

18-10-2024



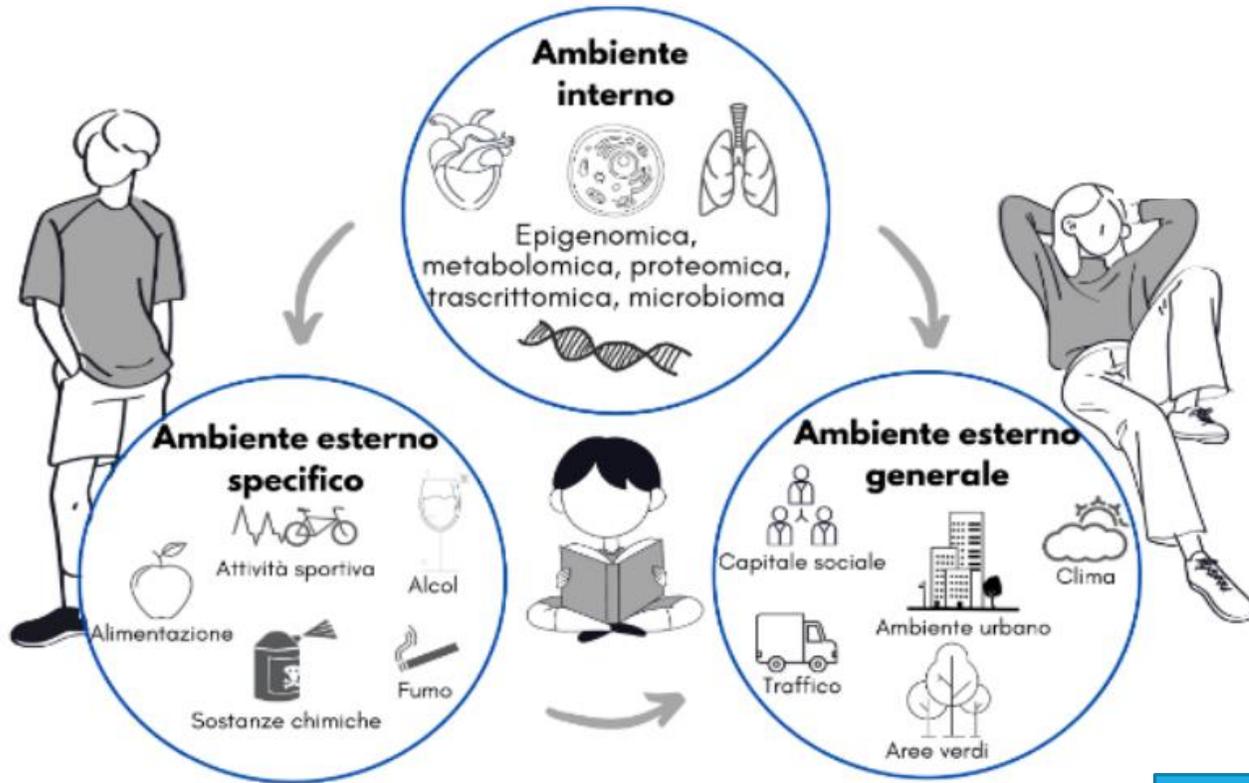
# INTRODUZIONE ALL'IMMUNONUTRIZIONE

---

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE E CULTURE GASTRONOMICHE  
PER LA SOSTENIBILITÀ (L-GASTR)**

# Una riflessione prima di cominciare...

## Esposoma



Concetto introdotto per la prima volta da Wild nel 2005

**Esposoma:** *l'insieme di tutte le esposizioni ambientali (non genetiche) cui un individuo è esposto a partire dal concepimento in avanti, e si declina in tre domini: esterno generale, esterno specifico e interno.*

Questo modello fu proposto dall'epidemiologo Christopher Wild nei primi anni del 2000 per sottolineare come fosse ormai chiaro che almeno il 90% dei casi di malattia è dovuto all'ambiente, nonostante l'enorme quantità di risorse posta negli anni precedenti sullo studio del genoma, (Wild, 2012).

[https://www.cpo.it/workspace/files/scheda-rias\\_exposoma-60efefcfca216.pdf](https://www.cpo.it/workspace/files/scheda-rias_exposoma-60efefcfca216.pdf)

**ALIMENTAZIONE:** tra i numerosi fattori ambientali che compongono l'esposoma umano, la nutrizione rappresenta un elemento centrale.

# L'influenza degli alimenti nella salute dell'individuo

## OMS

«Stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente come l'assenza di malattia o infermità»

Un buono stato nutrizionale è determinato dal cibo che mangiamo in relazione alla **capacità di digerire, assorbire e utilizzare le sostanze nutritive** ed è direttamente influenzato dagli alimenti e dal loro contenuto in nutrienti.

