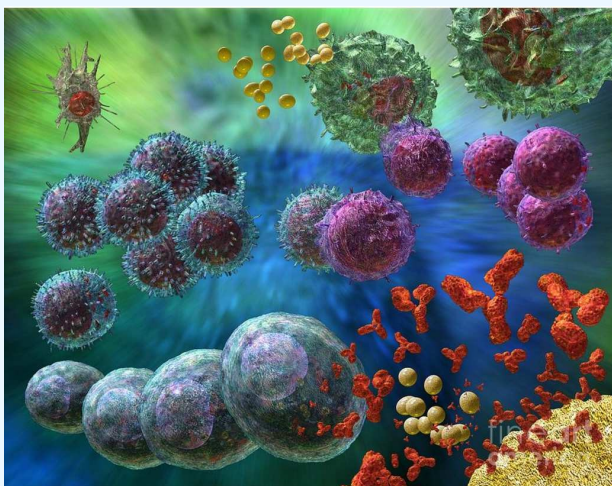


16

Immunoloxía



1. INMUNIDADE : AS DEFENSAS DO ORGANISMO

Concepto de inmunidade.

O sistema inmunitario consta de varias barreiras defensivas

O principal complexo de histocompatibilidade sinala as células propias.

Os antíxenos sinalan axentes estraños

2. A COMPOSICIÓN DO SISTEMA INMUNE

As células SI atópanse nos órganos linfoides

Todas as células SI orixínanse na medula ósea.

Tamén hai moléculas que colaboran na defensa inmune

3. ANTÍXENOS E ANTICORPOS

Os anticorpos son inmunoglobulinas

Os anticorpos reaccionan contra os antíxenos

INMUNOLOXÍA

AS BARREIRAS DEFENSIVAS DO SISTEMA INMUNE

As defensas externas forman a 1a barreira

A segunda barreira é a resposta inmune inespecífica A reacción inflamatoria facilita a fagocitose

A 3a barreira é a defensa específica ou adaptativa

Os linfocitos actúan de forma coordinada e específica

A memoria inmunolóxica garante unha resposta secundaria máis eficiente

4. TIPOS DE INMUNIDADE

As vacinas activan o SI evitando enfermidades infecciosas

5. ALTERACIÓNS DO SISTEMA INMUNE

Coñécense varias enfermidades autoinmunes

Se o SI non funciona, prodúcese a inmunodeficiencia O virus da SIDA destrúe o sistema inmunitario

Os transplantes deben ser compatibles coa SI do receptor.

A alerxia é unha resposta SI esaxerada

O cancro e outras enfermidades pódense tratar con inmunoterapia

Resposta inmune con anticorpos <http://fineartamerica.com>, por Russell Kightley

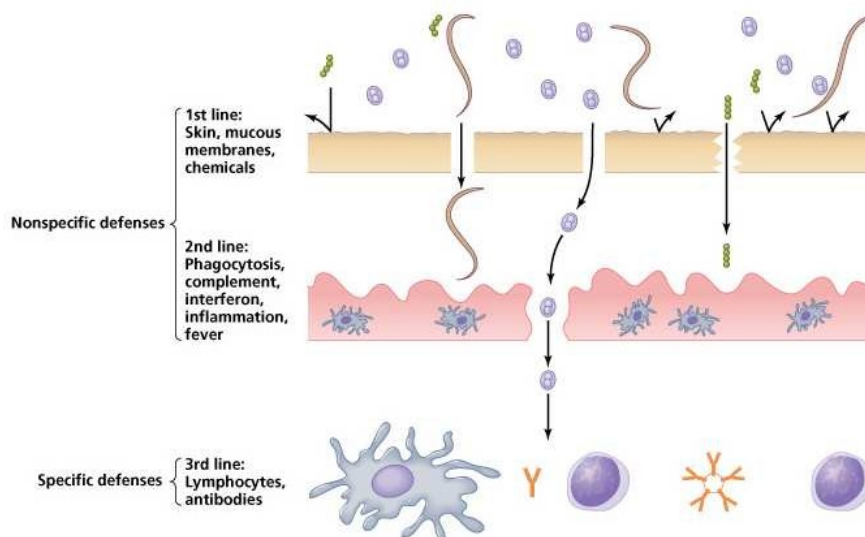
16.1 INMUNIDADE: AS DEFENSAS DO ORGANISMO

A **INMUNIDADE** é o conxunto de mecanismos que un individuo posúe para enfrontarse á invasión de calquera corpo extraño e para facer fronte á aparición de tumores . Isto supón o recoñecemento do propio fronte ao alieo ou extraño (células alteradas) .

A inmunoloxía estuda como o organismo se defende contra as substancias estrañas, como microorganismos patóxenos, pole ou o po, ou mesmo contra as súas propias células modificadas (células cancerosas, danadas, envellecidas...). Todos estes axentes estraños teñen en común que presentan moléculas denominadas **antíxenos**, que son recoñecidos polas nosas células.

O sistema inmunitario consta de varias barreiras defensivas

O sistema inmunitario se organiza nunha serie de barreiras sucesivas que se opoñen á entrada ou á acción do axente extraño.



copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Figura 16.2.Liñas de defensa inespecíficas e específicas. Fonte: [Pearson Educación](#)

Estos mecanismos defensivos poden ser:

Mecanismos de defensa inespecíficos. Resposta inunitaria innata Actúan igual ante calquera substancia e a resposta do sistema é sempre a mesma, mesmo no caso de infeccións repetidas. Son a primeira defensa do organismo

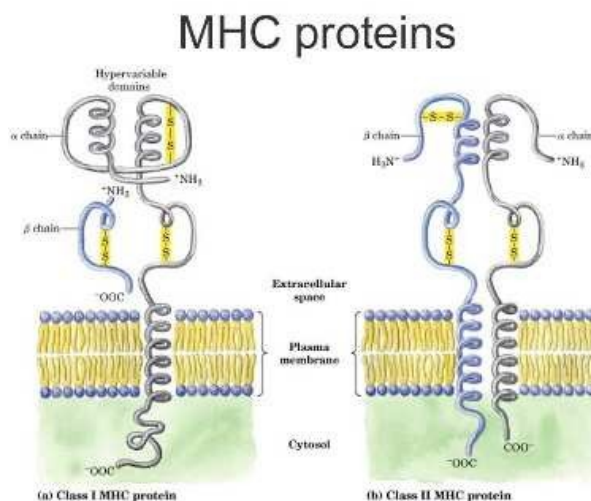
Mecanismos de defensa específicos. Resposta inmunitaria adaptativa ou adquirida. Baséase na capacidade de recoñecer diferentes antíxenos grazas a células especializadas, dotadas de memoria, porque ante as invasións posteriores do mesmo axente, as respostas serán máis intensas e eficaces. As células encargadas son **linfocitos T**, que implican a resposta celular, e os linfocitos B, que producen proteínas chamadas anticorpos ou inmunoglobulinas.

Táboa 16.1.Características das respostas inmunitarias innatas e adaptativas

Resposta innata ou inespecífica	Resposta adaptativa ou específica
non específica para un determinado patóxeno	específica contra un determinado patóxeno
carece de memoria inmunolóxica	ten memoria inmunolóxica
É inmediato	Tarda máis en actuar se non o hai células memoria
macrófagos, células NK, granulocitos	Linfocitos T e B
por fagocitose	resposta humoral e celular
en todos os animais	só nos vertebrados
contra os microorganismos	contra antíxenos

O principal complexo de histocompatibilidade sinala as células propias.

O **complexo maior de histocompatibilidade**, CMH (tamén MHC) é unha familia de **xenes**, presente en todos os vertebrados, que codifican proteínas que forman parte dos **antíxenos de histocompatibilidade**. Estes antíxenos son **glicoproteínas** da membrana celular, cada individuo temos unha combinación única de proteínas CMH e funcionan como unha tarxeta de identidade molecular, que permiten diferenciar as células propias das alleas. Nos humanos hai dous tipos, **CMH I** están presentes en practicamente todas as células, mentres que **CMH II** só se atopan en células especializadas do sistema inmunitario, como macrófagos e linfocitos B, é dicir, en células que xogan un papel importante na resposta específica. Nos humanos, o MHC tamén se denomina HLA (antíxenos de linfocitos humanos).

**Figura 16.3.**Marcadores propios. Glicoproteínas MHC tipo I e II

Os antíxenos sinalan axentes estraños

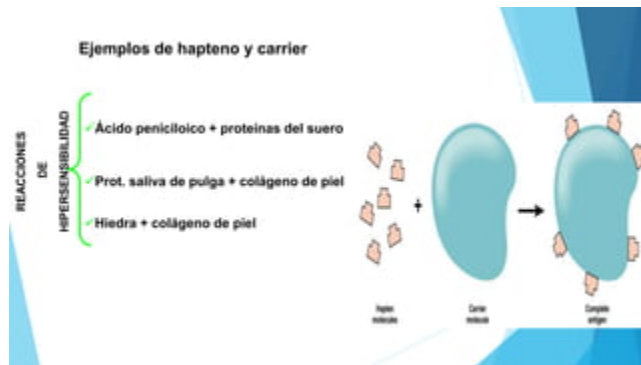
Os antíxenos son substancias capaces de desencadean unha resposta inmune.

Exemplos de antíxenos son microorganismos como virus ou bacterias, veneno de serpe ou incluso células cancerosas.

Para ser recoñecida como tal, unha molécula debe cumprir certas condicións:

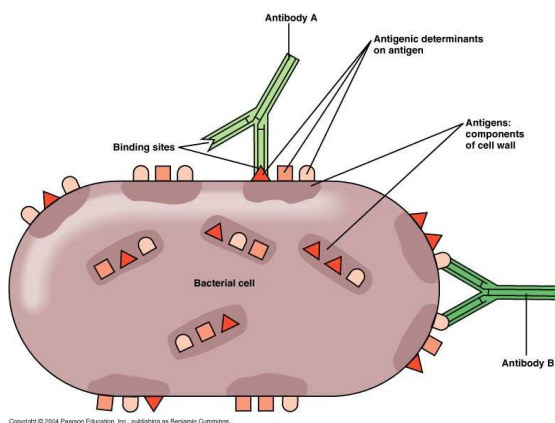
- **Tamaño.** Para ter capacidade antixénica, as moléculas deben ser relativamente grandes. As biomoléculas de baixo peso molecular, como os aminoácidos e os monosacáridos, carecen de capacidade antixénica.

Os **haptenos** son pequenas moléculas con actividade antixénica pero carece de inmunoxenicidade por si mesmos, adquiríndoa mediante a unión a un transportador, normalmente unha proteína.



- **Natureza química.** Diferentes tipos de biomoléculas teñen diferentes capacidades antixénicas. En xeral, as proteínas son mellores antíxenos que os polisacáridos e os polisacáridos que os lípidos e os ácidos nucleicos.

A zona (ou zonas) do antíxeno que se une especificamente a un anticorpo é o **determinante antixénico** ou **epítopo**.



Imaxe 16.4. Bacterias con antíxenos na súa parede, que conteñen diferentes tipos de epítomos. Fonte: <http://cell.ass.midlandstech.edu/carterp/Cursos/bio225/chap17/ss2.htm>

16.2

COMPOSICIÓN DO SISTEMA INMUNITARIO

O Sistema Inmunitario está formado por un conxunto de órganos, células e moléculas dispersas polo organismo.

No sistema linfático, que forma parte do sistema circulatorio, atópanse os órganos linfoides nos que ten lugar a formación, maduración e acumulación das células de defensa do organismo

Órganos linfoides primarios: medula ósea vermella e o timo. Orixínanse e maduran as células do sistema inmunitario.

