

ZANICHELLI

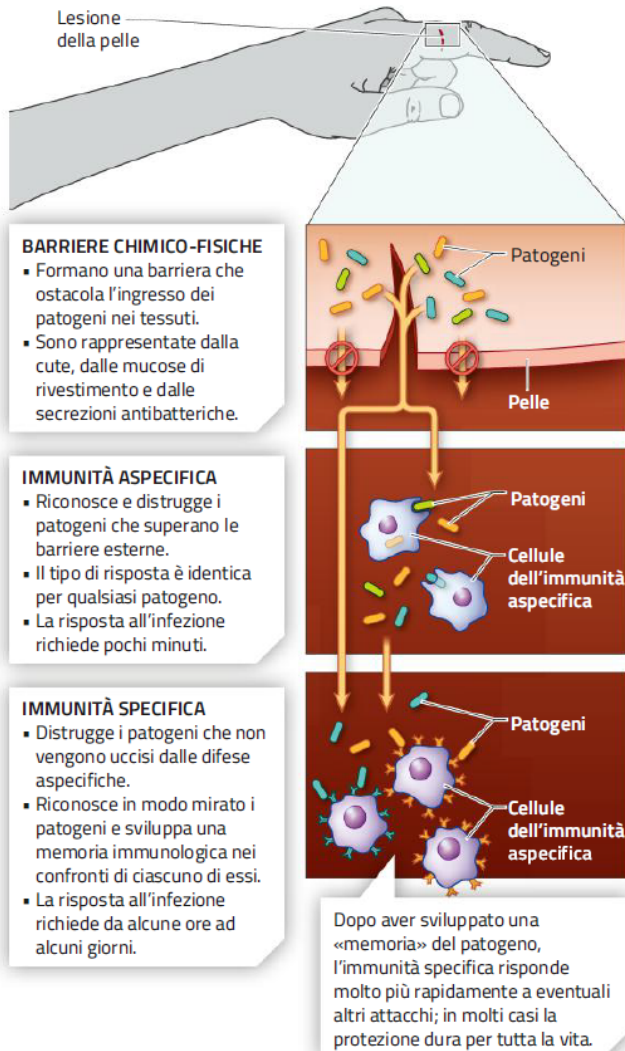
Jay Phelan, Maria Cristina Pignocchino

Scopriamo la biologia

Capitolo 11

Il sistema immunitario

1. Le tre linee di difesa contro i patogeni



Il **sistema immunitario** protegge l'organismo attraverso tre linee di difesa:

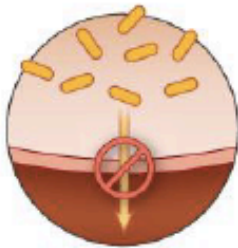
- le **barriere chimico-fisiche**, come la cute e le secrezioni delle mucose;
- l'**immunità innata o aspecifica**;
- l'**immunità adattativa o specifica**.

2. La pelle: una barriera chimico-fisica

L'apparato tegumentario è la prima difesa contro l'attacco dei patogeni.

PELLE

Forma una barriera quasi impenetrabile che ostacola l'ingresso di patogeni nell'organismo.



SECREZIONI ACIDE

I succhi gastrici, le secrezioni vaginali e l'urina proteggono rispettivamente il canale digerente, le vie genitali femminili e le vie urinarie dai patogeni.



LACRIME

Le lacrime contengono sostanze chimiche antivirali e antibatteriche che eliminano i patogeni dalla zona degli occhi.



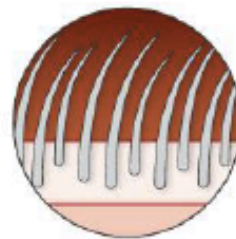
LISOZIMA E ALTRI ENZIMI

Il lisozima contenuto nella saliva e nelle lacrime e gli enzimi digestivi dell'intestino tenue uccidono molti batteri.



CIGLIA

I peli e le ciglia presenti sulla superficie delle vie respiratorie allontanano dai polmoni i patogeni intrappolati nel muco.



