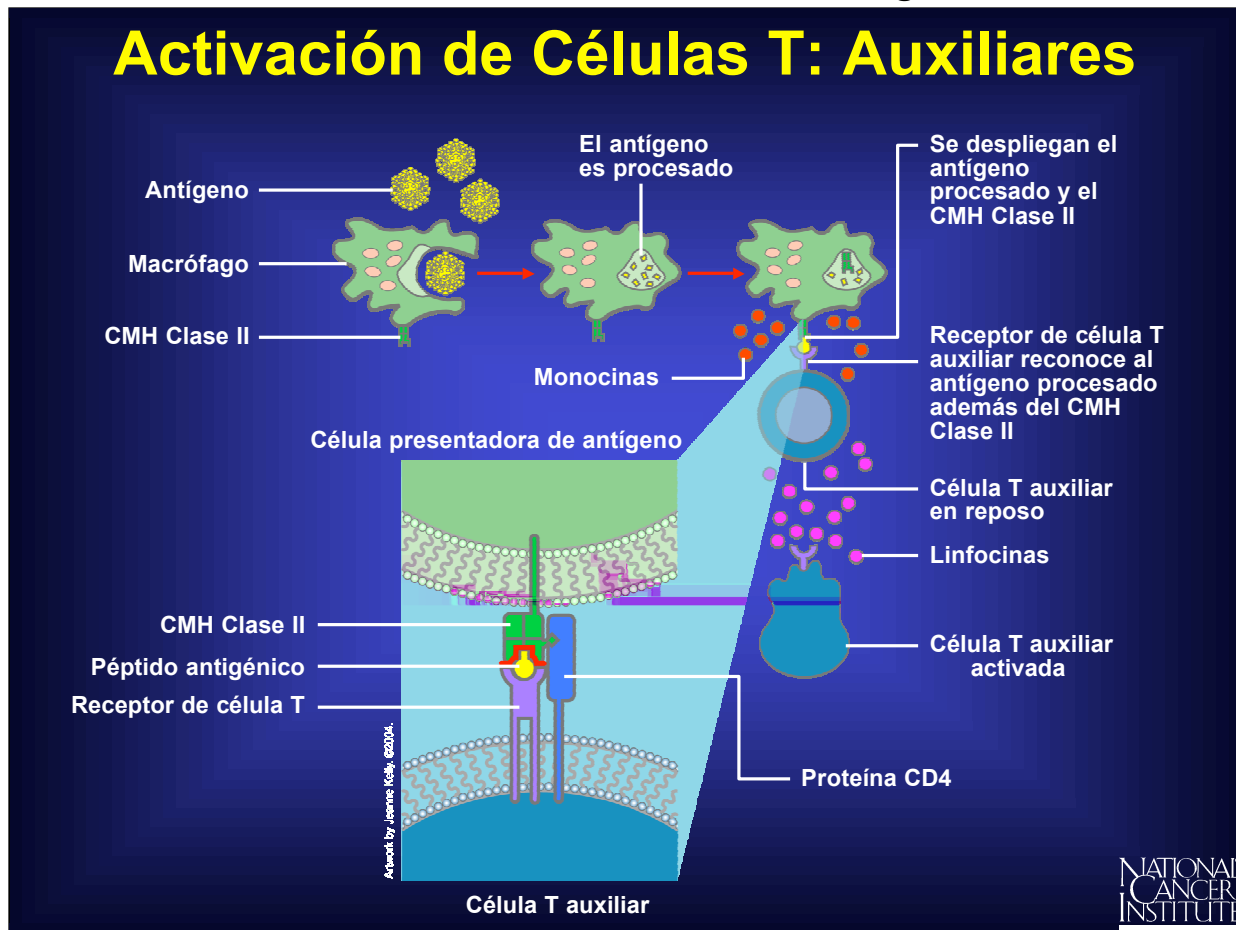
Los sistemas receptores de la célula T son más complejos. Las células T pueden reconocer un antígeno solamente después de que el antígeno es procesado y presentado en combinación con un tipo especial de marcador de complejo mayor de histocompatibilidad (CMH). Las células T killer sólo reconocen a antígenos en el enlace de los marcadores CMH Clase I, mientras que las células T auxiliares sólo reconocen a antígenos en el enlace de los marcadores CMH Clase II. Este arreglo complicado asegura que las células T actúen solamente sobre blancos precisos y de cerca.

## Activación de Células B para Producir Anticuerpos



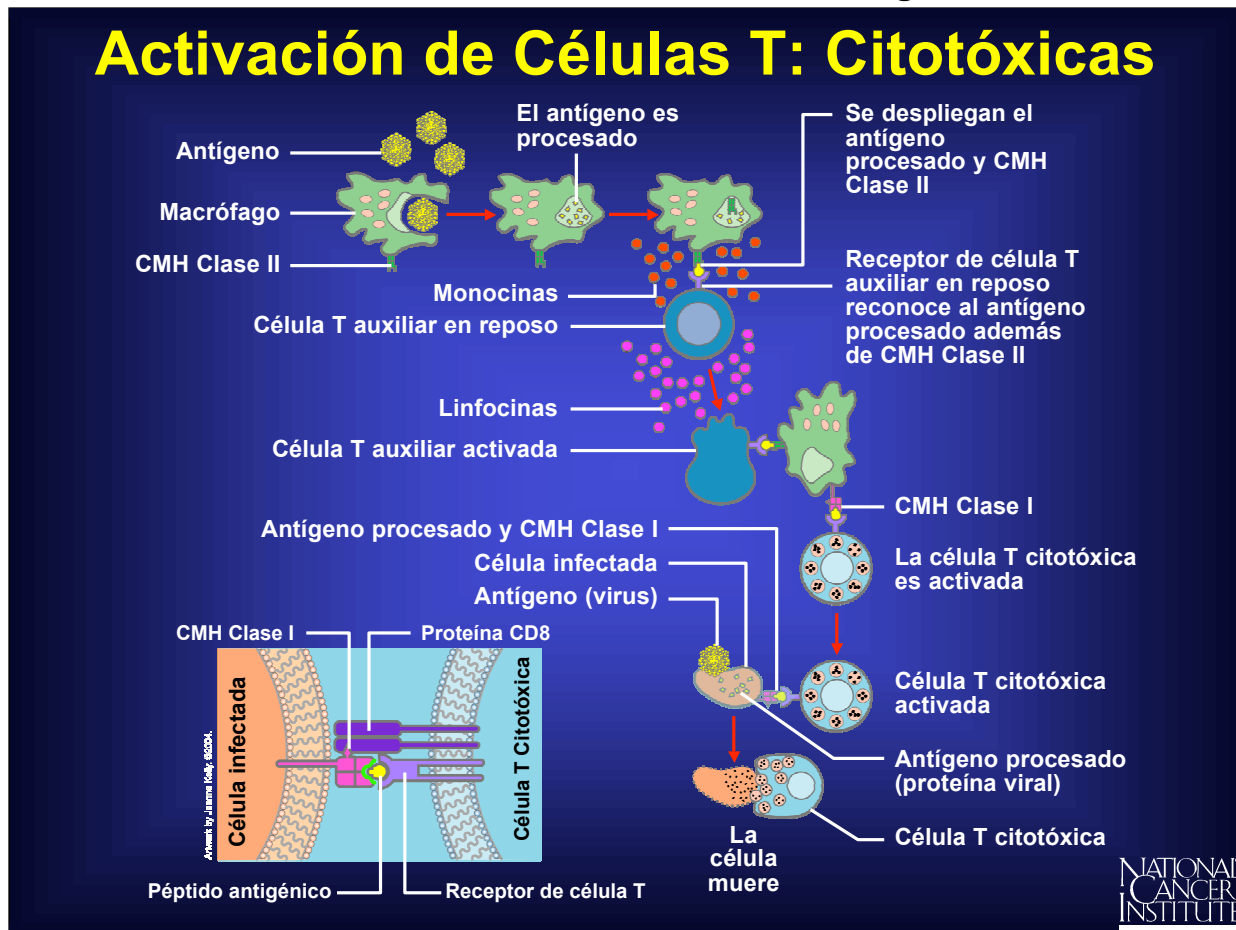
La célula B utiliza su anticuerpo-receptor para ligar un antígeno correspondiente, el cual procede a englobar y procesar. Esto activa la transformación de la célula B en una célula plasmática grande que produce millones de copias del mismo anticuerpo específico. Estos anticuerpos entonces circulan en el torrente sanguíneo en búsqueda de más antígenos correspondientes. Los anticuerpos de las células B no pueden destruir, por sí mismos, a un organismo invasor, pero ellas pueden utilizar sus anticuerpos para marcar invasores para su destrucción por otras células inmunes y por el complemento.