A **medula ósea vermella**. Enche o tecido óseo esponxoso. É un tecido con células nai hematopoiéticas, que orixinan todas as células sanguíneas. Os linfocitos B tamén maduran na medula ósea.

O **timo** é un órgano situado no pescozo, onde maduran os linfocitos T. O timo comeza a reducirse na adolescencia, aínda que conserva unha actividade residual nos adultos.

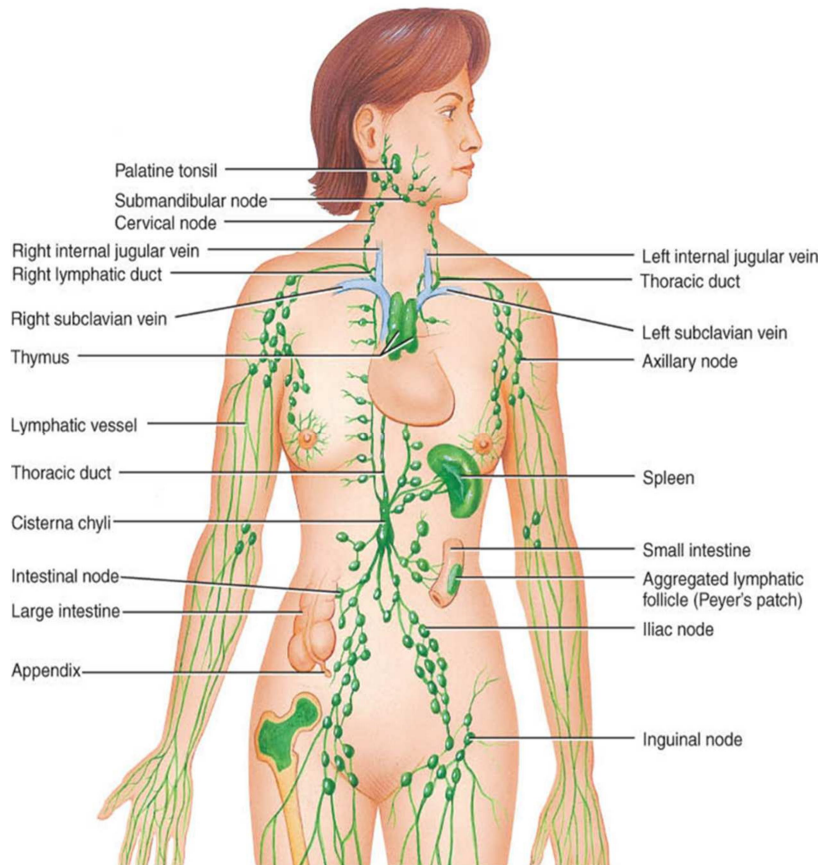


Figura 16.5. Sistema linfático humano, cos seus órganos.

Fonte: <https://www.prem-edhq.com/estructura-da-sistema-linfatico>

Órganos linfoides secundarios. Contéñen os linfocitos xa maduros. Son os ganglios linfáticos, o bazo e o MALT (tecido linfoide asociado a mucosas): as amígdalas, o apéndice, os parches de Peyer (no intestino delgado). Filtran a linfa para a detección e destrución dos de antíxenos.

Todas as células SI orixínanse na medula ósea.

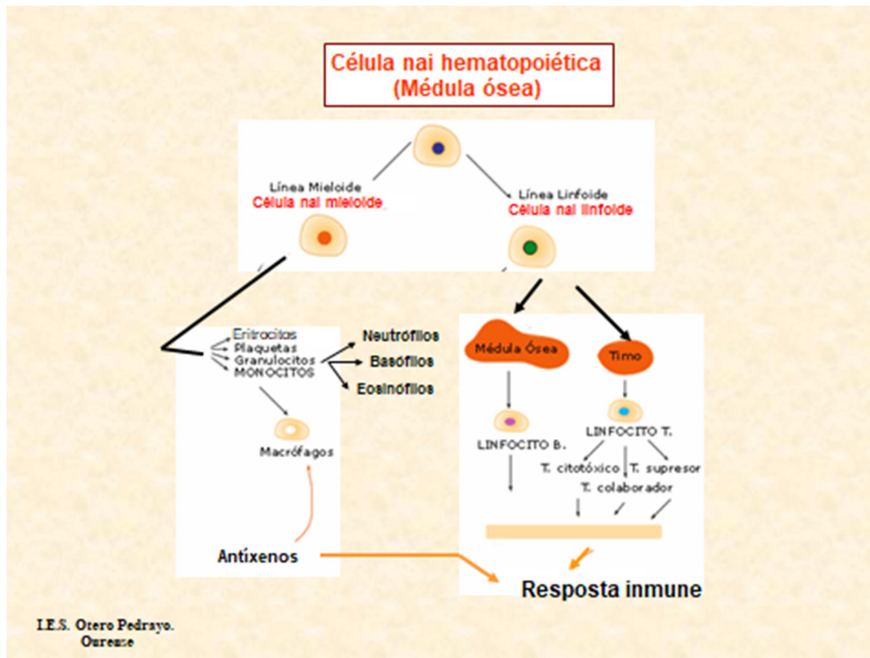
Todas as células do sistema inmunitario derivan de células nai da medula ósea vermella. Considérase que hai dúas liñas principais de diferenciación:

Táboa 16.2. Tipos de granulocitos

Tipo de granulocito	Colorante específico	Porcentaxe	Procesos nos que intervén
Neutrófilos ou micrófagos		60-65 %	Fagocitos Inflamación
Acidófilos ou eosinófilos	Con vermello de eosina	1-3 %	Parasitos, alerxias
Basófilos	hematoxilina	< 1 %	Inflamación, alerxias

1. Células mieloideas. Son células que interveñen principalmente na resposta inmune inespecífica, os granulocitos, e os monócitos e macrófagos).

- Os **granulocitos** ou células **polimorfonucleares**. Son leucocitos con abundantes gránulos no citoplasma e núcleos polilobulados. A composición química dos seus gránulos varía, o que determina que se tingan con diferentes colorantes que lles permiten recoñecer e asignarlle o seu nome, como neutrófilos, eosinófilos ou basófilos.



Imaxe

16.6. Hematopoiese: proceso de formación de células do sistema inmunitario.

- Os **neutrófilos** son os máis abundantes de todos os leucocitos e fagocitan os restos celulares e as bacterias a través de pseudópodos.
 - Os **eosinófilos** actúan en alerxias e infeccións de vermes endoparasitarios (liberan toxinas e fagocitan)
 - Os **basófilos**, os seus gránulos están cargados de histamina e actúan en caso de inflamación e alerxias. A histamina aumenta a permeabilidade dos vasos sanguíneos, facilitando a inflamación e atraendo leucocitos ao sitio. Os **mastocitos** ou son semellantes aos basófilos, conteñen tamén numerosos gránulos de histamina, pero non se atopan no sangue, senón nos tecidos conxuntivos adxacentes.
 - Os **agranulocitos** carecen de gránulos no citoplasma e o núcleo é redondeado, sen lóbulos, son os monócitos e os linfocitos
 - Os **monócitos** (2-10 %) circulan polos vasos sanguíneos, pero poden saír da circulación e converterse en **macrófagos**. Son grandes células fagocíticas que xeralmente chegan ao lugar da infección despois dos neutrófilos e atópanse en todos os tecidos como parte dun sistema de vixilancia inmunitaria. Despois de fagocitar os patóxenos, actúan como células presentadoras dos antíxenos, colocan na súa membrana celular material fagocitado e para que o recoñezan os linfocitos. Similares aos macrófagos son as **células dendríticas** abundantes nas mucosas
- 2. Células linfoides. (20-40 %).** Interven en principalmente na resposta inmune específica, como os linfocitos (T e B). Polas súas características morfolóxicas, inclúense nesta liña as chamadas células asasinas ou NK (natural killer), aínda que actúan na resposta inmune innata.

Os **linfocitos T e B** son agranulocitos cun gran núcleo . Poseen receptores de membrana que recoñecen de xeito moi específico calquera axente estraño ao organismo (antíxeno) que poida atacalos. Os Linfocitos T poden intervir directamente contra os antíxenos e forman a chamada defensa celular, mentres que os linfocitos B producen moléculas que son anticorpos ou inmunoglobulinas, que circulan polos fluídos corporais inhabilitando os antíxenos, polo tanto, os linfocitos B forman a chamadas defensa humoral.

Táboa 16.3.Tipos de linfocitos

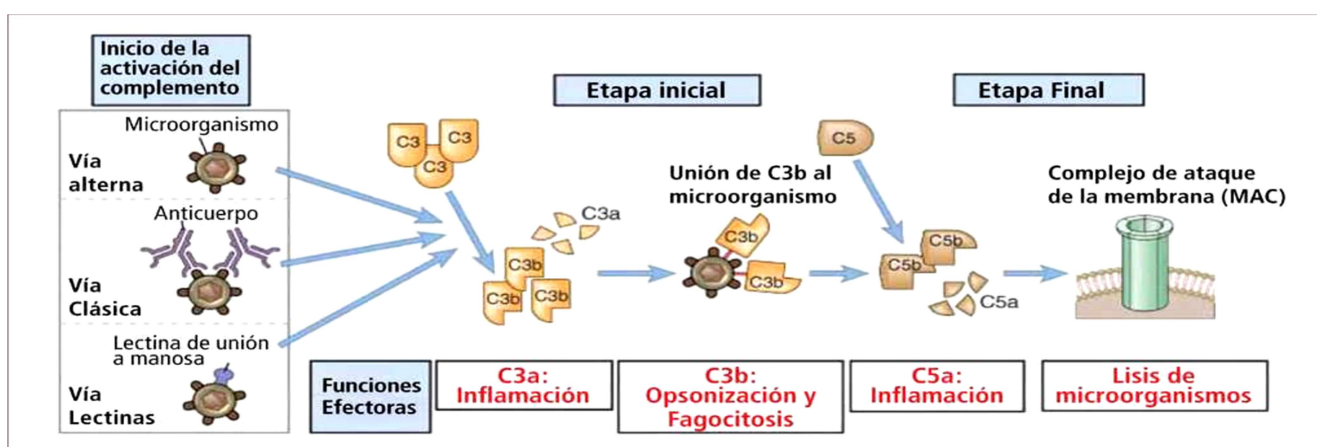
Tipo	Linfocitos B	Linfocitos T
Diferenciación	Médula ósea.	Timo
Resposta	Humoral	Celular
Acción	Células plasmáticas que producen anticorpos	Destruír células infectadas. Cooperar con outras células

As **Células NK** son **inespecíficas**, destrúen as células infectadas por virus o células cancerixenas e mediante substancias citotóxicas que provocan a lise celular.

Tamén hai moléculas que colaboran na defensa inmune.

O **sistema do complemento**. Forma parte da **defensa inespecífica**. Trátase dun conxunto complexo de proteínas (21) do plasma sanguíneo, producidas fundamentalmente no fígado, tamén localmente na inflamación por células do SI.

Actívanse pola rotura (proteólise) da proteína inactiva, que actúan sobre a proteína seguinte,



Revista Médica Clínica Las Condes. 2012;23:446-57

producindo unha **activación en cascada**, amplificándose a resposta.

A posta en marcha do sistema de complemento pódese facer por 2 mecanismos, a vía alternativa e a vía clásica. Xeneralizando, a vía alternativa, desenvólvese en presenza de estruturas estrañas, mentres que a vía clásica actívase como resultado da reacción antíxeno-anticorpo, esta vía sigue sendo inespecífica, xa que se activará da mesma forma, independentemente do tipo de antíxeno.