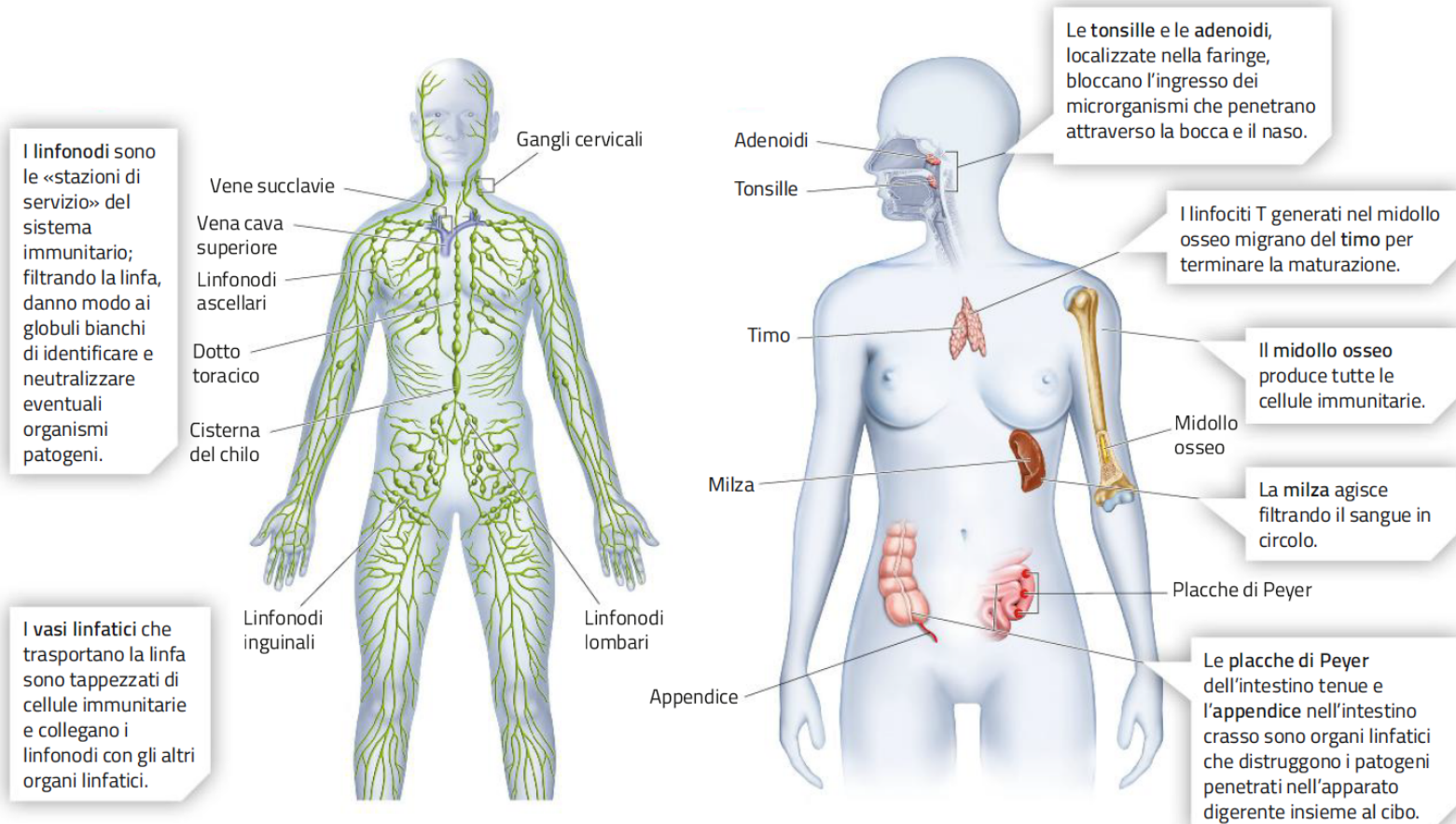
CERUME

Il cerume è una sostanza appiccicosa che intrappola i patogeni presenti nel canale uditivo.



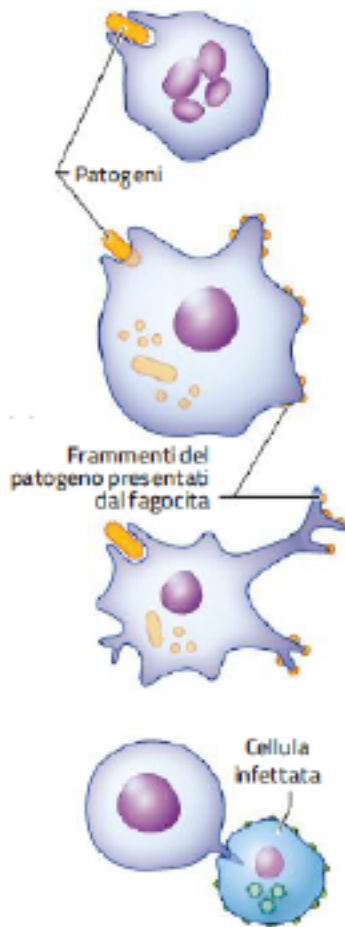
3. Le cellule immunitarie e gli organi linfatici

Il sistema immunitario è costituito dai globuli bianchi, che si sviluppano e risiedono negli organi del sistema linfatico.



4. L'immunità innata

L'**immunità innata** si attiva quando un agente patogeno supera le barriere fisico-chimiche e penetra nell'organismo.



Neutrofili, macrofagi e cellule dendritiche sono **fagociti** che inglobano e uccidono i patogeni.

Macrofagi e cellule dendritiche fanno da ponte con l'immunità adattativa, partecipando alla presentazione dell'antigene.

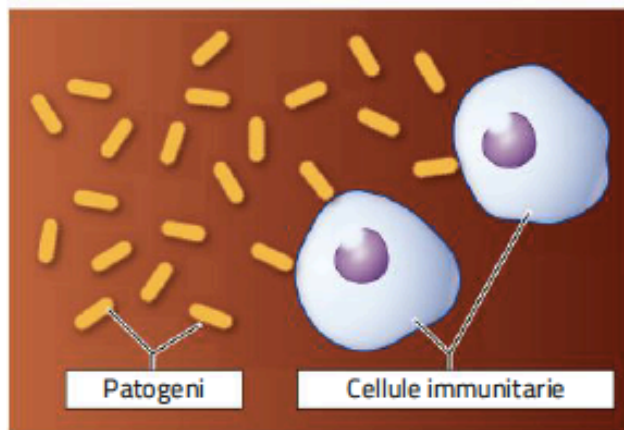
Le cellule **natural killer** uccidono le cellule cancerose o infettate.

5. Le tre fasi dell'immunità innata /1

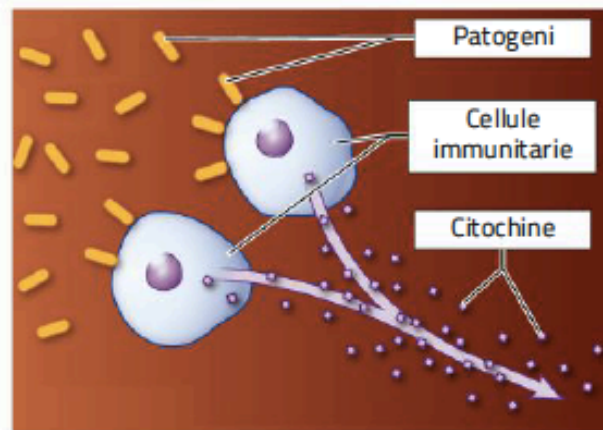
Quando un patogeno penetra nell'organismo e produce un'**infezione**, si attiva l'immunità innata che produce una risposta molto rapida e articolata in tre fasi.

1. I **globuli bianchi** indentificano i patogeni in base agli antigeni non-self.
2. Le cellule chiamano rinforzi, rilasciando le **citochine**.
3. I globuli bianchi distruggono i patogeni per **fagocitosi** oppure grazie alle proteine del complemento.