## Activación de Células T: Auxiliares



Las células T auxiliares sólo reconocen al antígeno en el enlace de los marcadores CMH Clase II. Una célula presentadora de antígeno—como por ejemplo, un macrófago o una célula dendrítica—degrada al antígeno que devora, después coloca piezas pequeñas (péptidos) en su superficie junto con un marcador CMH Clase II. Al exhibir su presa de esta manera, las células presentadoras de antígeno permiten que receptores específicos en las células T auxiliares se unan al antígeno y confirmen por medio de la proteína CD4 que una invasión ha ocurrido.

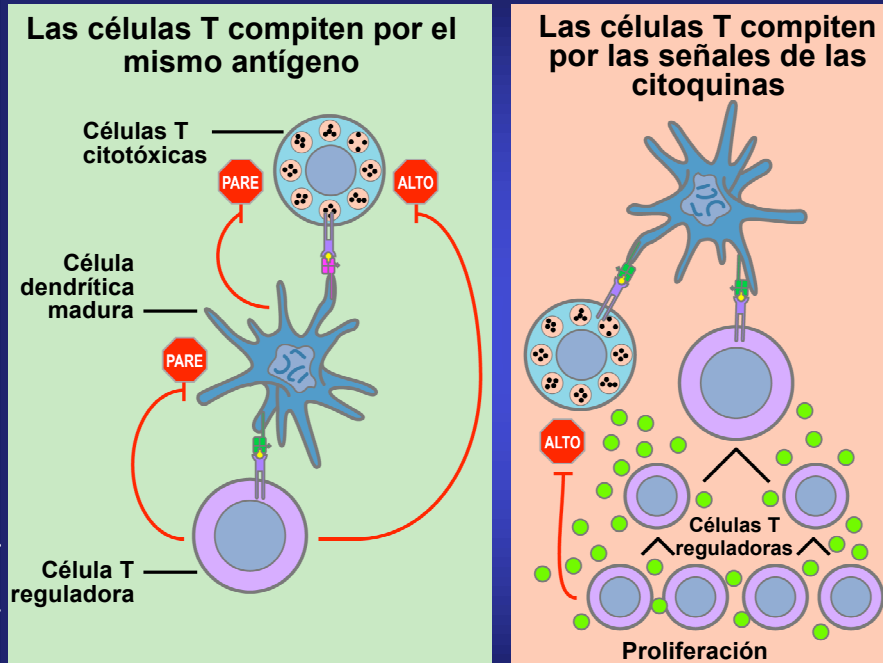
Después de la unión, una célula T auxiliar en reposo rápidamente se transforma en una célula T auxiliar activada. Asume el control de la respuesta inmune, proporcionando órdenes para aumentar el número de células plasmáticas específicas productoras de anticuerpos y las células killer citotóxicas necesarias para reprimir el ataque.



Las células T auxiliares sólo reconocen al antígeno en el enlace de los marcadores CMH Clase I. Aquí una célula T citotóxica en reposo reconoce a los fragmentos de virus, los cuales son desplegados por un macrófago en combinación con un marcador CMH Clase I. Un receptor en una célula T citotóxica en reposo, circulando (y proteína CD8) reconoce al complejo antígeno-proteína y se enlaza a él. El proceso de enlace y una célula T activada auxiliar activa a la célula T citotóxica. Debido a que las superficies de otras células infectadas exhiben los mismos fragmentos de virus en combinación con los marcadores CMH Clase I, las células T citotóxicas activadas pueden rápidamente reconocer, atacar y destruir a la célula enferma.



## Células T Reguladoras



Artwork by Jeanne Kelly, © 2004.

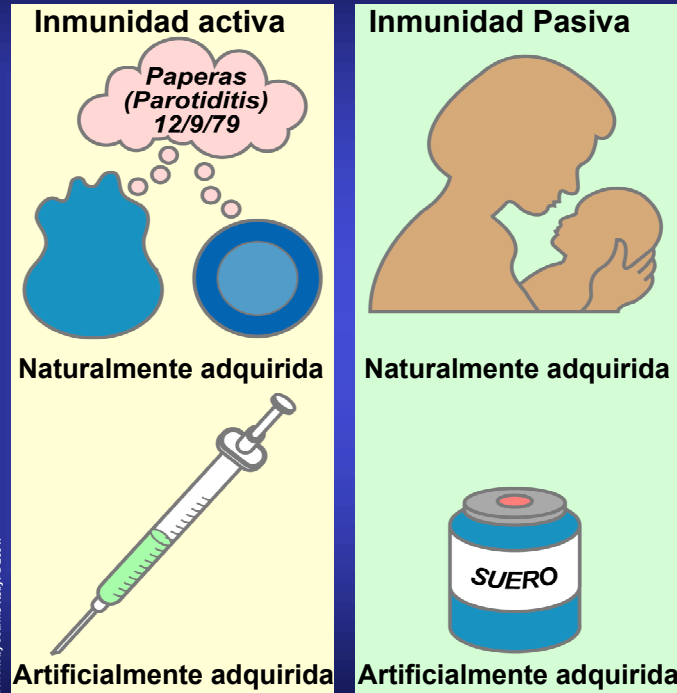
NATIONAL  
CANCER  
INSTITUTE

Su sistema inmune también tiene un mecanismo de frenado, un control para prevenir que las respuestas inmunes actúen sobre “lo propio”. Sin este control, las enfermedades autoinmunes podrían florecer. Un tipo adicional de células inmunes—células T reguladoras—son estos agentes críticos de frenado.

Los investigadores aún no saben exactamente la manera en que las células T reguladoras operan. Algunos piensan que estas células T reconocen y compiten por los mismos antígenos que aquéllos que activan a las células T auxiliares y citotóxicas, pero que las células T reguladoras se concentran en un epítipo diferente. Otra posibilidad es que las células T citotóxicas o auxiliares solamente se multiplican cuando las células T reguladoras están ausentes.

Las células T reguladoras se han vuelto importantes para los investigadores que están intentando aumentar la eficiencia de las vacunas contra el cáncer y el SIDA (AIDS, en inglés). Además de incrementar la antigenicidad del elemento inmunizante, un mejor entendimiento de las células T reguladoras le permitirá a los científicos reducir la actividad de frenado del sistema inmunológico, la cual frecuentemente limita la efectividad de las vacunas.

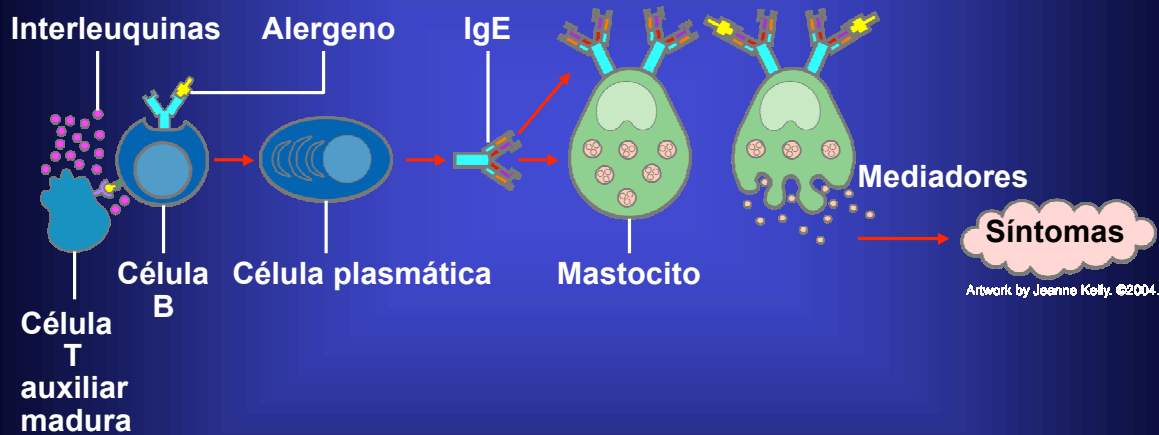
## Inmunidad: Activa y Pasiva



Siempre que las células T y las células B se activen, algunas de ellas se convierten en células de "memoria". En la próxima ocasión en que una persona se encuentre con el mismo antígeno, el sistema inmunológico está preparado para destruirlo rápidamente. Ésta es una inmunidad activa debido a que el sistema inmunológico del cuerpo se prepara a sí mismo para los retos futuros. La inmunidad activa de largo plazo puede ser adquirida naturalmente por infección o puede ser adquirida artificialmente mediante vacunas fabricadas a partir de agentes infecciosos que han sido inactivados o, más comúnmente, a partir de porciones diminutas del microbio.