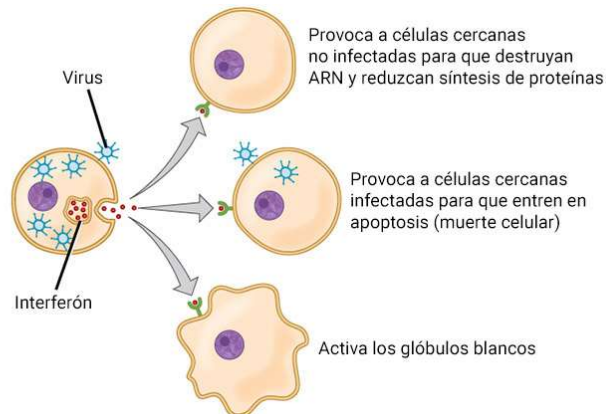
Efectos do complemento:

- Provoca a lise celular por rotura da membrana dos microorganismos.
- Produce a opsonización do microorganismo promovendo a súa fagocitose.
- Contribúe a inflamación .

As **Citoquinas** ou citocinas son pequenas proteínas que interveñen na comunicación intercelular durante a resposta inmune, son producidas fundamentalmente por linfocitos e macrófagos. Entre

elas hai substancias están, por exemplo as interleucinas que inducen ao crecemento e diferenciación de linfocitos, ou o interferón.

O **interferón** é unha glicoproteína producida por células infectadas por virus ou as veces por células tumorais.



É unha especie de sinal de alarma que axuda ás outras células do organismo a resistir o ataque do virus; por exemplo, producen encimas que impiden a replicación dos virus, e potencia a acción das células NK, os macrófagos e os linfocitos T para destruír as células infectadas.

16.3

ANTÍXENOS E ANTICORPOS

Os anticorpos son inmunoglobulinas

Os **anticorpos** son glicoproteínas globulares complexas que se unen especificamente aos antíxenos e reciben o nome de **inmunoglobulinas** (Ig). Son sintetizada polos linfocitos B maduros cando se fan **células plasmáticas**.

Poden ser:

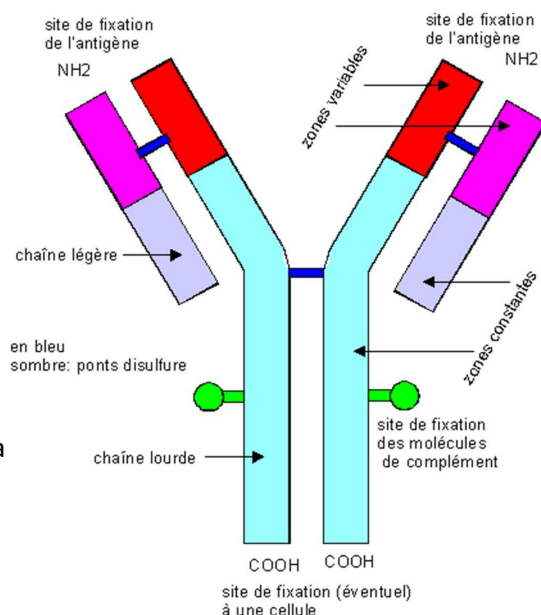
- Anticorpos de membrana ou superficie. Adheridos á membrana dos linfocitos B,
- Anticorpos libres. Son segregados ao exterior da célula, están presentes no sangue, no leite materno, nas bágoas... poden constituír ata o 20% do peso total das proteínas plasmáticas.

A estrutura básica está formada por catro cadeas polipeptídicas: dúas cadeas son máis curtas e chámanse cadeas lixeiras (L) e dúas máis longas son cadeas pesadas (H), que presentan radicais glicídicos. As cadeas están unidas entre si por pontes disulfuro (covalentes e estables) e enlaces non covalentes, dando unha estrutura en "Y" en forma de horquilla.

Existen dous tipos de cadeas L e cinco tipos de cadeas H, que dan lugar ós cinco tipos de inmunoglobulina existentes (A, D, E, G e M).

Imaxe 16.8. Esquema dun anticorpo IgG: con cadeas lixeiras e pesadas, rexión variable (cor violeta e vermella) e rexión constante (cor azul claro e cor morado claro).

A molécula de inmunoglobulina ten dous **rexións** diferentes, unha pequena rexión **variable**, que é responsable da alta especificidade antígeno-anticorpo e presenta dous zonas de unión (**parátopo**) e unha rexión **constante** específica da especie e tipo de inmunoglobulina.



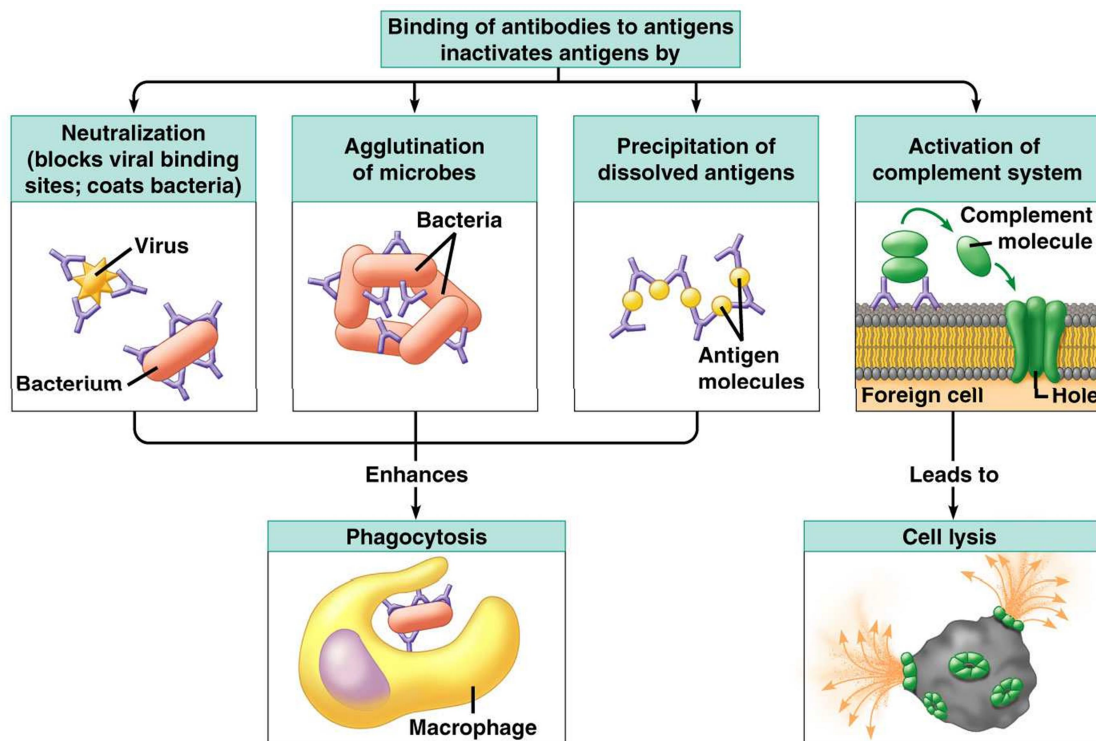
Os anticorpos reaccionan contra os antíxenos

A reacción consiste na unión específica dun anticorpo a un antíxeno, ambas moléculas recoñécense entre si porque son complementarias e realízase mediante enlaces débiles. A reacción caracterízase pola súa especificidade, rapidez, espontaneidade e reversibilidade.

Acción dos anticorpos:

A **neutralización**. Prodúcese pola unión do anticorpo ás partes do antíxeno implicadas na súa actividade, por exemplo a zona onde un virus se une á célula, evitando que entre xa que non pode unirse á célula. Outro exemplo sería a neutralización das toxinas pola unión do anticorpo á toxina.

A **aglutinación** forman agregados celulares, xa que o anticorpo ten 2 sitios de unión e pode unirse a 2 células, polo que se hai moitos anticorpos, uníranse moitas células. Estes agregados formados evitan que os patóxenos ataquen outras células e favorecen a acción dos fagocitos. É a reacción que se produce nas transfusións de sangue.



Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

Imaxe 16.9. Diferentes tipos de reacción de anticorpos. Fonte: [Pearson Education 2005](#)

A **precipitación** ocorre cando os antíxenos son solubles, os anticorpos poden reunir varios antíxenos formando unha estrutura máis grande e insoluble que precipita e é fagocitada.

A **opsonización** é un proceso que facilita a fagocitose ou a lise dos patóxenos rodeados de anticorpos, que actúan sinalizando os mesmos. Este proceso tamén se denomina fagocitose mediada por anticorpos.

Activación do **complemento**

As defensas externas forman a primeira barreira

A **pel** intacta é insuperable para microorganismos e virus porque:

- Está protexida cunha barreira física de **queratina**, que provén das células epiteliais superficiais mortas. A descamación impide que os microorganismos se asentem
- As secrecións de suor e graxa proporcionan un **pH** lixeiramente **ácido** o que dificulta a supervivencia da maioría dos microorganismos.

As aberturas naturais do corpo, como os ollos femininos, o nariz, a boca, o oído, o ano ou a vaxina, que son puntos de entrada potenciais para microbios, están protexidas por epiteliol humedecidos chamados membranas mucosas.

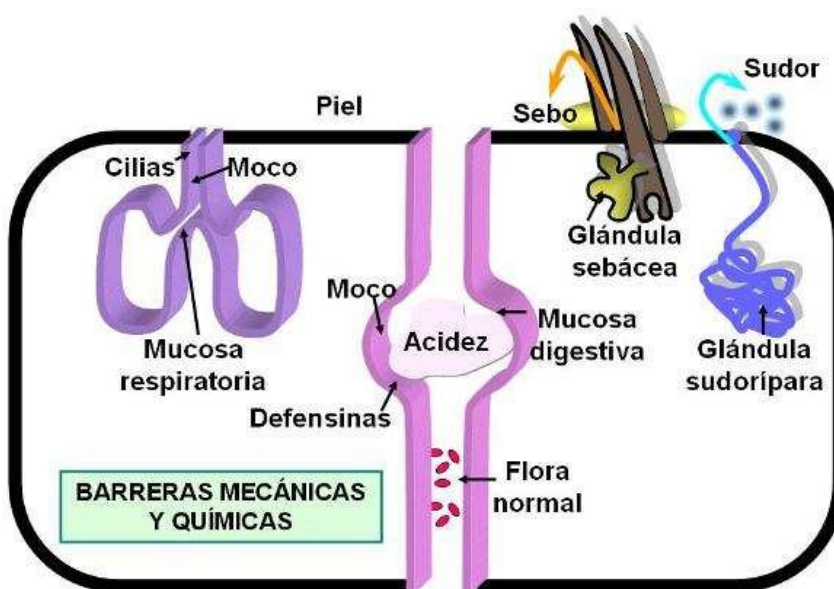
- Estes epiteliol da mucosa son brandos, carecen de queratina, pero están cubertos de **secrecións** como moco, saliva, bágoas, que teñen unha función protectora e illante, conteñen substancias antimicrobianas, como **lisozima** de bágoas.

As secrecións mucosas da árbore respiratoria inclúen partículas estrañas e movemento de **cilios** lévaos á cavidade bucal, evitando o paso de microbios e substancias estrañas aos pulmóns.

- O pH ácido do estómago e a acción enzimática dos zumes gástricos e intestinais destrúen numerosos microorganismos no corpo.

- Ademais, a pel e as mucosas, especialmente as que recubren o aparello dixestivo, están poboadas por a **flora bacteriana** ou microbiota que contribúe á defensa, competindo polos nutrientes esenciais ou producindo substancias que inhiban o crecemento de axentes estraños potencialmente patóxenos.