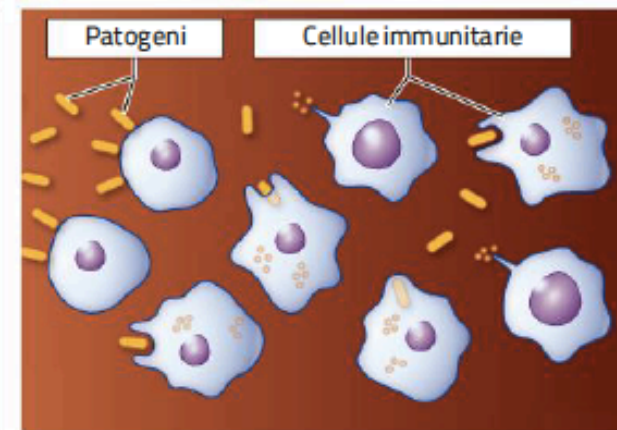
5. Le tre fasi dell'immunità innata /2



- 1 IDENTIFICARE L'INVASORE**
Le cellule dell'immunità aspecifica riconoscono alcune molecole presenti sulla superficie dei patogeni e vi si legano, segnalando la presenza del patogeno.



- 2 CHIAMARE RINFORZI**
Le cellule immunitarie rilasciano proteine segnale chiamate «citochine», che richiamano altre cellule immunitarie nel sito dell'infezione o segnalano di avviare ulteriori misure di difesa.



- 3 ATTACCAR E DISTRUGGERE**
Cellule immunitarie specializzate fagocitano, distruggono e demoliscono i patogeni e le cellule da essi infettate.

6. L'infiammazione /1

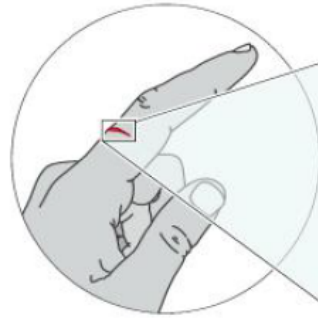
Nella maggior parte dei casi l'immunità innata funziona in modo così efficace da passare inosservata. Talvolta, però, i patogeni invadono i tessuti, scatenando la **risposta infiammatoria**, che ha due funzioni:

- distruggere i patogeni presenti;
- avviare la rigenerazione dei tessuti danneggiati.

La risposta infiammatoria è sempre accompagnata da **quattro sintomi**:

1. arrossamento;
2. dolore localizzato;
3. sensazione di calore;
4. gonfiore dell'area infiammata.

6. L'infiammazione /2



1 Se ci tagliamo con un coltello, i patogeni presenti sulla lama penetrano nell'organismo attraverso la pelle lesionata.

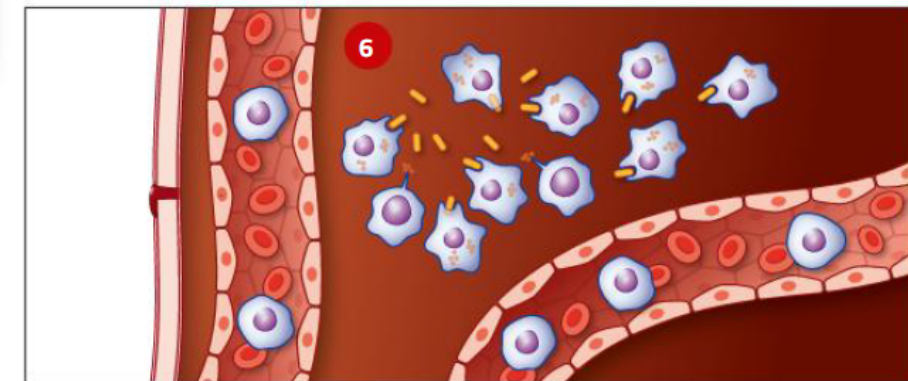
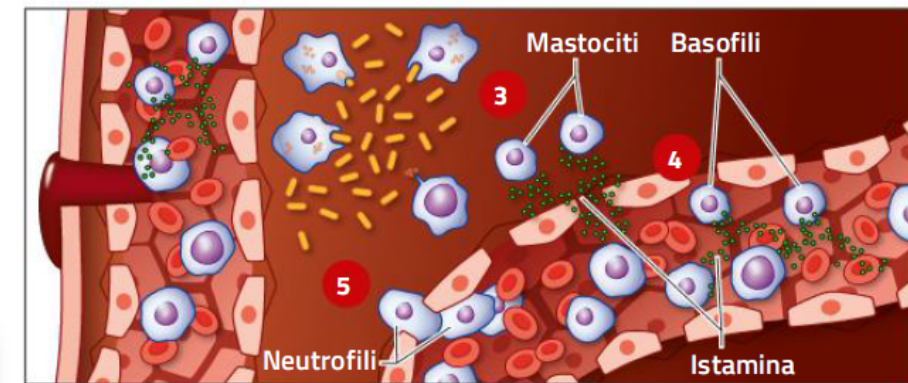
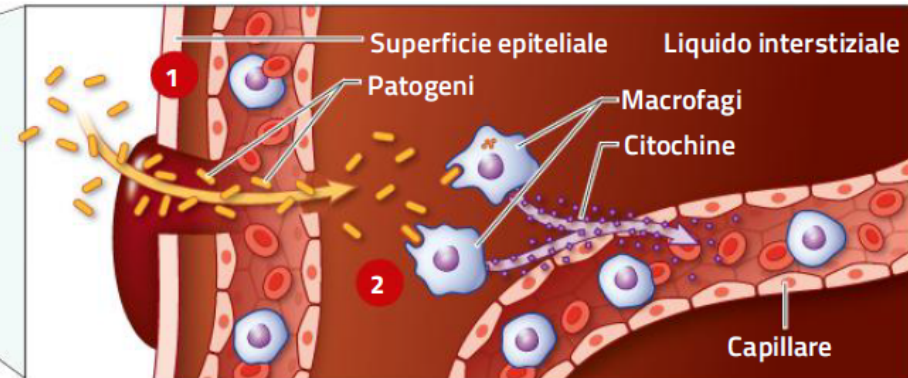
2 I macrofagi che si trovano nei tessuti intorno al taglio iniziano a fagocitare i patogeni e a rilasciare citochine, richiamando fagociti e altri tipi di globuli bianchi nel sito.