Comportamenti alimentari (dieta varia ed equilibrata, scelte individuali)



**Stato di benessere**

Nessun alimento preso singolarmente contiene tutti i nutrienti necessari, per questo risulta fondamentale **variare la dieta il più possibile**.

Un'alimentazione varia ed equilibrata è alla base di una vita in salute, un'alimentazione non corretta, infatti, oltre ad incidere sul benessere psico-fisico rappresenta uno dei principali fattori di rischio per l'insorgenza di malattie croniche non trasmissibili.

L'**educazione alimentare** rappresenta il primo ed efficace strumento di prevenzione a tutela della salute, tanto come azione quanto come prevenzione.



CENTRO DI RICERCA ALIMENTI E NUTRIZIONE

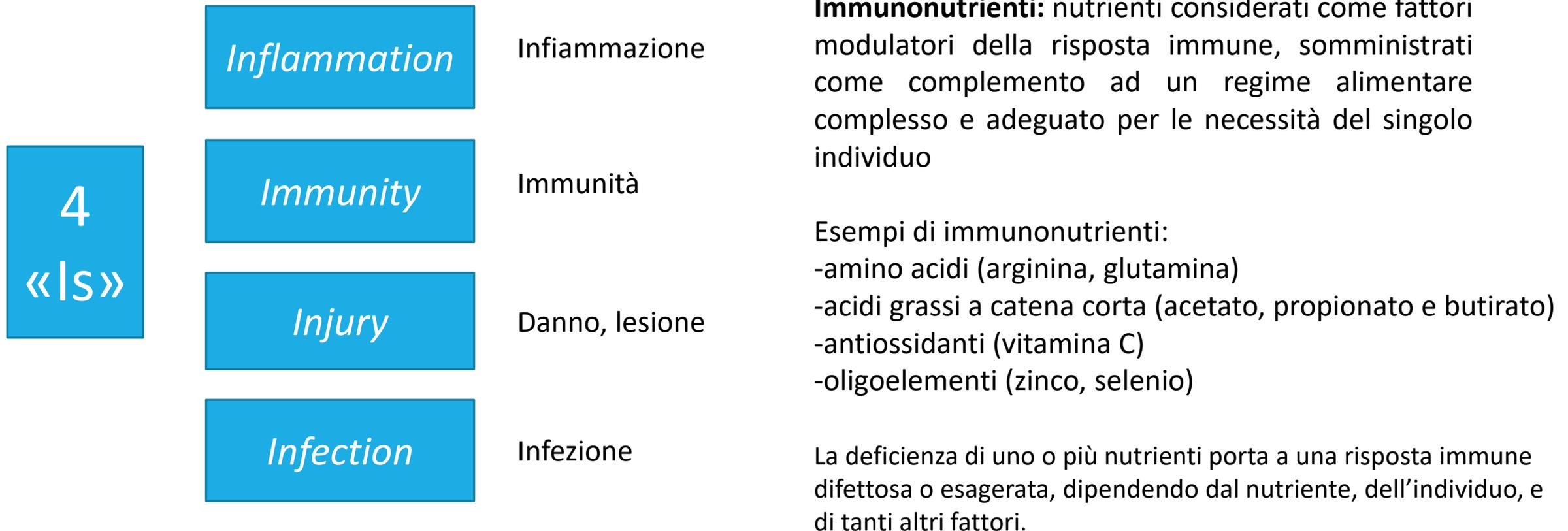
## EDUCAZIONE ALIMENTARE



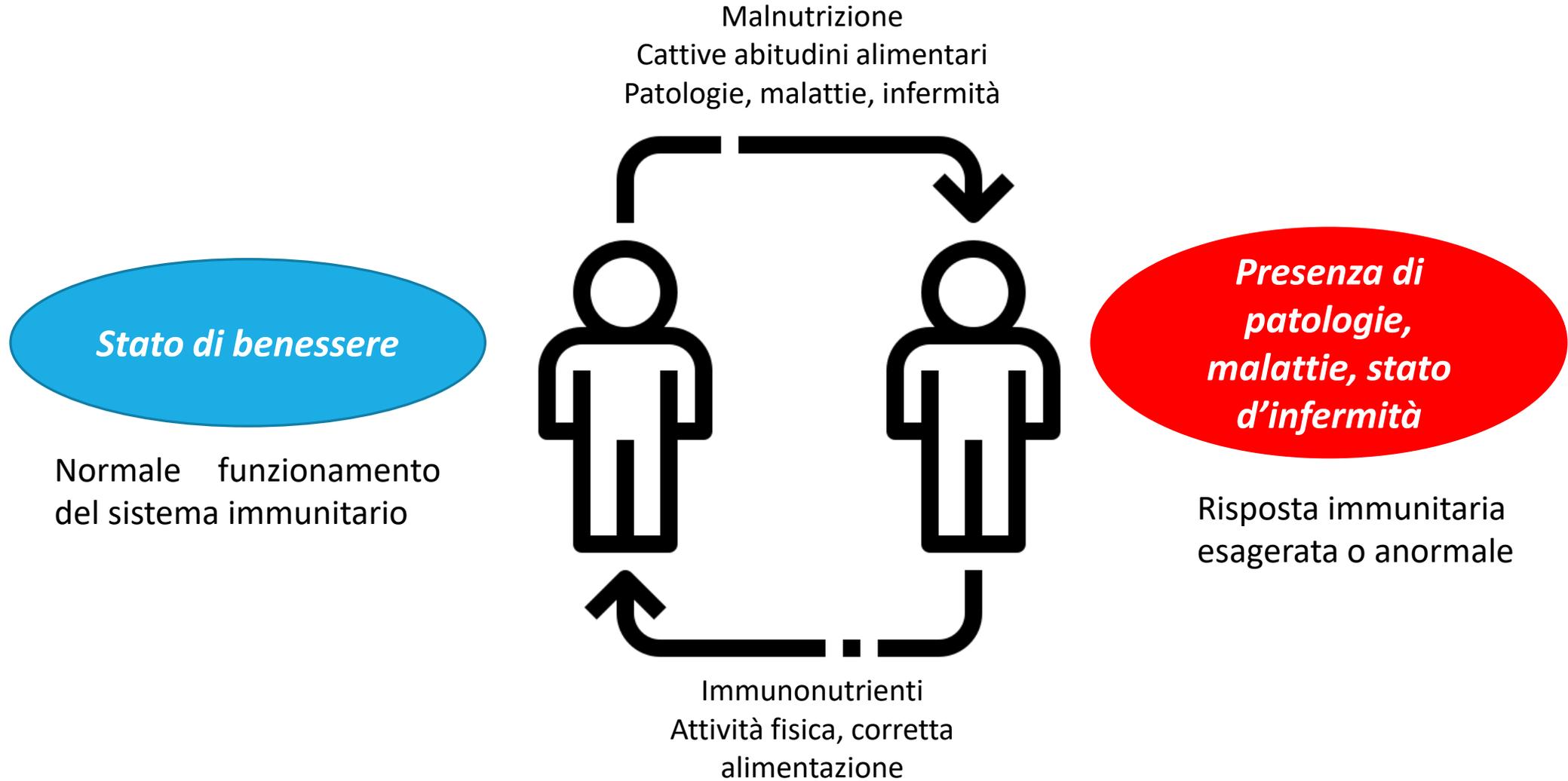
*Linee guida per una sana alimentazione*

# IMMUNONUTRIZIONE

*Modulazione dell'attività del sistema immunitario, ovvero il mantenimento dell'omeostasia (sia inducendo che mantenendo una corretta risposta del sistema immunitario) mediante la somministrazione di nutrienti specifici.*



# Immunonutrienti: doppia funzione

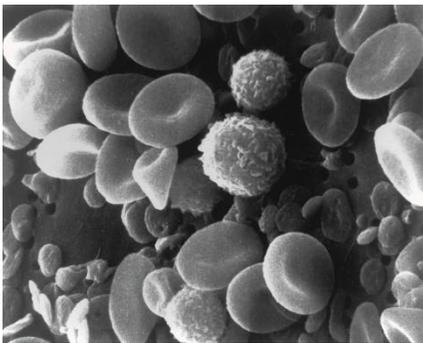