En resumo, as defensas externas actúan por **mecanismos físicos**, que bloquean a entrada de xermes, como fai a pel; **mecanismos químicos** con valores de pH baixos ou pola acción de lisozimas; e **mecanismos biolóxicos** coa intervención da flora microbiana, que non permite o asentamento de microorganismos foráneos.



Imaxe 16.12. Algunhas formas de defensas externas.
 Fonte: http://www.xenoma_sur.com/BCH/BCH_book/capitulo_08.htm

A segunda barreira é a resposta inmune inespecífica

A segunda barreira de defensa está formada por un conxunto variado de **células** de defensa inespecíficas axudado por moléculas especializadas, como o **interferón** ou o **sistema do complemento**, que atacan ou colaboran na destrución de patóxenos. As células son os granulocitos: fundamentalmente neutrófilos, os monocitos (macrófagos ou células dendríticas) e tamén as células NK.

O tipo de acción ou resposta desta barreira é inmediata e as células que actúan non precisan dunha activación previa. A resposta chámase inespecífica ou innata, e xeralmente resólvese fagocitando o invasor e eliminándoo.

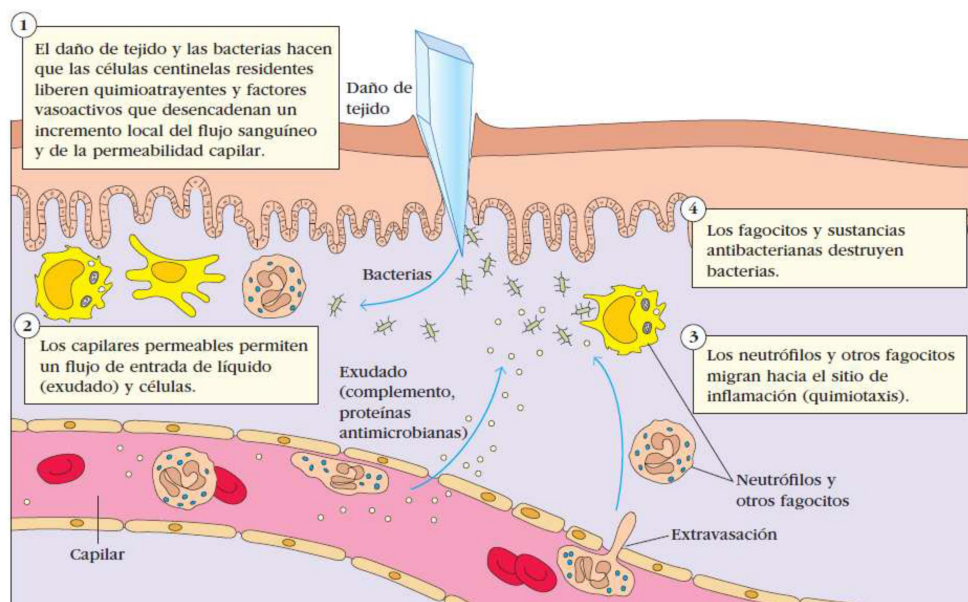
A reacción inflamatoria facilita a fagocitose

A **inflamación** (de inflammatio, que significa acender, facer lume) é a resposta inespecífica, ao dano dos tecidos ou á presenza dun axente extraño no organismo. Os signos de inflamación son: rubor, inchazón, dor, calor e algunhas veces pus:

- 🚩 **Rubor** debido principalmente aos fenómenos de vasodilatación sanguínea.
- 🚩 **Inchazón** debido ao aumento do líquido intersticial e á formación de edema.
- 🚩 **Calor** ou aumento da temperatura da zona inflamada. Débese á vasodilatación
- 🚩 **Dor** que aparece como consecuencia da liberación de substancias que excitan as terminacións nerviosas da zona

As células da zona afectada, xunto cos mastocitos (ou células cebadas), liberan substancias mediadoras como histamina, que provocan a **vasodilatación** capilar, e un aumento da **permeabilidade capilar**, que acelera a entrada de máis células do sistema inmunitario á zona.

En consecuencia, a parte inflamada incha, arróibase e a temperatura sobe localmente.



Imaxe 16.13. A reacción inflamatoria

Os neutrófilos e monocitos que circulan polos capilares son atraídos por **quimiotaxis**, e saen

fóra dos vasos sanguíneos, un fenómeno coñecido como **diapédesse**.

A acción dos neutrófilos e macrófagos que acceden á zona danada permítelles fagocitar os axentes invasores, a fagocitose ven facilitada polo **sistema de complemento**.

A acumulación de fagocitos vivos ou mortos xunto cos cadáveres de microbios e o soro sanguíneo exudado forman o pus.

As citoquinas producidas polas células inmunitarias actúan no hipotálamo causando a febre, que activa o metabolismo dos macrófagos e inhibe a división bacteriana.

A terceira barreira é a defensa específica ou adaptativa

Se os microbios ou substancias estrañas non foron eliminadas pola 2ª barreira, actúa a terceira barreira, que é a resposta inmune ou adaptativa que diferencia a uns invasores doutros e loita por dúas vías, a humoral e a celular.

Os linfocitos B. Producen **anticorpos** responsables da resposta inmune **humoral**. Chámanse así porque nas aves maduran nun órgano chamado bolsa de Fabricio, aínda que nos mamíferos fórmanse e maduran na medula ósea vermella

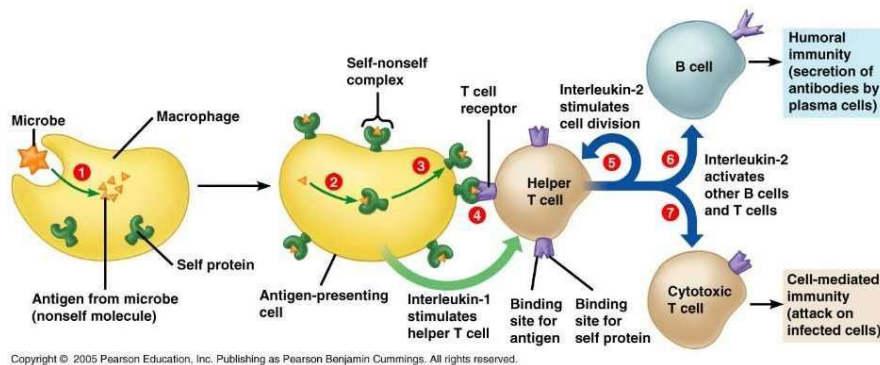
Os **linfocitos T**. Responsables da resposta inmune **celular**. Maduran no timo. Coñécense tres tipos de linfocitos T: os linfocitos T citotóxicos (Tc), os linfocitos T auxiliares (Th), e os linfocitos T supresores (Ts).

As características básicas da resposta inmune específica son:

- Especificidade da resposta** contra un determinado antígeno. O recoñecemento é a nivel molecular, depende dos receptores de membrana existentes en cada tipo de linfocito, que se unen especificamente a un único antígeno.
- Diversidade de anticorpos e linfocitos**. Dado que hai un número moi elevado de antígenos diferentes, debe haber unha gran diversidade de linfocitos. Estímase que hai entre 10^9 - 10^{15} clons de linfocitos, cada clon ten un receptor de membrana específico contra un antígeno.
- Clonalidade**. Cando un linfocito se activa, multiplícase e orixina un clon ou liña celular, é dicir, fanse numerosas copias dunha mesma célula que presentan os mesmos receptores de membrana, todos eles loitarán contra o mesmo antígeno.
- Autorecoñecemento**. O sistema inmunitario ten a capacidade de diferenciar os compoñentes propios, de elementos estraños ou non propios. Polo tanto, as células do sistema inmunitario son capaces de distinguir as súas propias células e non destruílas. Durante a fase embrionaria do organismo hai un proceso de selección clonal, elimínanse todos os linfocitos que produzan anticorpos contra os autoantígenos.
- Memoria**. Despois de ser activados por un antígeno, parte dos linfocitos clonados van quedar como **células memoria** que permiten unha resposta moito máis rápida ante un novo contacto co antígeno. Isto permite que as persoas sexan inmunes a enfermidades infecciosas que xa padeceron, como a varicela; porque o sistema inmunitario recoñece o virus e a resposta inmune é moi rápida e eficaz. As vacinas baséanse nesta característica.
- Autolimitación**. Disminúe a súa resposta ao antígeno a medida que vai sendo eliminado

Células presentadoras de antígenos

Os **macrófagos**, as **células dendríticas** e os **linfocitos B** son células cun complexo maior de histocompatibilidade (MHC) tipo II e actúan como **células presentadoras de antíxenos (CPA)**. Este tipo de células poden fagocitar un axente extraño e dixerilo, os fragmentos do antíxeno móstranse situados no MHC II da membrana celular e son recoñecidos normalmente por receptores de membrana dos linfocitos **T (Th) axudante ou colaborador** (CD4) que se activan, activando aos linfocitos B e producindo interleucinas que activan a proliferación e maduración de linfocitos B e Th. As interleucinas tamén son producidas polos macrófagos.



Imaxe 16.14. Coordinación dos linfocitos na resposta inmune específica. Fonte: [Pearson Educación](#)

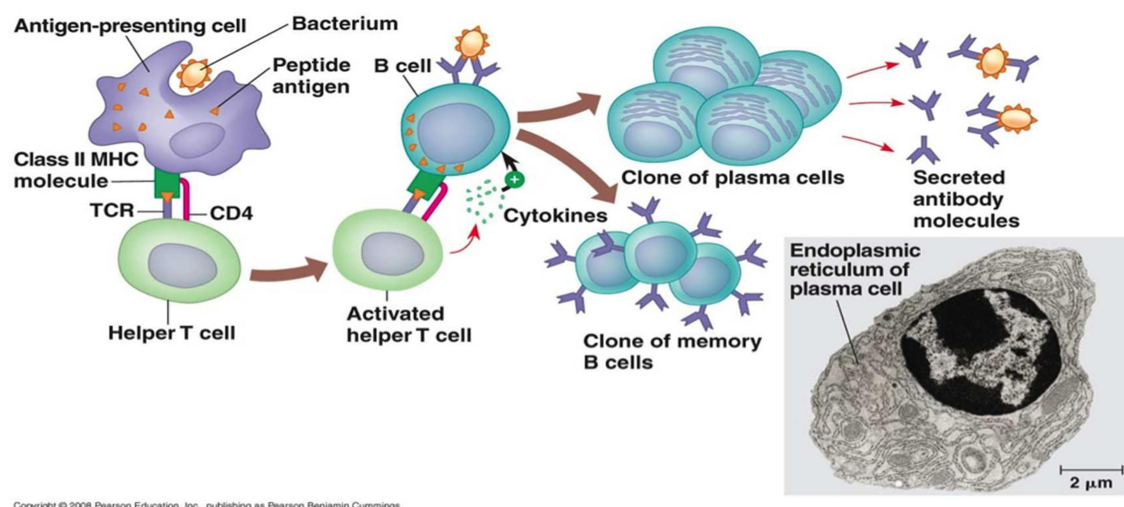
Resposta imune humoral

Depende de los linfocitos B mediante la secreción de anticuerpos.

Os linfocitos B teñen anticorpos na membrana (BCR) para recoñecer directamente o antíxeno e activarse; pero normalmente a activación é dependente dun linfocito Th . O linfocito Th activado ao recoñecer o antíxeno presentado polo linfocito B, libera interleucinas que activan ao linfocito B

Os linfocitos B activos multiplícanse formando **células plasmáticas** moito maiores e cun RER moi desenvolvido, onde se van a formar as proteínas que logo irán ó Aparello de Golgi a formar os anticorpos que serán segregados. Os anticorpos son moléculas solubles que entran no plasma sanguíneo, recoñecerán o antíxeno específico e uniranse a el, por iso falamos de **defensa humoral** específica.