3 I basofili in circolo nel sangue e i mastociti presenti nei tessuti innescano la risposta infiammatoria rilasciando istamina.

4 L'istamina porta alla vasodilatazione dei capillari che circondano l'area lesionata; l'afflusso di sangue aumenta e altre cellule giungono sul luogo dell'infezione.

5 L'istamina aumenta la permeabilità dei capillari, permettendo ai neutrofili di passare dal sangue al tessuto infetto.

6 La risposta infiammatoria prosegue fino alla completa eliminazione dei patogeni e la pelle si rigenera.



7. L'immunità specifica /1

Se le strategie dell'immunità innata non riescono a fermare i patogeni, interviene l'**immunità adattativa** o **specific**, che ha tre caratteristiche rispetto all'immunità innata:

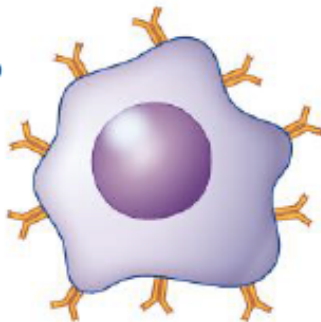
1. Il riconoscimento dell'antigene è più specifico e le cellule e le molecole che intervengono sono più efficaci.
2. I tempi sono più lunghi.
3. Si sviluppa la **memoria immunologica** grazie alla quale, in caso di una nuova infezione da parte dello stesso patogeno, la risposta immunitaria è più rapida.

7. L'immunità specifica /2

I globuli bianchi responsabili della risposta immunitaria specifica sono i **linfociti**.

LINFOCITI B

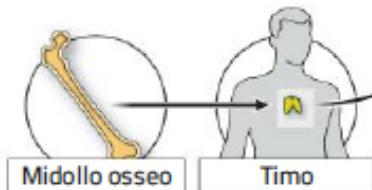
- Si sviluppano e maturano nel midollo osseo.
- Combattono i patogeni rilasciando anticorpi nei liquidi corporei in risposta alla presenza di un antigene.



I **linfociti B** sono responsabili dell'immunità umorale (mediata da anticorpi).

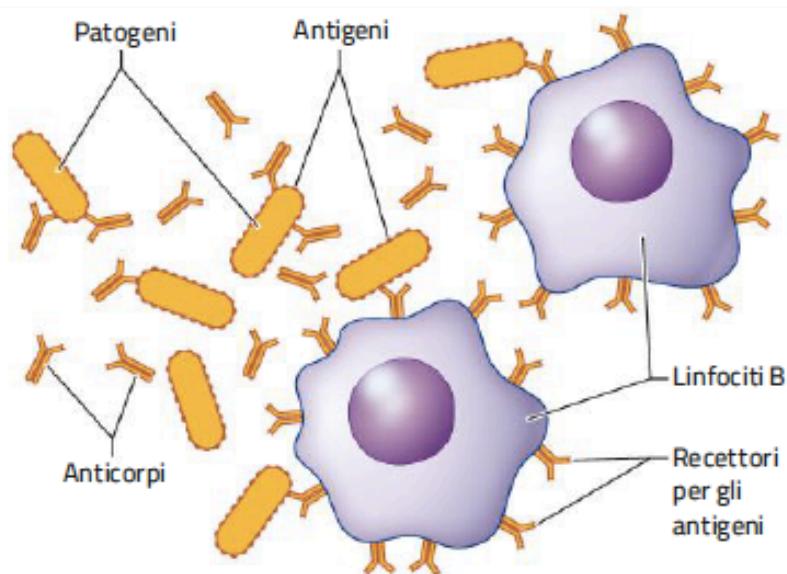
LINFOCITI T

- Si sviluppano nel midollo osseo e maturano nel timo.
- Combattono i patogeni distruggendo le cellule infettate.



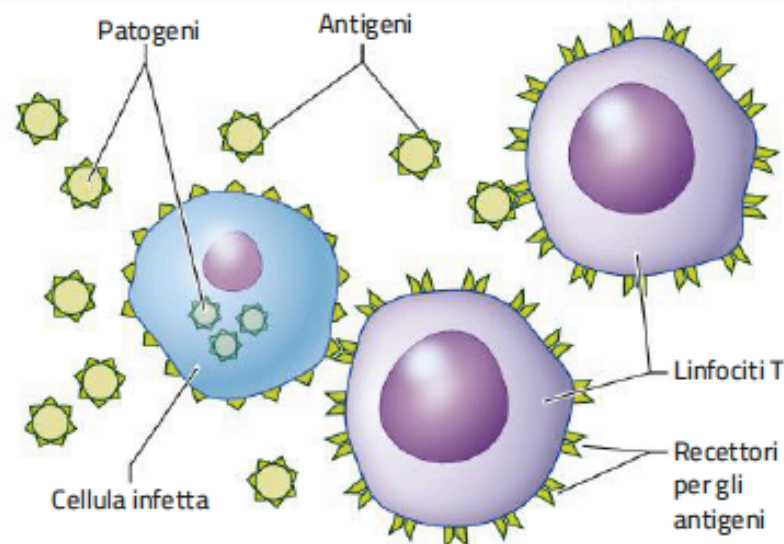
I **linfociti T** sono alla base dell'immunità mediata da cellule.

7. L'immunità specifica /3



IMMUNITÀ UMORALE

- Fornisce una difesa contro patogeni e tossine che entrano in circolo nei liquidi corporei, come il sangue e la linfa.
- Si esplica attraverso i linfociti B che rilasciano anticorpi nei liquidi corporei, agevolando l'inglobamento e la distruzione dei patogeni da parte dei fagociti.



IMMUNITÀ MEDIATA DA CELLULE

- Fornisce una difesa contro patogeni e tossine che si trovano all'interno delle cellule.
- Si esplica attraverso i linfociti T che uccidono sia i patogeni che le cellule da essi infettate.

8. La risposta primaria e la risposta secondaria

RICONOSCIMENTO

Quando un linfocita dotato di un certo recettore per l'antigene entra in contatto con quell'antigene, la cellula avvia una risposta primaria che porta alla distruzione dell'antigene.