La inmunidad pasiva de corto plazo puede ser transferida artificialmente de una persona a otra por vía del suero rico en anticuerpos; similarmente, una madre le permite a un recién nacido adquirir naturalmente protección mientras está creciendo dentro de ella, donando sus anticuerpos y ciertas células inmunes. Ésta es inmunidad pasiva debido a que el recién nacido que está protegido no produce anticuerpos sino que los pide prestados.

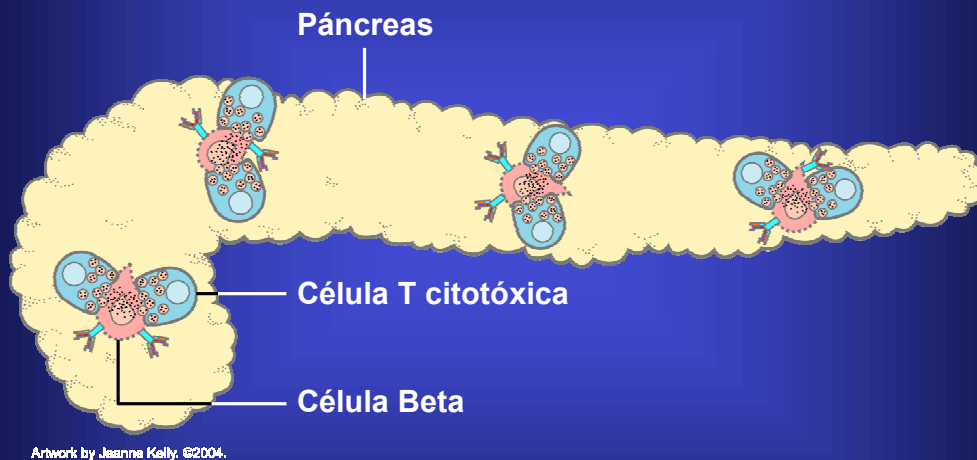
## Enfermedades del Sistema Inmunológico: Alergia



Cuando su sistema inmunológico funciona defectuosamente, puede desatar un torrente de trastornos y enfermedades.

Uno de los más comunes es la alergia. Las alergias tales como la fiebre del heno y la urticaria están relacionadas con el anticuerpo conocido como IgE. La primera vez que una persona susceptible a la alergia se expone a un alérgeno—por ejemplo, al polen del césped—las células B de la persona fabrican grandes cantidades del anticuerpo IgE contra el polen del césped. Estas moléculas IgE se adhieren a las células, que contienen gránulos, conocidas como mastocitos, los cuales se encuentran en gran número en los pulmones, la piel, la lengua y las mucosas de la nariz y del tracto gastrointestinal. La próxima vez que la persona se encuentre con el polen del césped, los mastocitos previamente preparados con IgE liberarán sustancias químicas poderosas que causan dificultad para respirar, los estornudos y otros síntomas de la alergia.

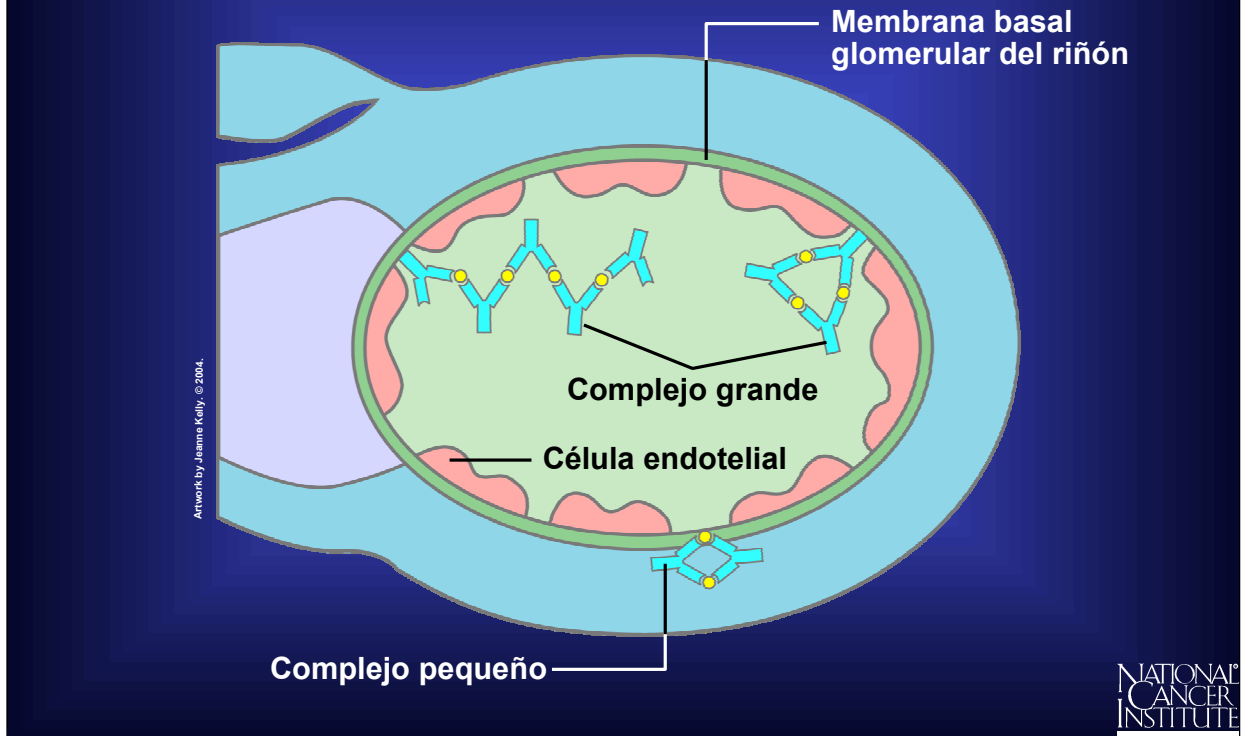
## Enfermedades del Sistema Inmunológico: Enfermedad Autoinmune



Algunas veces el aparato de reconocimiento del sistema inmunológico se daña y el cuerpo comienza a producir anticuerpos y células T dirigidas contra las células y órganos del propio cuerpo.

Dichas células y autoanticuerpos, como se les conoce, contribuyen a muchas enfermedades. Por ejemplo, las células T que atacan a las células pancreáticas contribuyen a la diabetes, mientras que un autoanticuerpo conocido como factor reumatoide es común en las personas con artritis reumatoide.

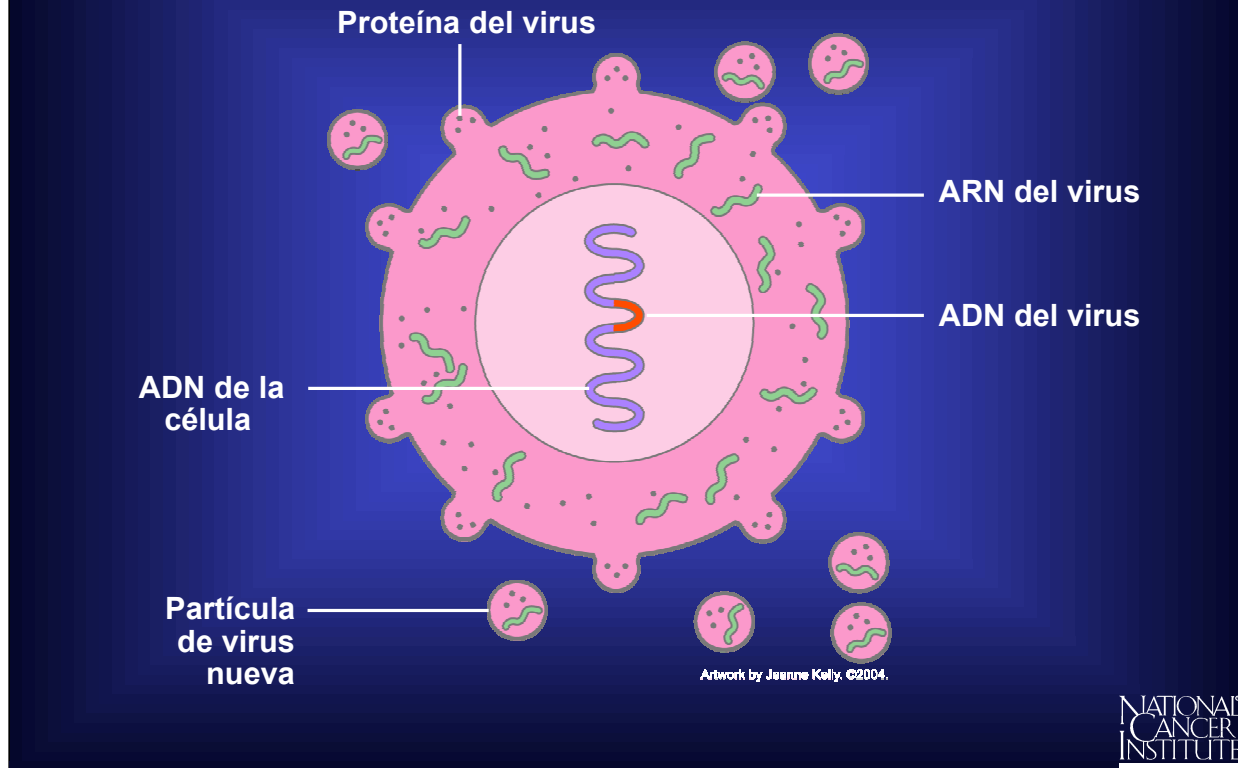
## Enfermedades del Sistema Inmunológico: Enfermedad por Complejos Inmunes



Los complejos inmunes son agrupaciones de antígenos y anticuerpos entrelazados.