Os linfocitos B activado darán lugar tamén a células de memoria que manteráse en reserva, durante moitos anos ou incluso toda a vida, para responder eficazmente á reaparición do antíxeno.



Imaxe 16.15. Mecanismo de acción dos linfocitos B. Fonte: Pearson Educación

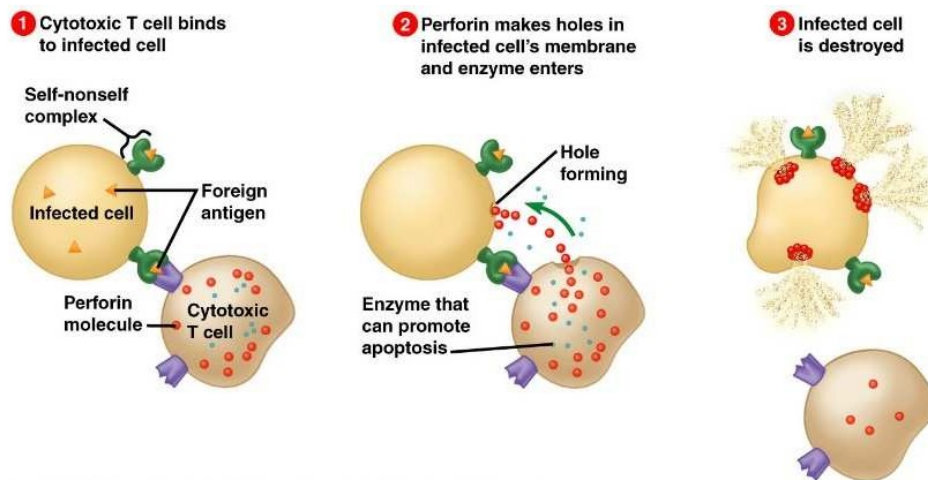
Resposta inmune celular

Os **linfocitos T** só se activan se entran en contacto con células presentadoras dos antíxenos. Coñécense tres tipos de linfocitos T: os linfocitos T auxiliares ou auxiliares (Th) dos que xa falamos, os linfocitos T citotóxicos (Tc) e os linfocitos T supresores (Ts).

Os **Linfocitos Tc citotóxicos** (CD8) actúan directamente sobre células diana que poden ser células infectadas por virus, células cancerixenas, ou células procedentes dun transplante polo que falamos de defensa celular específica. Todas estas células levan antíxenos unidos aos **HCM tipo I** que o Tc pode recoñecer. Ao unirse ao antíxeno os linfocitos clónase e segrega perforina, que é un tipo de proteína que perfora a membrana da célula infectada.

As **perforinas** provocan cambios no equilibrio osmótico, provocando a lise celular, ademais, as células Tc liberan encimas que introdúcense na célula e inducen a morte, **apoptose**, da célula infectada. Unha vez activados, tamén formarán Tc memoria para permanecer alerta en caso de invasións posteriores.

Os **linfocitos Ts** actúan na fase final da resposta inmune específica, suprimindo a actividade dos linfocitos T e B unha vez que o antíxeno foi eliminado.



Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

Imaxe 16.16. Mecanismo de acción dos linfocitos Tc. Fonte: [Pearson Educación](#).

A memoria inmunolóxica garante unha resposta secundaria máis eficiente

Cando se recoñece un antíxeno por primeira vez, a resposta inmune chámase primaria, provocando a formación de anticorpos e linfocitos T e B de memoria. Estas células de memoria persistirán nos tecidos linfoides durante meses ou anos e manterán a súa capacidade para recoñecer o antíxeno. Cando o mesmo antíxeno entra de novo no corpo e é recoñecido polas células da memoria, iníciase rapidamente **resposta secundaria**, esta resposta será moito máis **rápida** e **eficaz** que primaria.

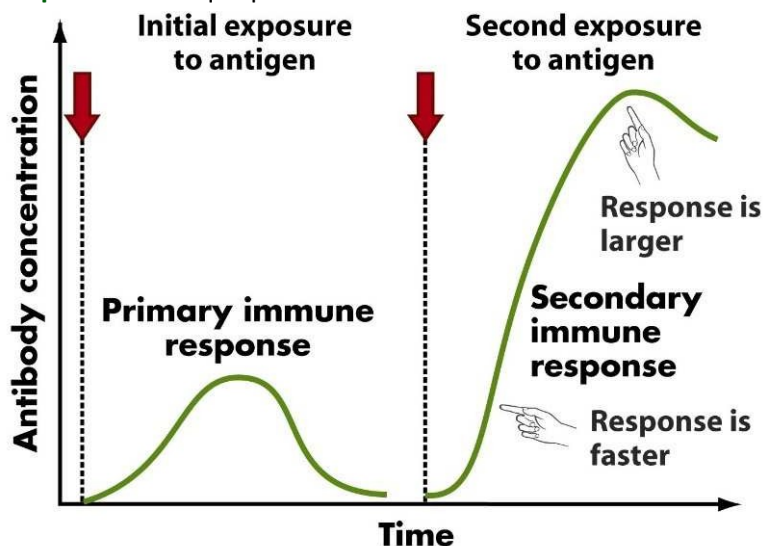


Figure 49-16 Biological Science, 2/e
© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Imaxe 16.17. Respostas inmunitarias primarias e secundarias.
Fonte: [Pearson Educación](#)

Como se pode ver na **Fig 1** a resposta secundaria tarda menos días en formar os anticorpos, e a cantidade de anticorpos sintetizados é moito maior e máis sostida no tempo, mentres que ao final da resposta primaria os anticorpos desaparecen pronto. Na resposta primaria dende a entrada do antíxeno pasan varios días ata que se forman anticorpos, polo que o microbio ten tempo para reproducirse, propagarse e producir síntomas. Non obstante, a rapidez da resposta secundaria non dá tempo ao microbio para reproducirse, propagarse ou producir síntomas. Unha vez que un individuo pasou unha enfermidade, é inmune a ela sempre que teña células de memoria.

16.5

TIPOS DE INMUNIDADE

A inmunidade, como a capacidade do corpo para defenderse ou resistir elementos estraños, pódese conseguir de forma natural, pero os avances médicos permiten que se consiga con máis rapidez e seguridade mediante métodos artificiais.

Inmunidade natural ou innata pode ser:

- Activa significa padecer a enfermidade e obter de forma natural células de memoria.
- Pasiva sen intervención do seu sistema inmunitario, pero os anticorpos obtéñense da nai a través da placenta ou do leite materno.

Inmunidade artificial. Conséguese mediante a intervención humana.

- É activa se se intervén o sistema inmunitario do individuo, isto faise a través da **vacinación**. A vacinación é unha forma de inmunización activa e duradeira, que estimula as defensas inmunitarias fronte a determinados patóxenos ou substancias nocivas, sen desenvolver realmente a enfermidade.
- É pasiva, cando o sistema inmunitario non está activado; Realízase a través da administración de **soros** (soroterapia), que son preparados artificiais que conteñen anticorpos extraídos do sangue dos animais aos que se lles administrou previamente o antíxeno. Os efectos dos soros son inmediatos, pero non son duradeiros e unha vez consumidos os anticorpos, o efecto desaparece.

As vacinas activan o SI evitando enfermidades infecciosas

A **vacinación** é unha medida preventiva que busca que o propio organismo produza anticorpos e células de memoria contra unha determinada enfermidade, para que a resposta inmune secundaria ante unha posible infección sexa máis rápida e eficaz..



Imaxe 16.18. Tipos de inmunidade.

Para que unha vacina sexa comercializada, debe cumprir dous requisitos: ter a capacidade inmunoxénica de provocar unha resposta inmune eficaz, e ao mesmo tempo ser segura, para non reproducir a enfermidade nin provocar efectos secundarios indesexables.

①

Vector viral

Inyecta un virus diferente y menos dañino que contiene los genes de la proteína espiga del coronavirus, para generar una respuesta inmunitaria

Vacunas que usan este método: Oxford AstraZeneca, Gamaleya (SputnikV)



Incapacidad de réplica: no se puede propagar



Capacidad de réplica: puede replicarse hasta cierto punto

②

ARN/ADN

Inyecta parte del código genético del virus en el cuerpo, para que produzca la proteína espiga del virus, generando así una respuesta inmunitaria

Vacunas usan este método: Pfizer, Moderna



ARNm (con modificaciones) o una codificación de proteínas de espiga por autoduplicación de ARN



Plásmido de ADN

Hai diferentes tipos de vacinas :

- **Tradicionais:** vivas atenuadas (conteñen microorganismos vivos pero debilitados que se reproducen no individuo vacunado e causan unha infección moi limitada), inactivadas (microorganismo morto) .

- **Nova xeración:** de subunidades, recombinantes, vacinas de ARN

Imaxe. Tipos de vacinas COVID

16.6

ENFERMIDADES INFECCIOSAS

- As **enfermidades infecciosas** son causadas por **microorganismos patóxenos** ou substancias producidas por eles. Estes seres microscópicos poden estar formados por unha ou varias células ou incluso ser acelulares.
- As **enfermidades non infecciosas** inclúen lesións e trastornos en tecidos ou órganos que alteran o seu funcionamento, pero **non son transmisibles**, xa que non están provocados por microorganismos patóxenos.

Hai unha diferenza entre unha infección e unha enfermidade. A infección, é o primeiro paso, ocorre cando os microorganismos patóxenos entran no corpo e comezan a multiplicarse.

En resposta á infección, o sistema inmunitario entra en acción, por exemplo, para defenderse dun resfriado, é probable que o corpo reaccione con febre, tose e estornudos.

A enfermidade infecciosa ocorre cando as células do corpo están **danadas** como resultado da infección é, polo tanto, aparecen **signos e síntomas** que traducen tanto o dano causado polo microorganismo patóxeno como o resultado da inflamación resultante producida pola resposta do hóspede.

As relacións establecidas entre o hóspede e os microbios son dinámicas e poden cambiar as súas características co paso do tempo. É relativamente común que algúns micobios que forman parte da biota normal aproveiten os estados de debilidade do individuo no que se atopan e transfórmense en **patóxenos oportunistas**. Ou co paso dos anos un microorganismo patóxeno pode perde virulencia e pasa a unha relación comensal.

Microorganismos patóxenos

Poden ser : virus (príons), bacterias, protozoos, fungos, helmintos (pluricelulares).

- **Protozoos.** Inclúen parasitos como o plasmodio que causa a malaria ou o tripanosoma que causa enfermidades do sono. Nos dous casos transmítense a través do vector: o mosquito e a mosca tsé-tsé

respectivamente. Toxoplasma, **zoonose** que pode transmitirse por feces de gatos

- **Fungos.** Tamén poden causar enfermidades como dermatomicoses que afectan á pel (pé de atleta) ou a candidiase vaxinal.
- **Bacterias.** Son as causantes de gran parte das enfermidades

Gram positivas: Ex: Mycobacterium (tuberculose), Streptococcus (meninxite)

Gram negativas: Ex: Vibrio (cólera), Treponema (sífilis), Escherichia coli (forma parte da microbiota intestinal, pero en ocasións produce gastroenterites)

Os **micoplasmas** son pequenas células procariotas sen paredes celulares, sempre son parasitos dos vertebrados. Ex: neumonía atípica

- **Helmintos parásitos.** Ex: oxiuros, gusanos intestinais; tenia...