SELEZIONE CLONALE

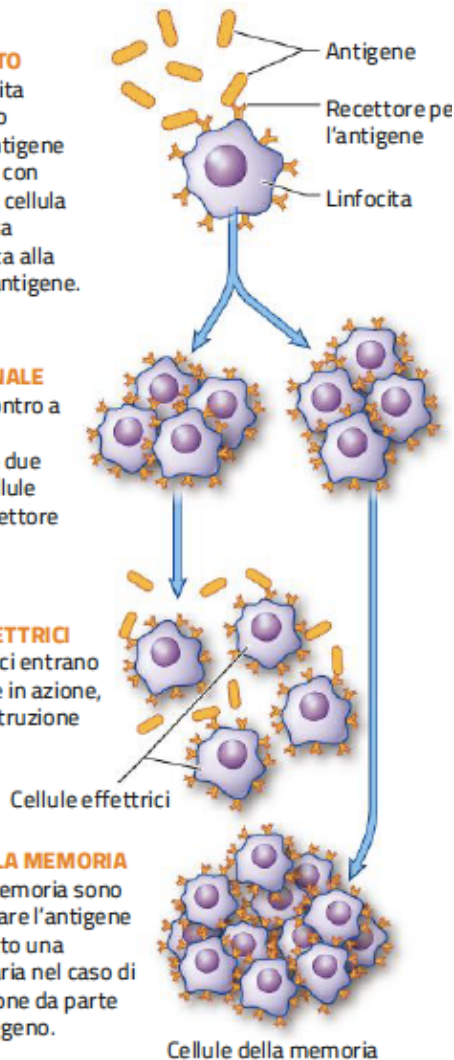
Il linfocita va incontro a ripetute divisioni cellulari, creando due popolazioni di cellule con lo stesso recettore per l'antigene.

LE CELLULE EFFETTRICI

Le cellule effettrici entrano immediatamente in azione, portando alla distruzione dell'antigene.

LE CELLULE DELLA MEMORIA

Le cellule della memoria sono in grado di ricordare l'antigene e di mettere in atto una risposta secondaria nel caso di una nuova infezione da parte dello stesso patogeno.

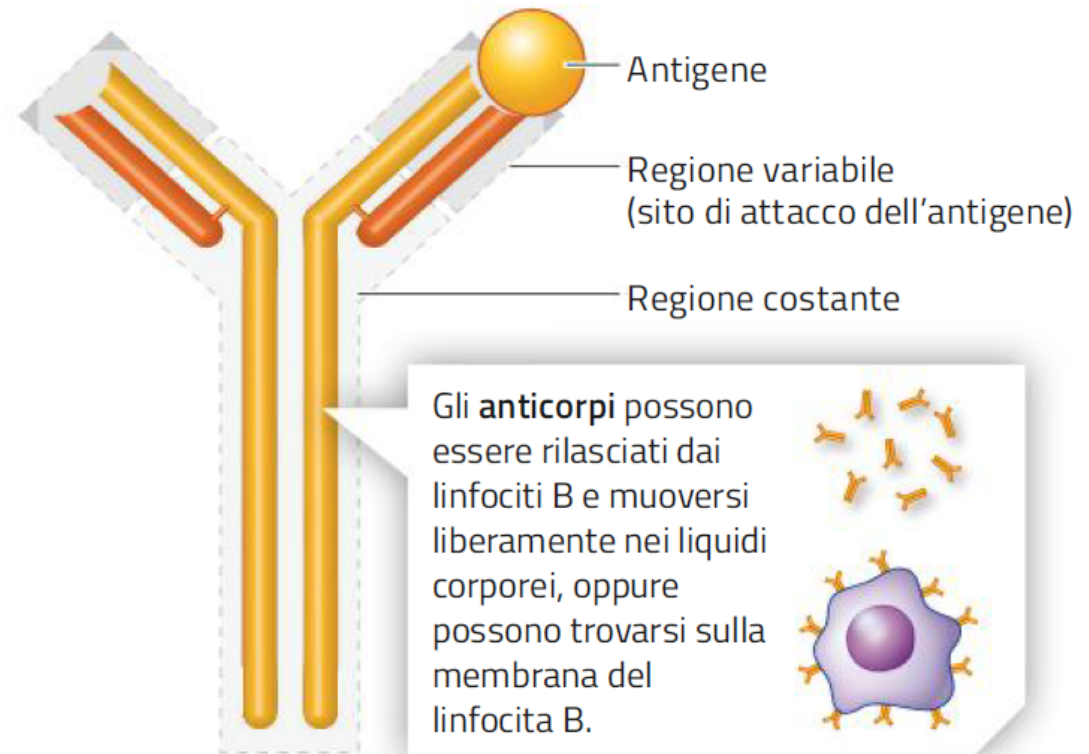


Nella risposta primaria, le **cellule effettrici** rispondono all'antigene e contribuiscono a eliminarlo.

In caso di un secondo contatto con l'antigene, le **cellule della memoria** prodotte durante la risposta primaria attivano la risposta secondaria, più rapida e intensa.

9. La risposta umorale: gli anticorpi /1

Gli **anticorpi** sono proteine formate da 4 catene polipeptidiche legate tra loro in modo da formare una struttura con regioni costanti e regioni variabili.



La **regione costante** è la stessa per tutti gli anticorpi della stessa classe; la forma della **regione variabile** rende ogni anticorpo unico e capace di riconoscere uno specifico antigene.

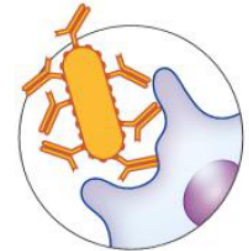
9. La risposta umorale: gli anticorpi /2

L'azione degli anticorpi non è diretta, ma agiscono in altri modi:

- **neutralizzano** i patogeni, impedendo loro di entrare nelle cellule;
- **segnalano** la loro presenza ai globuli bianchi;
- **agglutinano** gli antigeni creando complessi antigene-anticorpo ben riconoscibili dai fagociti;
- **richiamano** le proteine del complemento che lisano le membrane cellulari dei batteri.