Normalmente ellos son removidos rápidamente del torrente sanguíneo. Sin embargo, en algunas circunstancias continúan circulando y eventualmente quedan atrapados dentro de los tejidos de los riñones, dañándolos, como se puede observar aquí, o en los pulmones, piel, articulaciones o vasos sanguíneos.

## Enfermedades del Sistema Inmunológico: SIDA

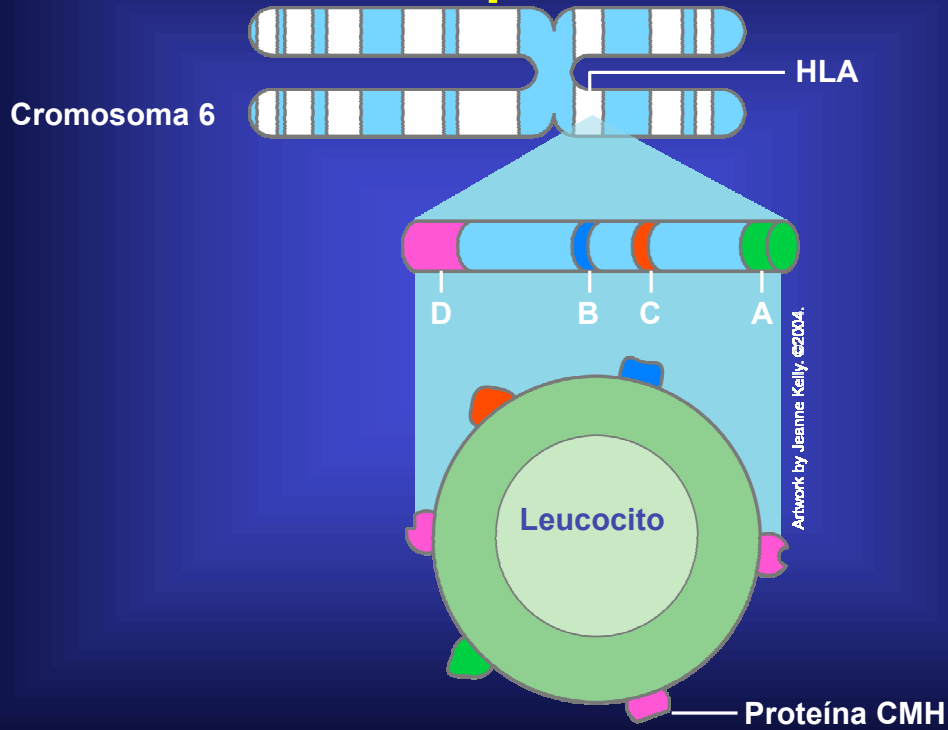


Cuando el sistema inmunológico carece de uno o más de sus componentes, el resultado es una enfermedad por inmunodeficiencia.

Estas enfermedades pueden ser heredadas, adquiridas a través de una infección o producidas como un efecto secundario inadvertido de los fármacos, por ejemplo, aquellos utilizados para tratar a los pacientes con cáncer o a los pacientes que reciben trasplantes.

El SIDA (AIDS, en inglés) es una enfermedad por inmunodeficiencia causada por un virus que destruye a las células T auxiliares. El virus se copia a sí mismo incesantemente e invade a células T auxiliares y a macrófagos, las mismas células que se necesitan para organizar una defensa inmune. El virus del SIDA empalma su ADN en el ADN de la célula que infecta; la célula de allí en adelante es dirigida a producir profusamente nuevos virus.

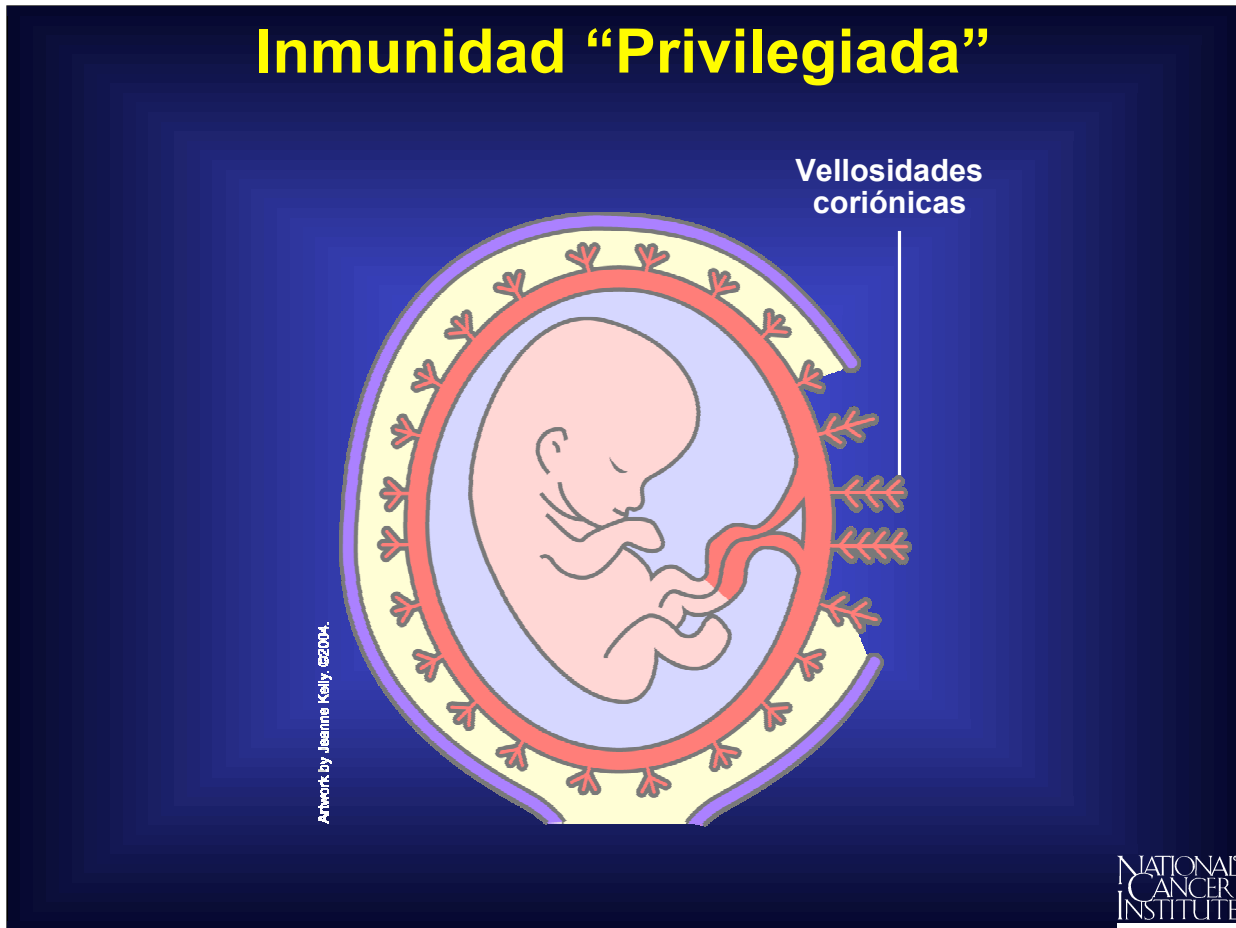
## Tipificación del Tejido Humano para Trasplantes



Aunque las proteínas del CMH se requieren para las respuestas de la célula T en contra de los invasores extraños, ellas pueden representar una dificultad durante el trasplante. Cada célula en el cuerpo está cubierta con marcadores CMH de “lo propio” y cada persona porta un juego levemente único en su género. Si un linfocito T reconoce a un andamio CMH “extraño”, reunirá a células inmunes para destruir a la célula que lo porta. Para que los trasplantes de órganos o de célula troncal sanguínea sean exitosos, los médicos deben combinar a los receptores de órganos con donadores cuyos juegos de CMH sean apareados tan cercanamente como sea posible. De otro modo, las células T del receptor probablemente atacarán al trasplante, conduciendo a un *rechazo del injerto*.