Fases das enfermidades infecciosas

A enfermidade infecciosa-contaxiosa comeza cando un microorganismo patóxico invade o hóspede. As enfermidades infecciosas poden dividirse en cinco fases xerais.

1. Período de incubación: Tempo entre a entrada do axente e a aparición dos primeiros síntomas. Aquí o patóxico pode multiplicarse e estenderse polas zonas de ataque. A duración desta fase depende da enfermidade.

2. Pródromo: etapa de sintomatoloxía inespecífica caracterizada por **síntomas xenéricos** ou típicos dunha infección, como dor abdominal, febre, dor de cabeza, fatiga, malestar xeral, etc. Non todas as infeccións presentan esta fase.

4. Período de desenvolvemento: a enfermidade desenvólvese e aparecen signos e **síntomas máis específicos** e característicos da enfermidade respectiva. Esta etapa caracterízase pola replicación ou multiplicación activa do patóxico e o seu número alcanza un pico exponencial, moi frecuentemente nun período de tempo moi curto. Os síntomas son moi pronunciados, tanto específicos do órgano afectado como en xeral debido á forte reacción do sistema inmunitario.

5. Convalecencia: desenlace da enfermidade, é dicir, se o organismo consegue eliminar o patóxico se recupera, ou se a enfermidade progresa pode causar a morte.

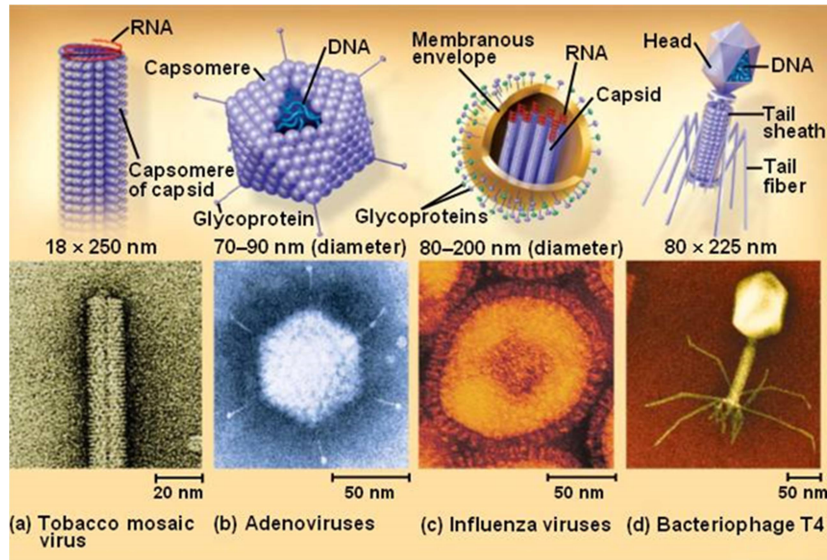
16.7 VIRUS

Son partículas microscópicas **acelulares** formados por un **ácido nucleico asociado a proteínas** que non teñen metabolismo propio, polo que non se consideran seres vivos. Son **parasitos intracelulares** obrigados, só son capaces de multiplicarse mediante a maquinaria da célula hóspede. Cando están fóra das células son inertes e chámanse virións ou partículas víricas. Son moito máis pequenos que as células, só visibles co microscopio electrónico

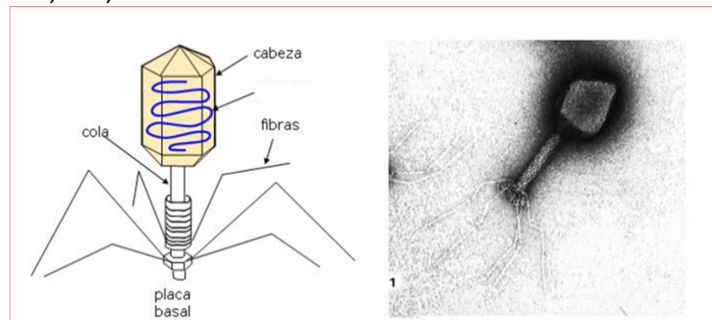
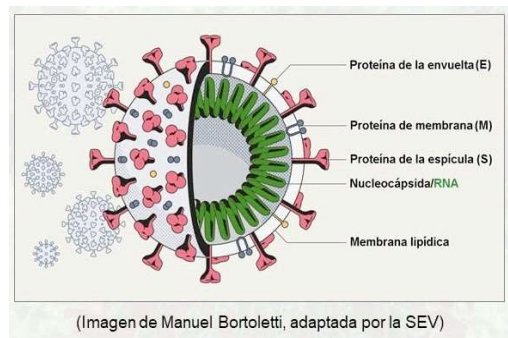
Composición e estrutura.

Ácido nucleico: ADN ou ARN, nunca os dous. A cadea pode ser aberta ou pechada, monocatenaria ou dobre. O ácido nucleico contén a información para a replicación do material xenético, a síntese de proteínas virais e as necesarias para a súa multiplicación. Os coronavirus e os retrovirus teñen ARN, e os bacteriófagos adoitan ter ADN.

Cápside. Cuberta proteica formada por proteínas globulares que se repiten chamadas capsómeros. Envolve ao ac. nucleico formando a nucleocápside. Pode ser helicoidal (SARS-COV-2), icosaédrica (herpesvirus, arrefriado) ou complexa (bacteriófagos).



Envoltura: Cuberta membranosa que procede da membrana plasmática da célula hóspede parasitada. Nela se insertan glicoproteínas virais chamadas espículas, que lle serven para unirse aos receptores da célula. Só aparece nalgúns virus. Ex: virus da gripe, varíola, VIH, etc.



Os virus pódense clasificar segundo o tipo de cápside, ácido nucleico, célula parasitada, ..

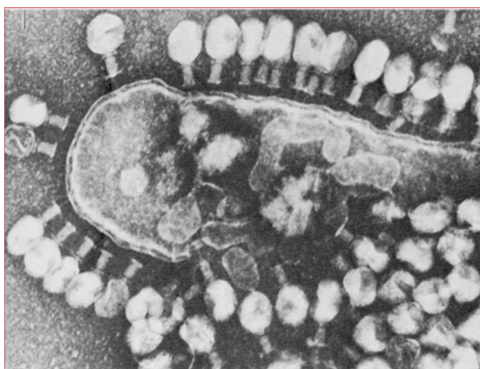
Ciclos de vida.

Só teñen función de reprodución. O ciclo de vida viral require dunha célula hóspede da que obter o material e a enerxía para sintetizar novos ácidos nucleicos e capsómeros.

O ciclo vital pode ser:

CICLO LÍTICO (bacteriófago).

O virus utiliza unha célula hóspede para replicarse e despois cando as partículas do virus están maduras saen da célula destruíndoa.



- **Fase de fixación ou adsorción** do fago. Hai receptores específicos na superficie das bacterias ás que se une o fago.

- **Fase de penetración:** perfora a parede bacteriana mediante lisocimas da placa basal. Contrae a cola e introduce o ADN polo orificio formado (vaíña contráctil).

A penetración nos **virus animais** realízase normalmente por endocitose mediada por receptor. No caso das **plantas** pode ser por vectores (insectos), feridas ou plasmodesmos (dunha célula a outra)

- **Fase de eclipse:** prodúcese unha gran actividade metabólica. O fago utiliza a maquinaria biosintética da bacteria para producir moitas

copias do ácido nucleico (replicacións) e da cápside, así como outros compoñentes virais, se os houbese.

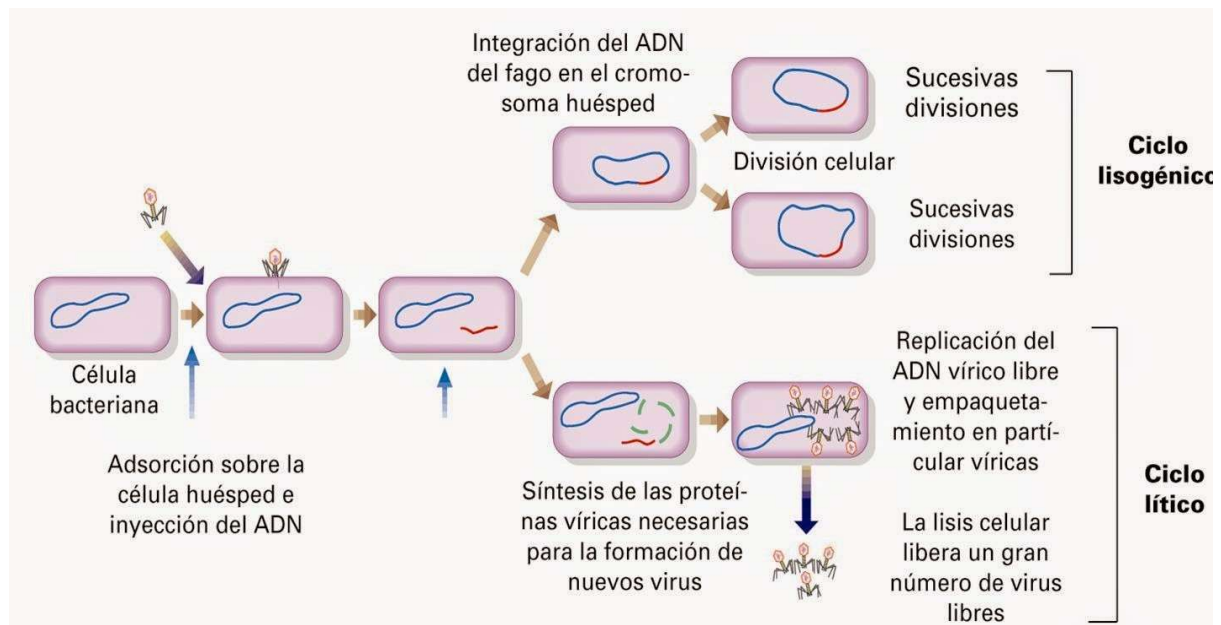
- **Fase de montaxe:** Os compoñentes sintetizados ensámblanse.

- **Fase de lise ou liberación:** rotura da célula por encimas líticos que permite a saída dos virións formados.

CICLO LISÓXÉNICO

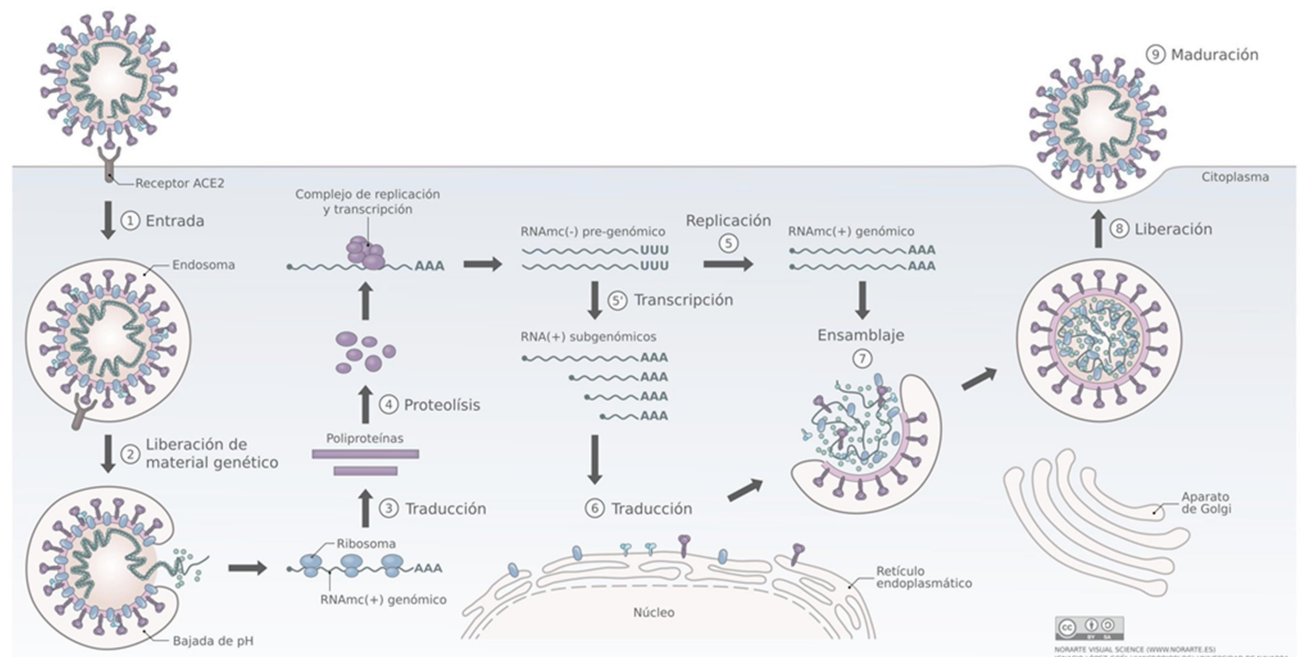
Os virus non destrúen a célula, o ADN viral vai incorporarse ao ADN da célula. A célula parasitada chámase célula lisóxénica e os virus, **virus atenuados ou profagos**.