SEGNALAZIONE

Gli anticorpi si legano agli antigeni presenti sulla superficie dei patogeni e ne segnalano la presenza ai fagociti.



AGGLUTINAZIONE

Gli anticorpi provocano la formazione di agglomerati dei patogeni e degli antigeni in circolo, agevolandone l'identificazione e la distruzione da parte dei fagociti.



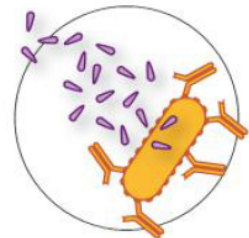
NEUTRALIZZAZIONE

Gli anticorpi rivestono la superficie dei patogeni, impedendone l'ingresso nelle cellule del corpo.



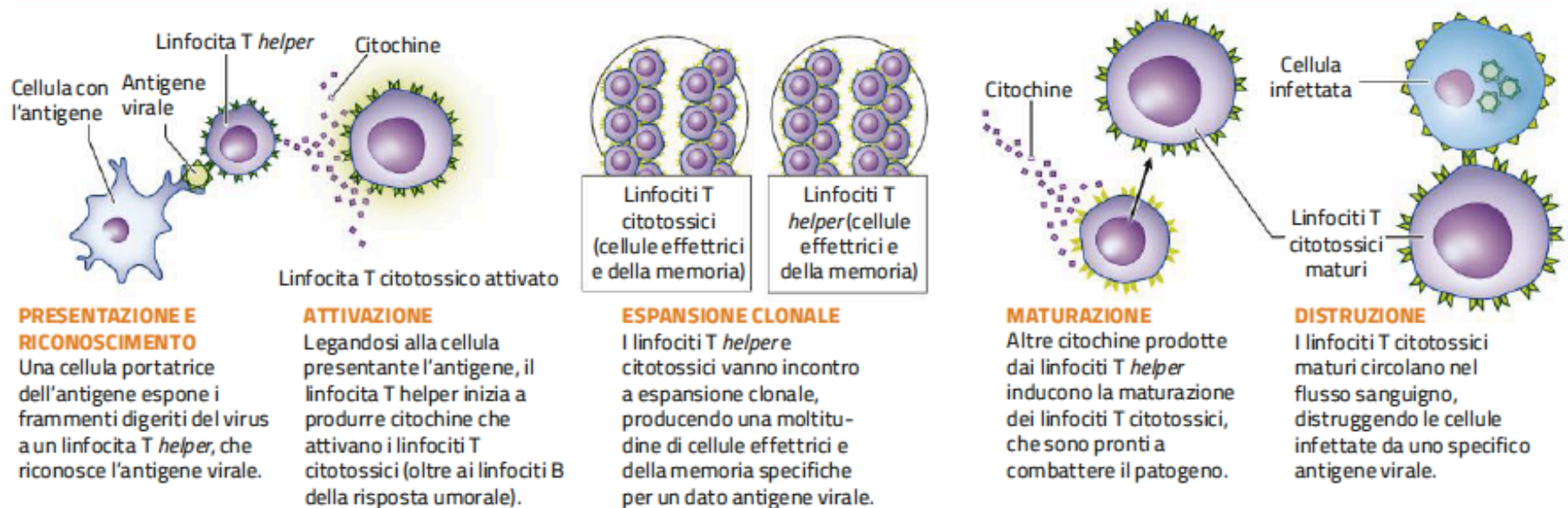
FISSAZIONE DELLE PROTEINE DEL COMPLEMENTO

Gli anticorpi richiamano le proteine del complemento, che perforano la membrana dei patogeni e li uccidono per lisi.



10. La risposta cellulo-mediata: i linfociti T

I **linfociti T helper** non uccidono direttamente le cellule infette, ma stimolano i linfociti B a produrre anticorpi e i **linfociti T citotossici** a uccidere le cellule infette.



11. La vaccinazione e la sieropatia /1



L'**immunizzazione** a lungo termine, o **memoria immunologica**, si può sviluppare:

- mediante l'esposizione al patogeno naturale;
- mediante la somministrazione di un **vaccino**, cioè di una forma attenuata o innocua di un patogeno.

11. La vaccinazione e la sieropatia /2

I **vaccini tradizionali** contengono microrganismi o parte di essi:

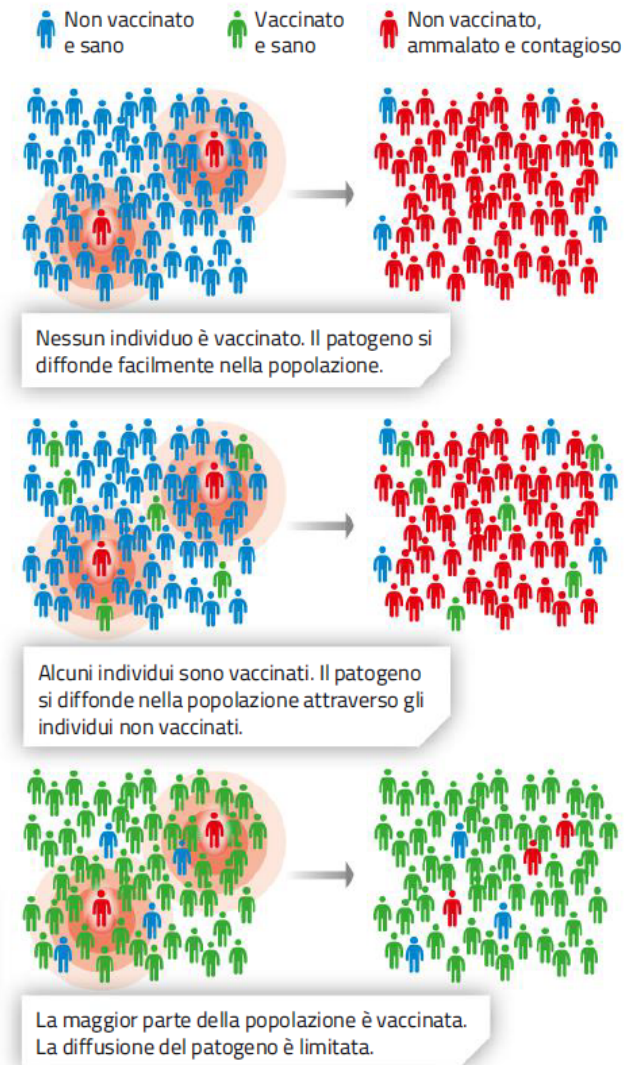
- virus o batteri *attenuati*, cioè manipolati in modo da essere ancora in grado di moltiplicarsi nel corpo umano ma non di dare la malattia;
- virus o batteri *inattivati*, cioè uccisi;
- virus o batteri *disgregati*;
- *componenti purificate* da preparazioni di virus o batteri.