Para encontrar buenos apareamientos, se realiza por lo general la tipificación del tejido en los glóbulos blancos o leucocitos. En este caso los marcadores de CMH de “lo propio” se conocen como antígenos leucocitarios humanos o HLA (por sus iniciales en inglés). Cada célula tiene un juego doble de seis marcadores HLA principales, HLA-A, B y C, y tres tipos de HLA-D. Debido a que cada uno de estos antígenos existe, en personas diferentes, hasta en 20 variedades, el número posible de tipos HLA es de alrededor de 10,000. Los genes que codifican los antígenos HLA están localizados en el cromosoma 6.

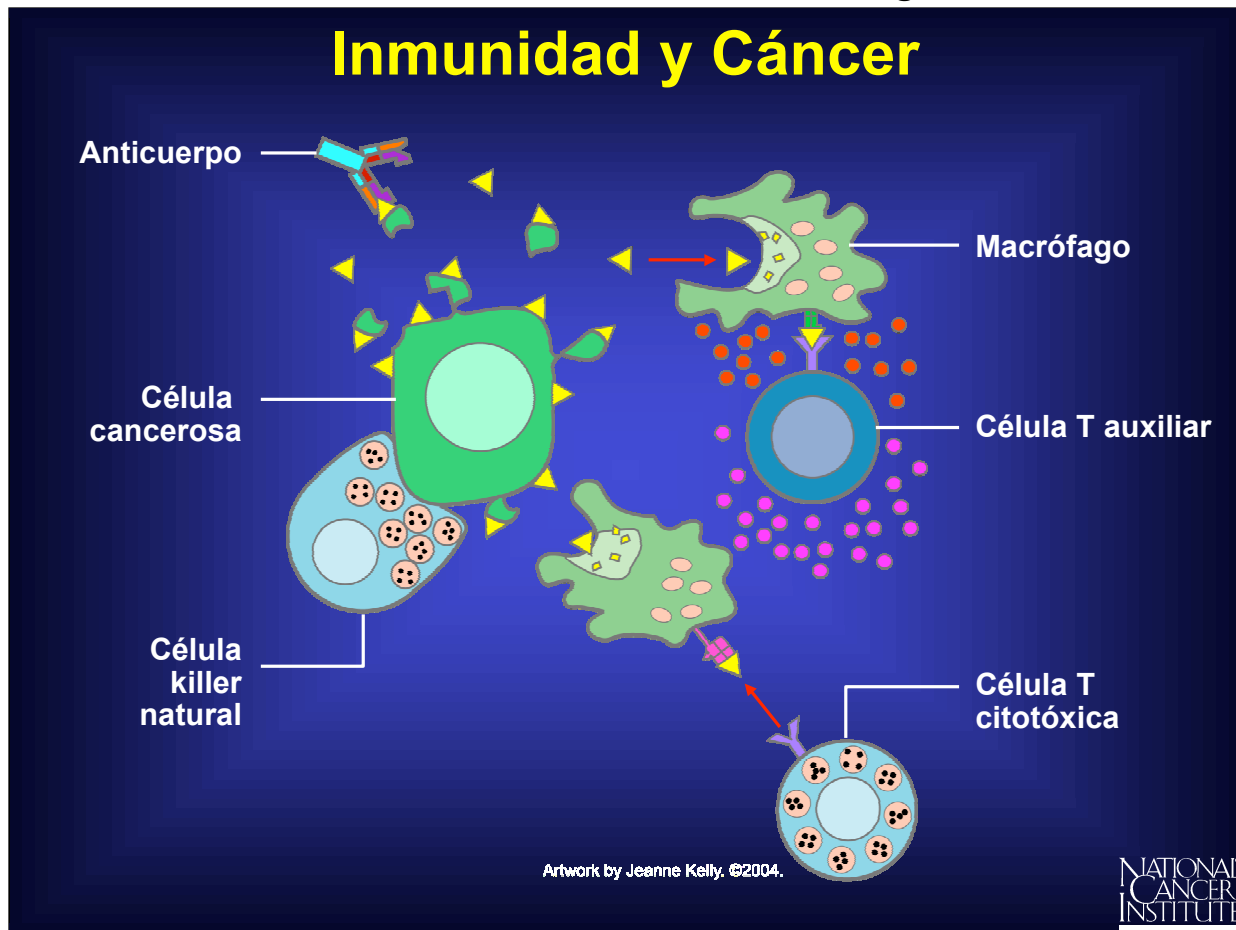
## Inmunidad “Privilegiada”



Un bebé en la matriz lleva consigo antígenos extraños del padre así como también antígenos de "lo propio" inmunológicamente compatibles de la madre.

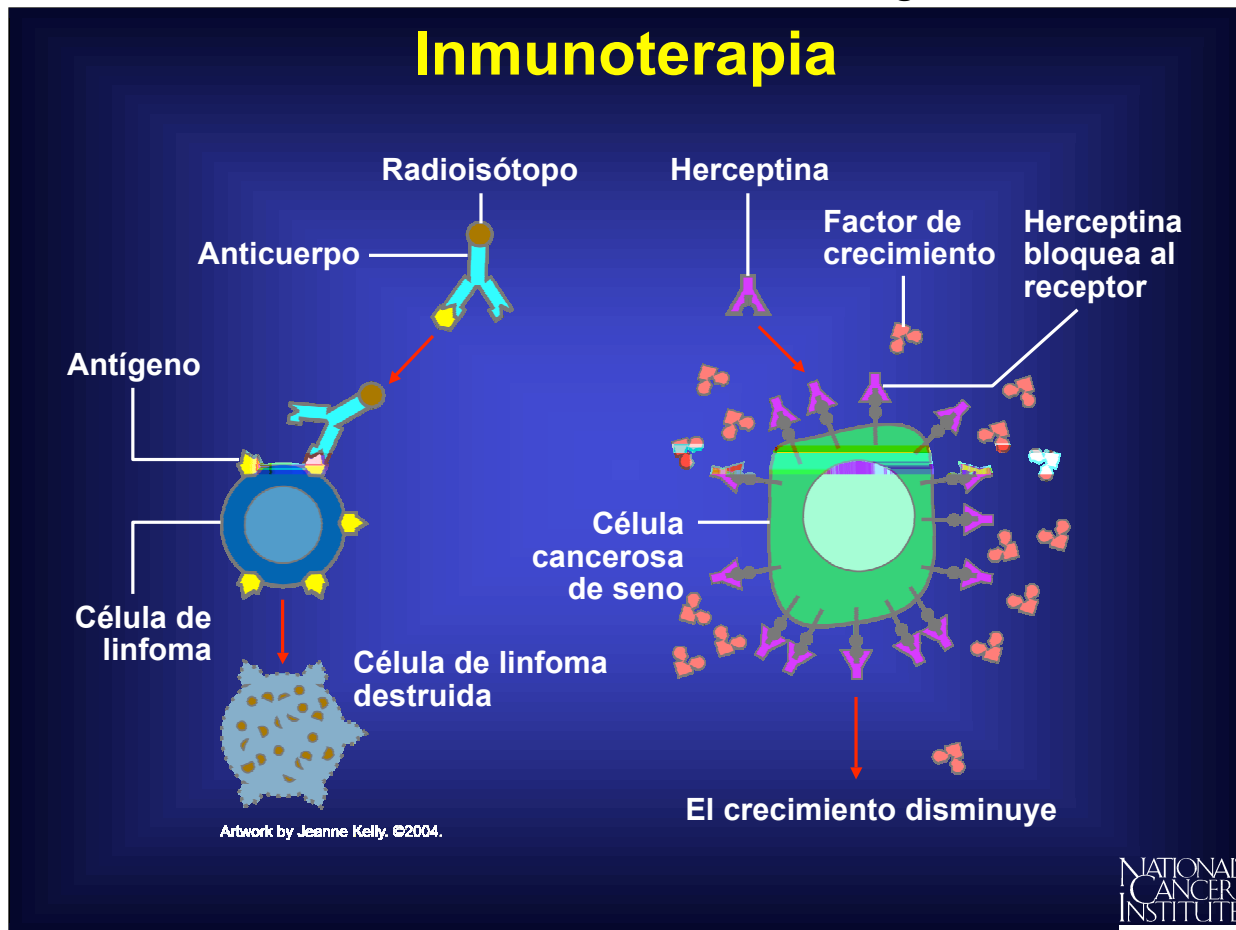
Puede esperarse que esta condición provoque un rechazo de injerto, pero no sucede esto debido a que el útero es un sitio "inmunológicamente privilegiado" en donde las respuestas inmunes son de algún modo dominadas.