O ADN do profago pode permanecer latente durante varias xeracións na célula hóspede, ata que un estímulo (radiación, determinadas substancias químicas...) induce a separación do ADN do profago, o que iniciará un ciclo lítico típico. Ex de virus que poden ter este tipo de ciclo: herpesvirus, ou VIH



O CICLO REPRODUTIVO DO CORONAVIRUS SARS-COV-2 CAUSANTE COVID-19 1.

Ciclo del coronavirus SARS-CoV-2



Partículas infecciosas subvirais: viroides e príons.

Viroides: son partículas infectivas des de ARN monocatenario, pequenas, circulares e sen revestimento proteico, capaces de infectar células vexetais.

Príons: Son pequenas partículas infecciosas **compostas por proteínas**. Son proteínas coa mesma estrutura primaria que a forma "normal" pero cunha estrutura terciaria diferente. Son capaces de inducir ás proteínas "normais" da célula a adoptar a forma espacial do príon. Tamén pode nalgúns casos, que a forma normal convértese espontaneamente na forma patolóxica, sexa por un proceso ó azar, sexa pola aparición dunha mutación somática ou por un erro na transcripción do xen. Son xeralmente proteínas das membranas neuronais, adoitan causar enfermidades neurodegenerativas. Os príons son os responsables da síndrome de Creutzfeldt-Jakob (humanos) e da encefalopatía esponxiforme bovina (enfermidade das vacas tolas).

16.8

ALTERACIÓNS O SISTEMA INMUNE

Ás veces o sistema inmunitario falla, reaccionando contra substancias inofensivas ou contra moléculas do propio organismo. Noutros casos, non reacciona en absoluto ou é incapaz de recoñecer certos sinais. Todos estes erros levan a enfermidades de diversa gravidade, desde leves ata cancro mortal.

Coñécense varias enfermidades autoinmunes

A **autoinmunidade** prodúcese cando o sistema inmunitario do individuo falla e ataca as súas propias células, o que provoca enfermidades autoinmunes. Por exemplo, a **diabetes** tipo I ocorre cando o sistema destrúe as células produtoras de insulina no páncreas; A **artrite reumatoide** orixínase se a diana so as células do tecido conxuntivo das articulacións; A **esclerose múltiple** cando ataca as vainas de mielina das neuronas do sistema nervioso central; psoriasis na pel; algúns casos de esterilidade orixínanse porque ataca os espermatozoides, etc.

Se o SI non funciona, prodúcese a inmunodeficiencia.

As **inmunodeficiencias**, son producidas pola ausencia ou falta de actividade do sistema inmunitario, co que o individuo está exposto a todo tipo de infeccións. Segundo o momento no que se produce a inmunodeficiencia, distínguense as inmunodeficiencias primarias ou conxénitas e as secundarias ou adquiridas.

- **Inmunodeficiencias primarias ou conxénitas son debidas a** alteración xenéticas, que provocan que o sistema inmunitario non funcione correctamente, poden ser desde leves, e tardar tempo en detectarse ata graves como no caso dos **nenos burbulla**. Algunhas persoas poden curarse mediante transplantes de medula ósea, que poden formar glóbulos brancos, ou mediante enxeñería xenética.
- **Inmunodeficiencias secundarias ou adquiridas** son causadas por factores **externo** como fármacos utilizados na quimioterapia contra o cancro, ou virus como o VIH

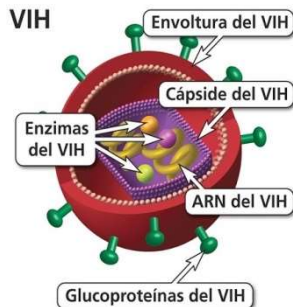
O virus da SIDA destrúe o sistema inmunitario.

Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (**SIDA**) é a enfermidade causada polo virus da inmunodeficiencia humana (**VIH**). Este virus ataca certas células do sistema inmunitario, principalmente os **Linfocitos Th** (colaboradores). Dado o papel central do Th para a resposta inmune específica, os pacientes con VIH acaban sendo **inmunocomprometidos** e son susceptibles a enfermidades producidas por microorganismos oportunistas que non atacan ás persoas sans. O

VIH ataca os linfocitos Th ao recoñecer unha glicoproteína (CD4) na súa membrana, e tamén pode infectar aos macrófagos porque tamén teñen receptores CD4.

A enfermidade pódese **transmitir** por sangue, vía sexual e por contacto nai-fillo. O sangue inclúe transfusións de sangue, xiringas compartidas, navallas, cepillos de dentes, acupuntura, tatuaxes, etc.; a vía sexual indica que o virus está presente nos espermatozoides ou nas secrecións vaxinais, inclúe o sexo oral debido á posibilidade de feridas na boca; e a vía nai-fillo débese a que o virus atravesa a placenta e se transmite no leite materno ou mesmo pode infectar no momento do parto.

O VIH é un **retrovirus** é dicir, un virus cunha envoltura e unha cápside, no interior do cal hai 2 moléculas de ARN monocatenario unidas á enzima transcriptase inversa.



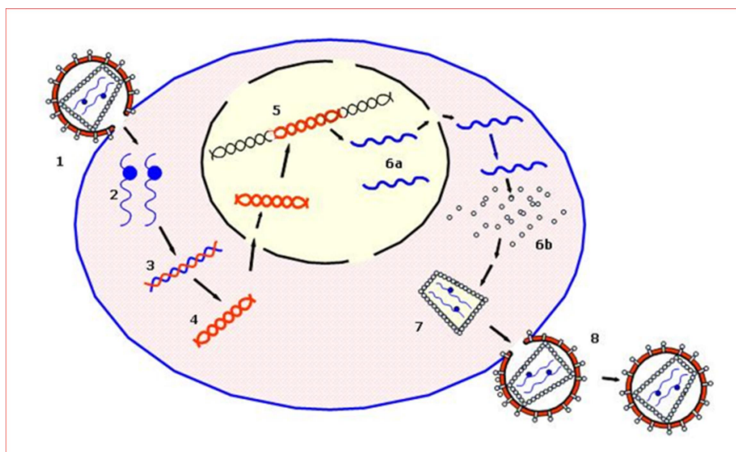
O CICLO REPRODUTIVO DO VIH

O VIH é un retrovirus, (+ssARN) que causa a SIDA.

O seu ciclo de reprodución nunha primeira fase é lisoxénico, xa que o xenoma do virus insírese no da célula hóspede

(+RNA: emprégase directamente de molde para a traducción.)

As etapas do seu ciclo son:



1-2. adsorción e penetración.

3-4. **transcrición inversa** : pola enzima reversotranscriptase ou transcriptase inversa, que sintetiza unha copia do ADN a partir do ARN que constitúe o xenoma do retrovirus.

5. Inserción de ADN,

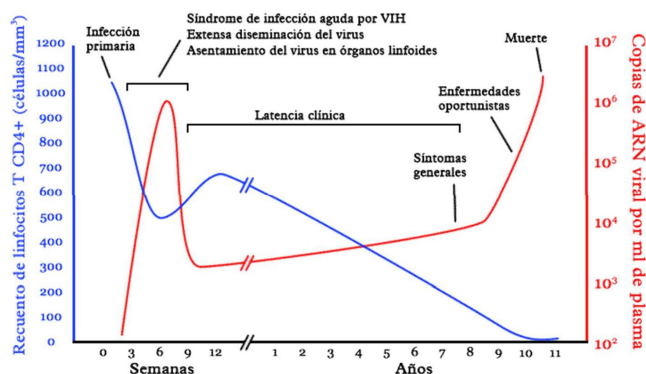
6a.transcrición de ARN viral,

6b.tradución de proteínas virais,

7. ensamblaxe de virus,

8. liberación.

Hai tres etapas no desenvolvemento clínico da enfermidade



Imaxe 22.20.Fases de desenvolvemento da infección polo VIH.

Fase de infección primaria: Nas primeiras

semanas despois da infección, o número de virus presentes no sangue aumenta rapidamente, mentres que o número de células Th diminúe.

Nesta fase, cando aínda hai suficientes células T funcionais, as células B activadas polo Th producen anticorpos en resposta aos antíxenos do virus. Estes anticorpos permiten detectar persoas seropositivo é dicir, infectados co VIH.

Non se debe confundir ser seropositivo, que significa estar infectado polo virus, con estar

enfermo de SIDA, xa que non existe síndrome de inmunodeficiencia adquirida ata que aparecen os síntomas da inmunodeficiencia.

2. **Fase de latencia** clínica ten unha duración de 2 a 10 anos. Corresponde á etapa na que diminúe a carga viral en sangue e diminúe o número de linfocitos Th. Esta fase pode durar anos, pero iso non quere dicir que o virus desapareza, xa que se atopa no interior dos linfocitos T e se está replicando activamente. O perigo é que o paciente é portador e pode, á súa vez, infectar a máis persoas.

3. **A fase da SIDA.** Prodúcese cando o número de linfocitos Th cae por debaixo dun valor crítico e aparecen os síntomas da enfermidade e o número de virus aumenta exponencialmente. Desenvólvense **infeccións oportunistas**, como a pneumonía, a tuberculose e os tumores malignos como os linfomas ou o sarcoma de Kaposi, o individuo adelgaza en exceso e tamén se ve afectado o sistema nervioso. Finalmente, calquera infección acaba provocando a morte do individuo.

As proteínas da envoltura membranosa externa do virus, que actúan como antíxenos, presentan unha alta frecuencia de mutación, o que fai case imposible deseñar unha vacina eficaz e por este motivo existen moitas cepas diferentes

Os estudos céntranse na inhibición de encimas específicas do virus como a integrase, que é o encima encargado de unir o ADN do virus ao ADN da célula infectada, ou na inhibición da transcriptase inversa, a **protease** necesaria para procesar outras proteínas do VIH nas súas formas funcionais.

Os transplantes

En transfusións e **transplantes** pódese producir o recoñecemento do MHC da membrana da célula doadora como extraño, e ser atacado polo sistema inmunitario do receptor, causando o **rexeitamento**. Un exemplo sinxelo e coñecido son as transfusións de sangue, onde os rexeitamentos dependen do grupo sanguíneo ABO e do factor Rh.