Oggi, grazie alle biotecnologie, sono disponibili anche i **vaccini ricombinanti**, cioè costituiti da proteine virali prodotte a partire da geni clonati in cellule di lievito.

11. La vaccinazione e la sieropatia /3

L'**immunità di gregge** si basa sul fatto che più persone sono vaccinate all'interno di una popolazione, meno probabilità ha un patogeno di diffondersi.

L'**immunità attiva** è generata dalle infezioni naturali o dalle vaccinazioni; l'**immunità passiva** invece si ottiene grazie al trasferimento di anticorpi da un individuo immune e uno non immune.



Gli effetti della campagna di vaccinazioni contro le più diffuse malattie infettive

Le cifre indicate si riferiscono al numero di casi registrati.

Legenda



*dato rilevato nel 2000



In crescita



Che cos'è un vaccino

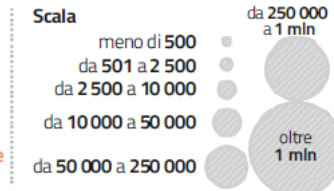
È un preparato proteico somministrato per indurre l'organismo alla produzione di anticorpi protettivi, conferendogli così una resistenza specifica nei confronti di una determinata malattia infettiva. Il termine «vaccino» deriva dal vaiolo dei bovini (o vaiolo vaccino), il cui pus era utilizzato per immunizzare contro il vaiolo umano.



È la soglia raccomandata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità riguardo alla copertura vaccinale minima delle popolazioni. Tale valore a livello mondiale è in diminuzione: si è passati dal 96,1% del 2011 al 93,4% del 2015.

In Italia

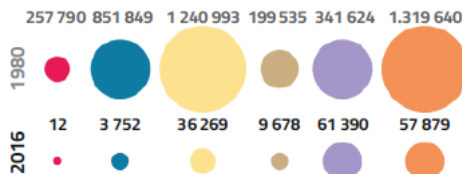
Il calendario vaccinale del «Piano di Prevenzione Vaccinale 2017-2019» prevede quindici tipi differenti di vaccini da somministrare in un arco di tempo che parte dai primi 30 giorni di vita e arriva fino ai 60 anni. Il cosiddetto *Decreto vaccini* del luglio 2017 indica **10 malattie per cui è obbligatoria la vaccinazione** per potersi iscrivere a scuola.



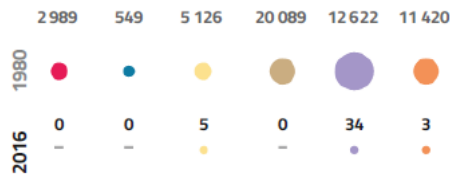
L'Istituto Superiore di Sanità ha rivelato che in Italia nel 2015 la copertura vaccinale media contro l'epatite è stata dell'85,3% con zone anche sotto al 70% della popolazione.

Casi emblematici

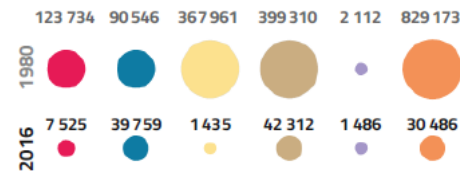
Morbillo



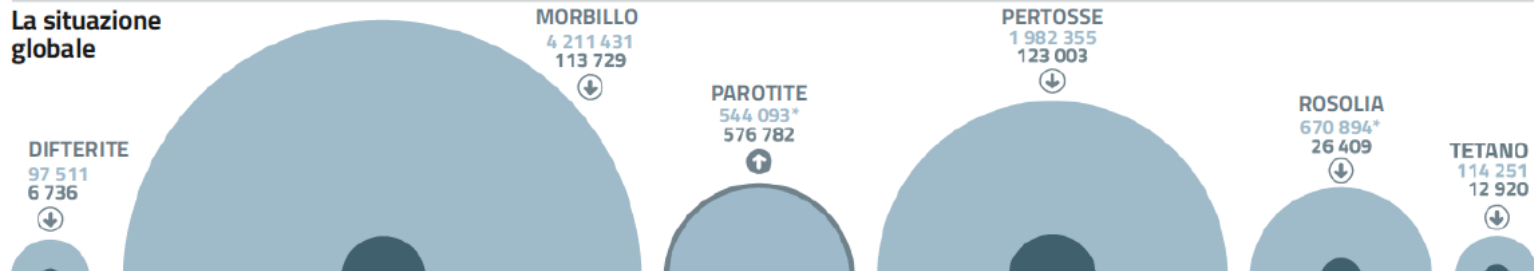
Poliomielite



Pertosse



La situazione globale



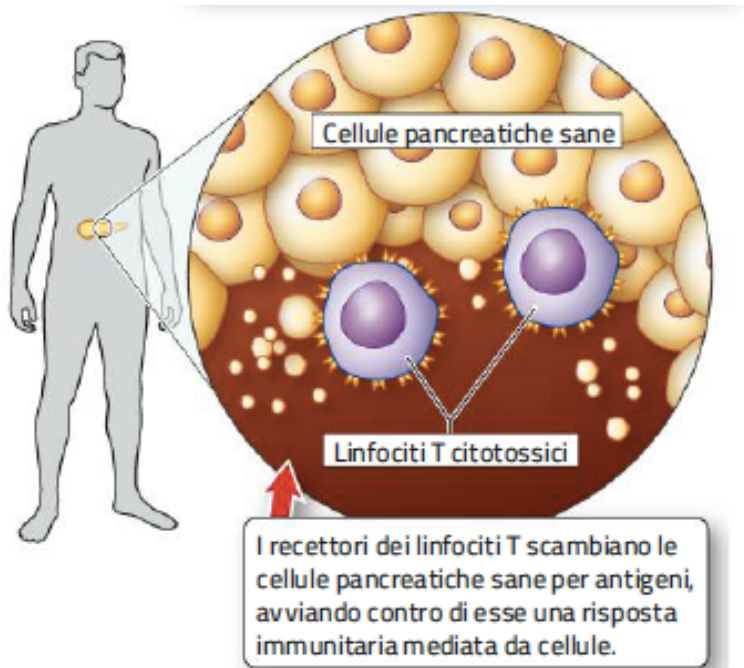
Fonte: World Health Organization Unicef Rapporto 2016 (dati gennaio dicembre 2016); Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Svolgi i seguenti esercizi.