Cuando las células normales se convierten en células cancerosas, algunos de los antígenos de sus superficies cambian. Estas células, al igual que muchas otras células del cuerpo, constantemente desprenden fragmentos de proteína de sus superficies al interior del sistema circulatorio. Frecuentemente, los antígenos de tumor se encuentran entre las proteínas desprendidas.

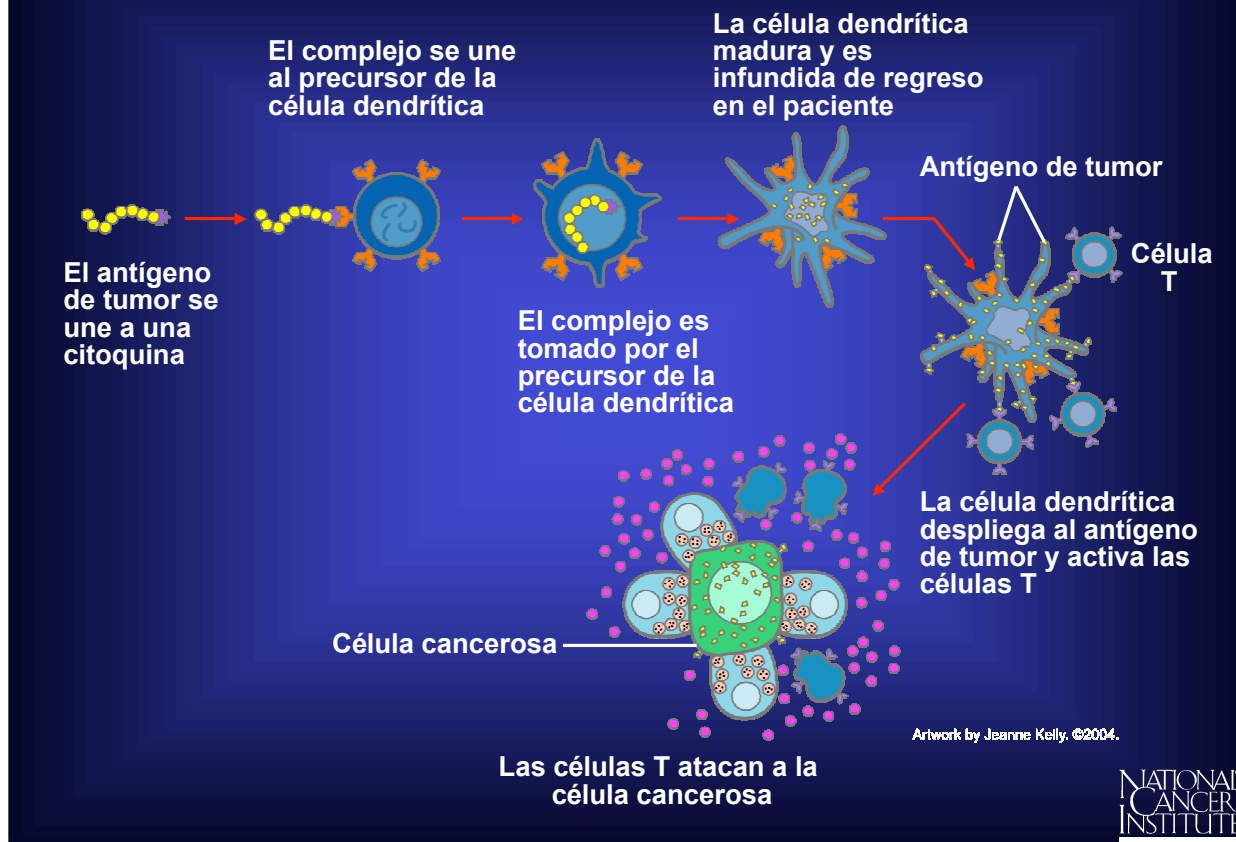
Estos antígenos desprendidos incitan la acción de parte de los defensores inmunes incluyendo a las células T citotóxicas, las células killer naturales y los macrófagos. De acuerdo con una teoría, las células patrulladoras del sistema inmunológico proporcionan vigilancia continua por todo el cuerpo, atrapando y eliminando a las células que experimentan una transformación maligna. Los tumores se desarrollan cuando este sistema de vigilancia inmune se daña o está demasiado abrumado.



Un nuevo enfoque en la terapia del cáncer utiliza anticuerpos que han sido fabricados especialmente para reconocer cánceres específicos.

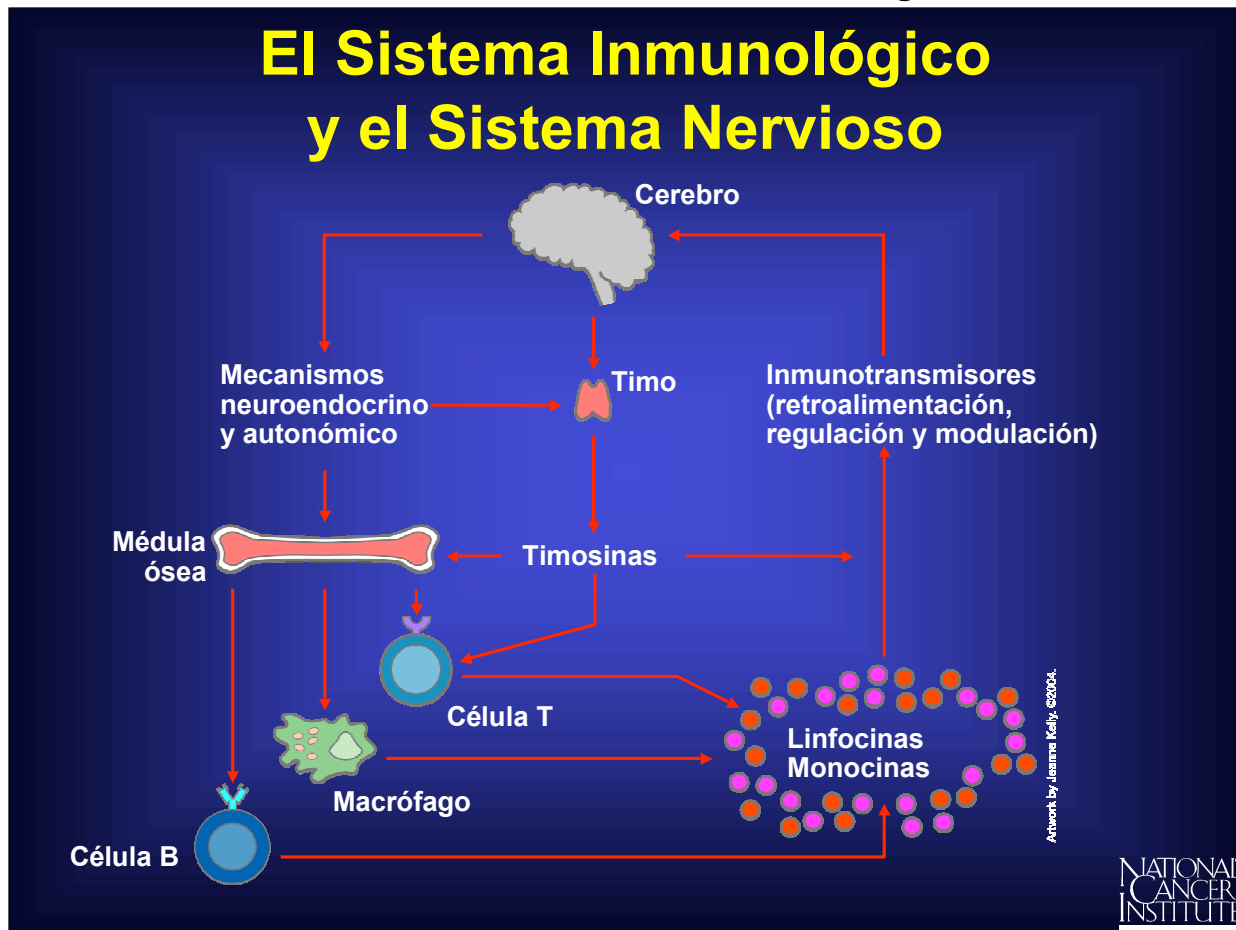
Cuando se acoplan con toxinas naturales, fármacos o sustancias radioactivas, los anticuerpos buscan sus células cancerosas blanco y entregan su carga letal. Alternativamente, las toxinas pueden unirse a una linfocina y ser enviadas a células equipadas con receptores para la linfocina.