Os autoinxertos (dunha parte do corpo a outra) e isotrasplantes (entre xemelgos idénticos) non provocan rexeitamento, mentres que o alotrasplante (entre 2 individuos diferentes da mesma especie) e o xenotrasplante (entre individuos de diferentes especies) poden causar rexeitamento.

Para evitar o rexeitamento, é necesario realizar un estudo preliminar dos tecidos do doador e do receptor (Proba de **histocompatibilidade**) e valorar o grao de compatibilidade. Ademais, para asegurarse, a inmunosupresión do receptor

A alerxia é unha resposta SI esaxerada

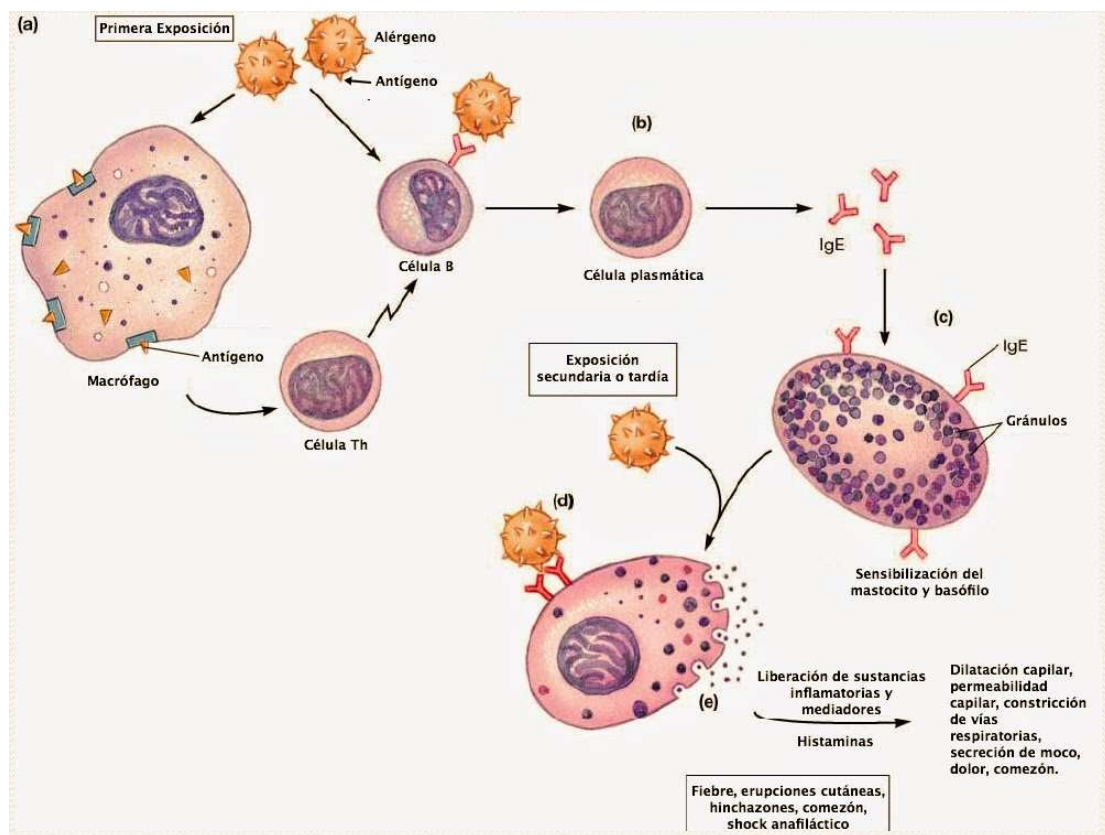
A **hipersensibilidade ou alérxica** é unha resposta inmune esaxerada a substancias chamadas **alérxenos** normalmente inofensivas ou de débil poder antixénico, como o pole, o po... ás que a maioría da xente non reacciona. Para que se produza a reacción alérxica son necesarios polo menos dous contactos co antíxeno; no primeiro prodúcese a sensibilización e é no segundo contacto onde se desencadea a reacción alérxica.

No primeiro contacto prodúcese unha activación dos linfocitos B que sintetizan anticorpos especiais, as **Inmunoglobulinas E**. Este proceso é moi similar ao visto anteriormente. Un macrófago fagocita o alérxeno e díxíreo nos seus lisosomas, mostrando restos de fragmentos na súa superficie. Estes fragmentos funcionan como antíxenos para presentar aos linfocitos Th, que á súa vez actúan como intermediarios, mostrando o alérxeno e activando os **linfocitos B**. Neste punto a resposta inmune difire porque os linfocitos B que se transforman en células

plasmáticas producirán anticorpos diferentes, as IgE, que se unen á superficie de **basófilos** e **mastocitos** (mastocitos) que induce a **sensibilización**.

No segundo contacto co alérxeno (antíxeno), únese á IgE dos basófilos e dos mastocitos, provocando a liberación de **substancias** como histamina, prostaglandinas e outras substancias que participan na reacción inflamatoria. A **histamina** é responsable dos **síntomas** clásicos dunha alerxia: rinite (conxestión nasal e estornudos), inflamación (ollos, pálpebras), broncoconstricción. Se a reacción afecta a todo o organismo xenérase un **shock anafiláctico** moi grave que pode levar incluso á morte.

Na maioría dos casos, o tratamento asmático consiste na inhalación ou inxección de antihistamínicos. Para prever a súa aparición ou atenuar os efectos, adoitan empregarse vacinas, polo que se inxectan concentracións sucesivamente máis altas do alérxeno para que o organismo se acostume.



Imaxe 16.21. A resposta alérxica, primeira e segunda exposición.

Fonte: http://apoyoiano.blogspot.com.es/2015_04_01_archive.html

Entre os alérxenos máis habituais atópanse: veneno de animais como as abellas, alimentos como mariscos ou froitos secos, proteínas das células do pole, esporas de fungos, pelos de animais, feces dos ácaros do po e medicamentos como a penicilina.

O cancro e outras enfermidades pódense tratar con inmunoterapia

O **Cancro** é unha enfermidade na que as células se dividen sen control, causando tumores, que son masas celulares anormais que destrúen o tecido san. Se algunhas desas células se separan do **tumor** e pasar ao torrente sanguíneo pode invadir outras partes do corpo, é o que chamamos **metástase**.

O sistema inmunitario está sempre en alerta e evita a aparición de tumores, xa que as células cancerosas presentan na súa superficie antíxenos especiais que poden ser detectados como estraños polas células Tc e así son eliminados.

Unha das terapias máis modernas na loita contra o cancro é **inmunoterapia**, que se basea en potenciar as propias defensas do paciente.

Existen varios tratamentos, un deles utiliza linfocitos Tc manipulados xeneticamente para recoñecer certos antíxenos tumorais e destruílos. Utilízase análises para **detectar** a presenza de **antíxenos** circulando no sangue asociados á presenza de tumores. Unha vez detectados, utiliza anticorpos monoclonais para destruílos capaces de unirse a antíxenos tumorais, que á súa vez están unidos a un fármaco ou un compoñente radioactivo que destrúe eficazmente as células tumorais.

A historia da inmunoloxía remóntase a moitos séculos

Xa en China, no século XI a.C., sabíase que a inhalación de po das cicatrices da **varíola** protexía contra esta enfermidade. Esta práctica foi introducida en Europa durante o século XVIII por Lady Mary Wortley Montagu, a esposa do embaixador británico en Constantinopla, despois de probar os seus resultados experimentando cun grupo de prisioneiros de guerra.



A primeira vacinación foi realizada polo doutor inglés Edward Jenner (1749-1823), que utilizou pústulas da varíola bovina para previr a varíola humana (ver Apéndice 1. Non é ata o século XIX, con Pasteur (1880), cando comezaron as inmunizacións profilácticas.

Figura 18 .Estatua homenaxe a E. Jenner nos xardíns de Kensington (Londres)

Apéndice 1. Jenner e a polémica sobre as vacinas

Edward Jenner naceu en Berkeley, unha pequena cidade de Gloucestershire (Inglaterra). Cando foi estudar a Londres atopou unha epidemia de varíola. O número de afectados foi así alto que en cada litera do hospital de San Jorge durmían catro persoas, moitas das cales morreron nunha terrible agonía. Despois dos seus estudos regresou á súa cidade natal, onde traballou o resto da súa vida como cirurxián de campo. Preocupada pola varíola, Jenner viu que as traballadoras das granxas que padecen unha enfermidade semellante pero moito máis leve,

A varíola bovina, non se contaxiaron despois. Así que decidiu xerar un contaxio experimental coa primeira, varíola ou vacina, e mira se protexeu contra a segunda, varíola dos humanos. Para iso tomou pus dunha pústula nunha nena, Sarah Nelms, quen Muxía as vacas e queixouse dunha erupción nas mans. Jenner trasladouno a unha ferida da man dun neno de oito anos, James Phipps, fillo do seu xardineiro. Algunhas semanas

máis tarde, probou a súa inmunidade inoculando a varíola ao pequeno James.

Jenner foi terriblemente criticada. Nunha época na que a enfermidade era considerada un castigo divino, tratar de opoñerse a ela era opoñerse aos designios de Deus. Moitos médicos importantes, por celos ou desprezo polo cirurxián da aldea que era Jenner, dedicáronse a desprestixiar a vacina. Moitos cegos, tamén horrorizados de que se administrase “pus dunha besta” aos seres humanos, recorreron a textos bíblicos para demostrar que a vacinación era un invento do demo. Un famoso debuxo mostra a persoas vacinadas facendo crecer cabezas de vaca dos seus brazos ou medrar os cornos. Pero pouco a pouco, con todo, o éxito da vacina foi evidente. En 1805 Napoleón deu ordes de vacinar a todas as súas tropas e fixo acuñar unha medalla en honor de Jenner. A emperatriz de Rusia envioulle un anel e os xefes indios norteamericanos mandáronlle un collar e un cinto feitos de abelorios de Wampum, obxecto sagrado empregado en pactos e homenaxes. En 1806 o presidente Thomas Jefferson escribiu a Jenner para felicitalo, dicíndolle que a humanidade nunca esquecería o seu nome.

A estatua de Jenner en Trafalgar Square foi inaugurada polo príncipe Alberto en 1858. Catro anos máis tarde foi trasladada aos xardíns de Kensington, onde aínda se conserva. Foi retirada pola forte presión dos grupos antivacinas, que aínda existen un século despois, aínda que expuxeron novos argumentos. Agora xa non din que as cabezas de vaca saen dos brazos, senón que as vacinas provocan autismo. Os datos recollidos indican que 150.000 persoas, a maioría nenos, enfermaron entre 2007 e 2015 porque os seus pais non lles administraron as vacinas necesarias e delas, máis de 9.000 morreron. Este é o "éxito" das antivacinas.

CUESTIÓNSE EXERCICIOS

1. Diferencia os seguintes termos:
 - a) Anticorpo/Antíxeno
 - b) cadea lixeira/cadea pesada
 - c) Linfocito B/Linfocito T
 - d) Célula plasmática/Célula de memoria
2. Indica se a seguinte afirmación é verdadeira ou falsa, xustificando a resposta: Os linfocitos T son os responsables da resposta inmune celular e colaboran na humoral.
3. Unha persoa sofre unha infección por un microorganismo, describa brevemente as sucesivas barreiras que tería que superar o microbio para chegar ao RIE.
4. Sobre a SIDA:
 - a) Como se desenvolve a SIDA a partir da infección dun organismo co VIH?
 - b) Enumera as vías de transmisión do VIH.
 - c) Distinguir unha persoa seropositiva dun enfermo de SIDA.
5. Poderías explicar por que apenas hai rexeitamento en transplantes de córnea?