1. In quale zona ci sono stati più casi di morbillo nel 1980?
2. In quale zona ci sono stati più casi di poliomielite nel 2016?
3. Qual era la malattia più diffusa al mondo nel 1980?

12. Le malattie autoimmuni

Le **malattie autoimmuni** si verificano quando il sistema immunitario funziona in modo errato e scambia le strutture self delle proprie cellule per non-self, danneggiando organi e tessuti.



Il diabete di tipo I è una malattia autoimmune.

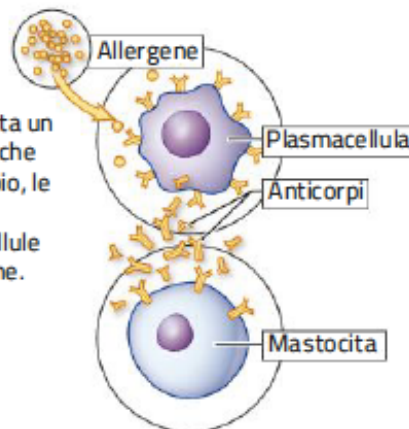
13. Le allergie

Nei soggetti ipersensibili, gli **allergeni** attivano la produzione di anticorpi, che vanno a localizzarsi nella membrana di vari globuli bianchi, tra cui i mastociti. Una seconda esposizione stimola i mastociti a rilasciare istamina, causando una **reazione allergica**.

PRIMA ESPOSIZIONE

1 Quando l'organismo incontra per la prima volta un allergene, si verifica una risposta umorale anche se la sostanza è di per sé innocua (per esempio, le proteine contenute nelle arachidi): vengono prodotte cellule della memoria e le plasmacellule rilasciano anticorpi specifici per quell'allergene.

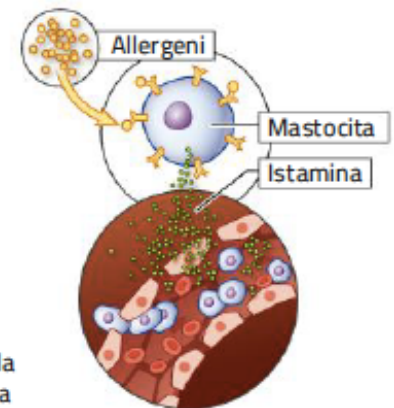
2 Dopo che gli anticorpi si sono legati alla superficie dei mastociti, essi sono «sensibilizzati» all'allergene.



SECONDA ESPOSIZIONE

3 Gli allergeni si legano agli anticorpi che sono ancora attaccati ai mastociti, inducendoli a rilasciare istamina.

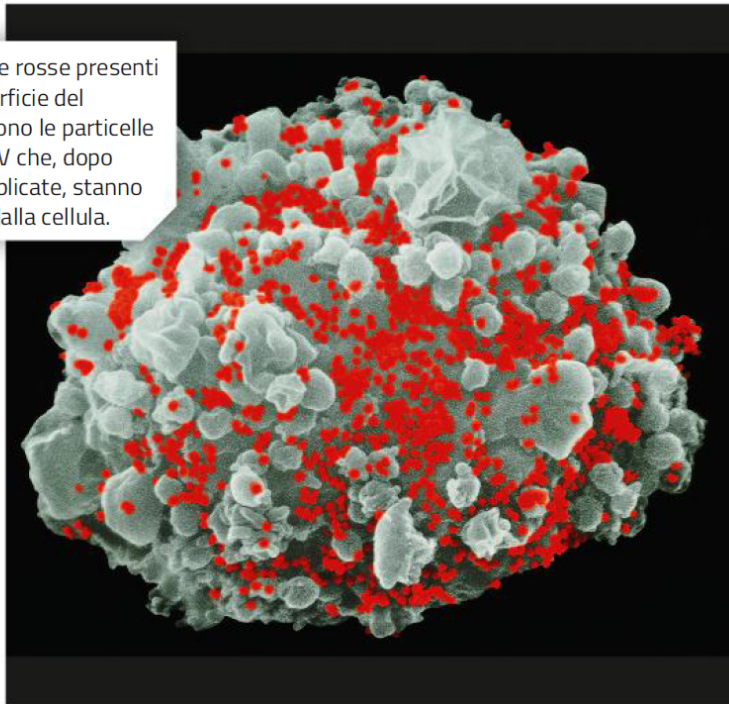
4 L'istamina provoca vasodilatazione e un aumento della permeabilità dei capillari e la risposta infiammatoria ha inizio.



14. SCID e AIDS sono sindromi da immunodeficienza /1

Le **immunodeficienze** sono malattie su base immunitaria in cui il sistema di difesa dell'organismo riconosce i patogeni in modo corretto, ma la risposta immunitaria è insufficiente.

Le macchie rosse presenti sulla superficie del linfocita sono le particelle virali di HIV che, dopo essersi replicate, stanno uscendo dalla cellula.



L'AIDS è una immunodeficienza acquisita ed è causata dal **virus HIV**.

14. SCID e AIDS sono sindromi da immunodeficienza /2

HIV si trasmette in tre modalità:

- per via ematica;
- per via sessuale;
- per via materno-fetale.

Dal primo contatto con HIV al manifestarsi dell'AIDS, l'infezione si evolve seguendo tre tappe principali:

- fase acuta;
- latenza cronica;
- AIDS conclamato.