## Células Dendríticas que Atacan al Cáncer



Otro enfoque de la terapia del cáncer se aprovecha del papel normal de la célula dendrítica como un educador inmune. Las células dendríticas atrapan a antígenos de virus, bacterias u otros organismos y los presentan a las células T para reclutar su ayuda en una respuesta inmune de célula T inicial. Esto funciona bien en contra de células extrañas que entran al cuerpo, pero las células cancerosas frecuentemente evaden al sistema de detección de “lo propio”/“lo extraño”. Los investigadores, modificando las células dendríticas, son capaces de activar una respuesta autoinmune de tipo especial que incluye un ataque de células T contra las células cancerosas. Debido a que un antígeno de cáncer por sí solo no es suficiente para reunir las tropas inmunes, los científicos primero fusionan una citoquina a un antígeno de tumor con la esperanza de que esto enviará una señal antigénica fuerte. A continuación, ellos cultivan las células dendríticas de un paciente en el incubador y les permiten tomar este antígeno de tumor-citoquina fusionado. Esto les permite a las células dendríticas madurar y eventualmente desplegar los mismos antígenos de tumor como aparecen en las células cancerosas del paciente. Cuando estas células dendríticas maduras especiales son llevadas de regreso al paciente, ellas presentan sus nuevos antígenos de tumor adquiridos al sistema inmunológico del paciente y aquellas células T que pueden responder montan un ataque sobre las células cancerosas del paciente.

## El Sistema Inmunológico y el Sistema Nervioso

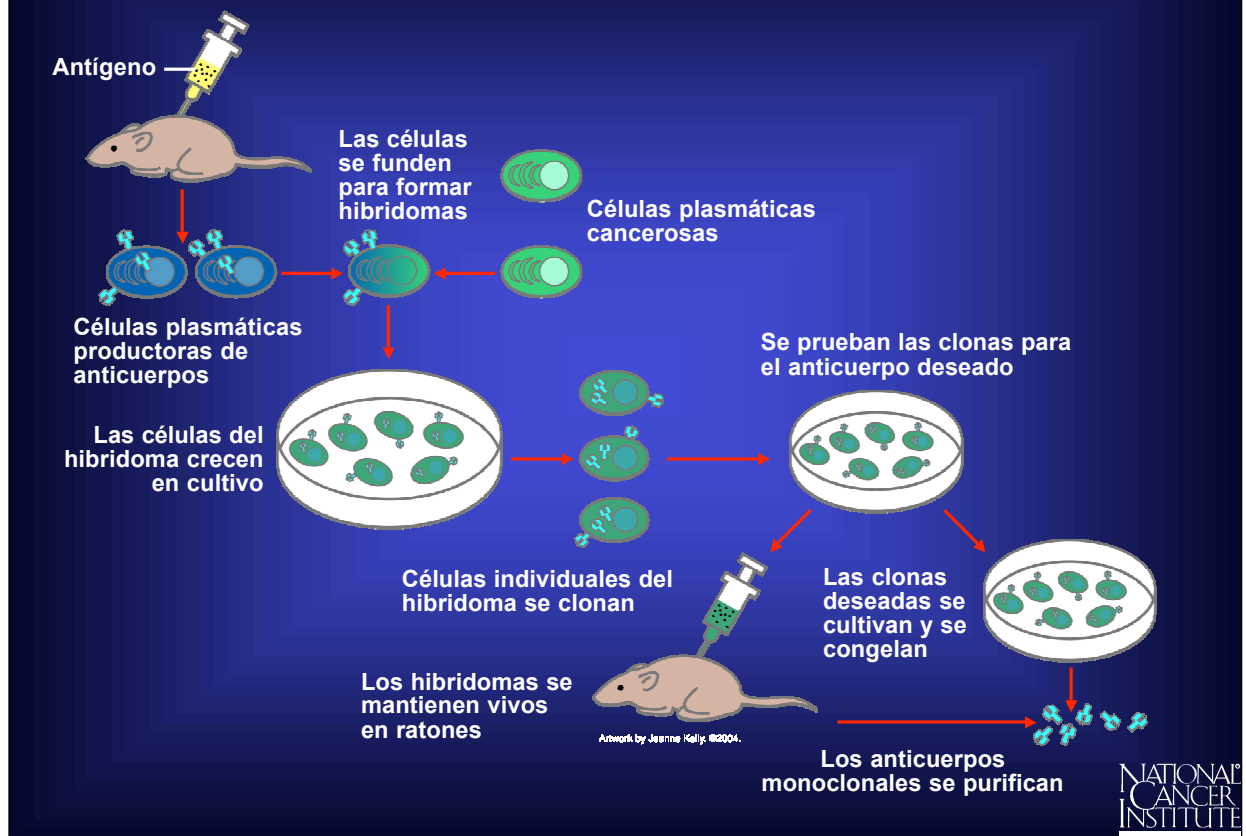


Las conexiones biológicas entre el sistema inmunológico y el sistema nervioso central existen en varios niveles.

Se ha encontrado también que las hormonas y otras sustancias químicas como los neuropéptidos, los cuales comunican mensajes entre las células nerviosas, "hablan" con las células del sistema inmunológico—y algunas células inmunes hasta fabrican neuropéptidos típicos. Además, se ha encontrado que las redes de fibras nerviosas se conectan directamente con los órganos linfoides.

La idea que está emergiendo es de sistemas sumamente entrelazados que facilitan un flujo de información en dos direcciones. Se ha sugerido que las células inmunes pueden funcionar con una capacidad sensorial, detectando la llegada de invasores extraños y transmitiendo señales químicas para alertar al cerebro. El cerebro, por su parte, puede enviar señales que guían el tráfico de células a través de los órganos linfoides.

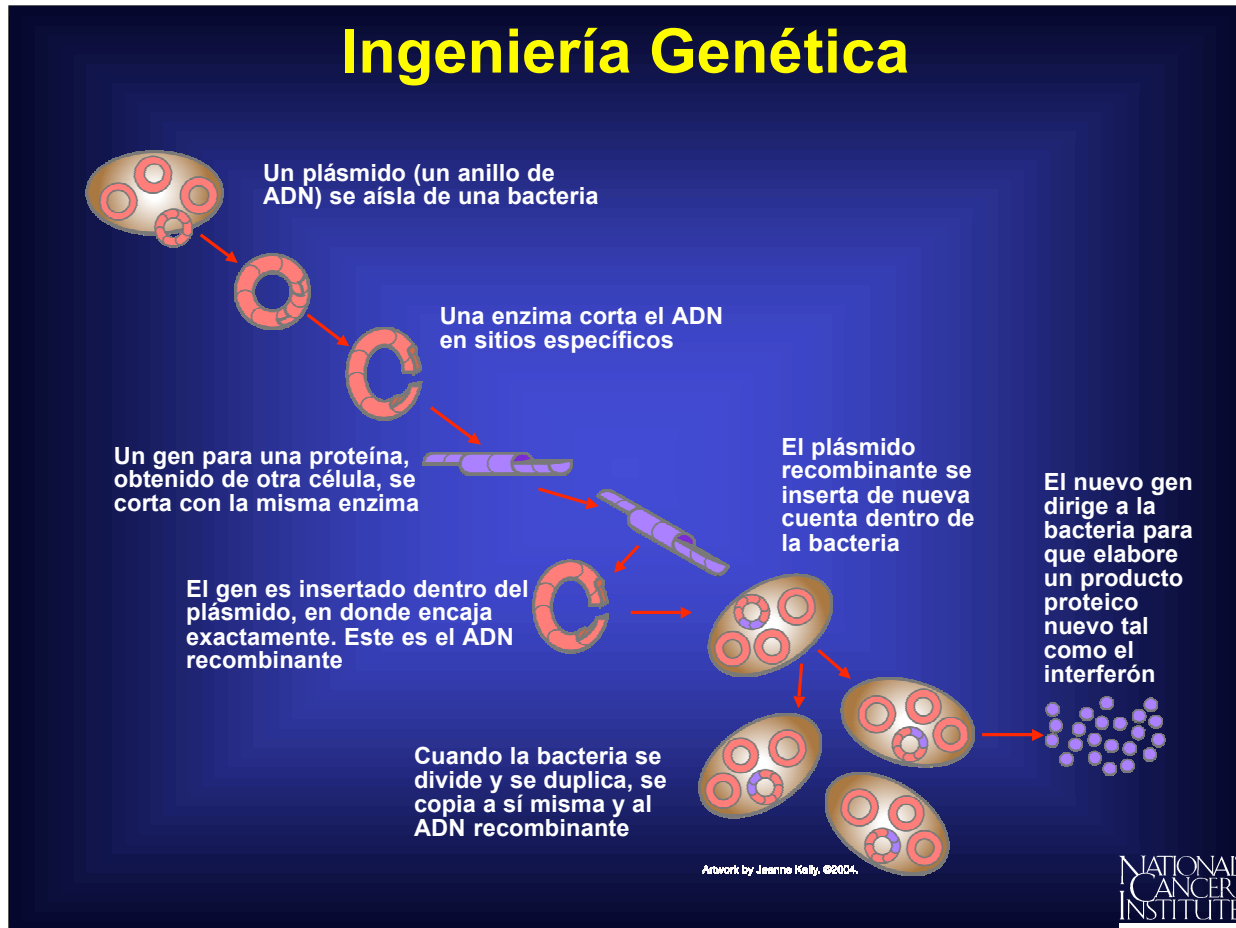
## Tecnología del Hibridoma



Un hibridoma es una célula híbrida producida inyectando un antígeno específico en un ratón, obteniendo una célula productora de anticuerpos del bazo del ratón y fusionándola con una célula inmune cancerosa de larga vida conocida como célula de mieloma. Las células individuales del hibridoma se clonan y se prueban para encontrar aquellas que producen el anticuerpo deseado. Sus muchas clonas hijas idénticas secretarán, por un período largo de tiempo, millones de copias idénticas de los anticuerpos "monoclonales" hechos a la medida.

Gracias a la tecnología del hibridoma, los científicos ahora pueden fabricar cantidades grandes de anticuerpos específicos.

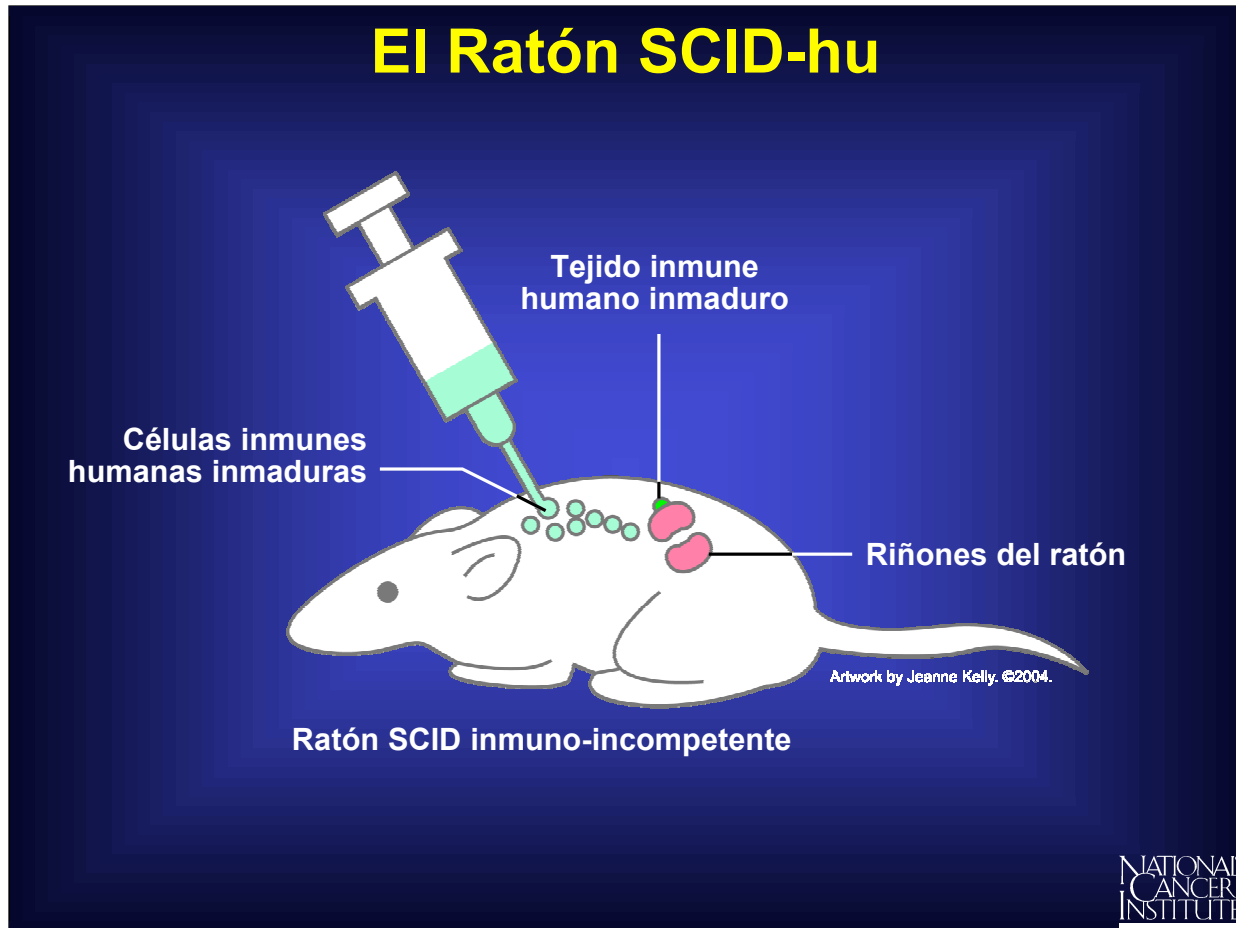
## Ingeniería Genética



La ingeniería genética le permite a los científicos tomar genes—segmentos de ADN—de un tipo de organismo y combinarlos con los genes de un segundo organismo.

De esta manera, organismos relativamente simples, como por ejemplo, las bacterias o levaduras pueden ser inducidos a fabricar grandes cantidades de proteínas humanas, incluyendo los interferones y las interleuquinas. Ellos pueden fabricar también proteínas de agentes infecciosos, como por ejemplo, el virus de la hepatitis o el virus del SIDA, para su uso en vacunas.

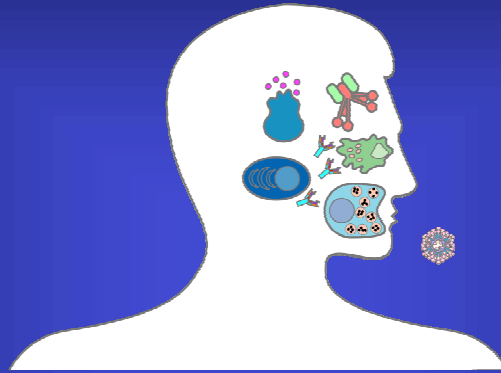
## El Ratón SCID-hu



El ratón con la enfermedad de inmunodeficiencia combinada severa (SCID, por sus iniciales en inglés), el cual carece de un sistema inmunológico propio funcionante, es incompetente para combatir las infecciones o rechazar el tejido trasplantado. Dichos ratones, como los pacientes con SCID, presentan defectos severos en la producción y función de las células T, con defectos en los linfocitos B como un problema primario o secundario y, en algunos casos, también en la producción de células NK.

Por medio del trasplante de tejidos inmunes humanos inmaduros y/o células inmunes a estos ratones, los científicos han creado un modelo *in vivo* que promete ser de inmenso valor para aumentar nuestro entendimiento del sistema inmunológico.

Instituto Nacional del Cáncer  
**Entendiendo al Cáncer y Temas Relacionados**  
**Entendiendo al Sistema Inmunológico**



Artwork by Jeanne Kelly, ©2004.

**Nos gustaría escuchar de usted . . .**

Si tiene alguna pregunta acerca del contenido de estas clases de tutor, sugerencias para nuevos temas u otra retroalimentación sobre el sitio Web, por favor, envíe un correo electrónico ("e-mail") a [kerrigad@mail.nih.gov](mailto:kerrigad@mail.nih.gov).

Si usted tiene alguna pregunta acerca del arte o ilustraciones de estas clases de tutor o si desea obtener permiso para utilizarlos, por favor, envíe un correo electrónico ("e-mail") a [beankelly@verizon.net](mailto:beankelly@verizon.net).

NATIONAL  
CANCER  
INSTITUTE