# *IL SISTEMA IMMUNITARIO*

# Il sistema immunitario

Il sistema immunitario è un insieme di organi, tessuti, cellule e altri componenti altamente specializzati che hanno la funzione di proteggere e difendere l'organismo da agenti esterni come patogeni e altri microorganismi, che potrebbero altrimenti causare infezioni o scatenare processi infiammatori, portando successivamente allo sviluppo di patologie.

Riconoscere i propri componenti, preservarli e proteggerli



*«Self» = l'organismo e tutte le cellule che lo compongono (e che, per tanto, vanno difese)*

Diffendere l'organismo dalla presenza da agenti esterni

*«Non self» = agenti estranei all'organismo e per i cui viene attivata una risposta di tipo immunologico*



# *Il sistema immunitario*

Il sistema immunitario agisce per:

- Impedire che organismi estranei entrino nel nostro corpo
- Eliminare rapidamente organismi estranei eventualmente entrati nel nostro corpo

È dotato di un sistema di difesa che comprende tre livelli:

- Barriere fisiche
- Risposta infiammatoria (immunità innata)
- Risposta immunitaria (immunità specifica)

Protezione



Difesa

# Tre livelli di difesa nel sistema immunitario

1

Barriere fisiche

Tessuto epiteliale, ciglia, peli  
Mucose  
pH acido dell'ambiente interno  
Sostanze chimiche antibatteriche  
contenute nei fluidi corporei

*Protezione*

2

Difese aspecifiche

Mastociti → tessuti  
Macrofagi → tessuti  
Neutrofili e basofili → sangue  
Cellule NK → sangue

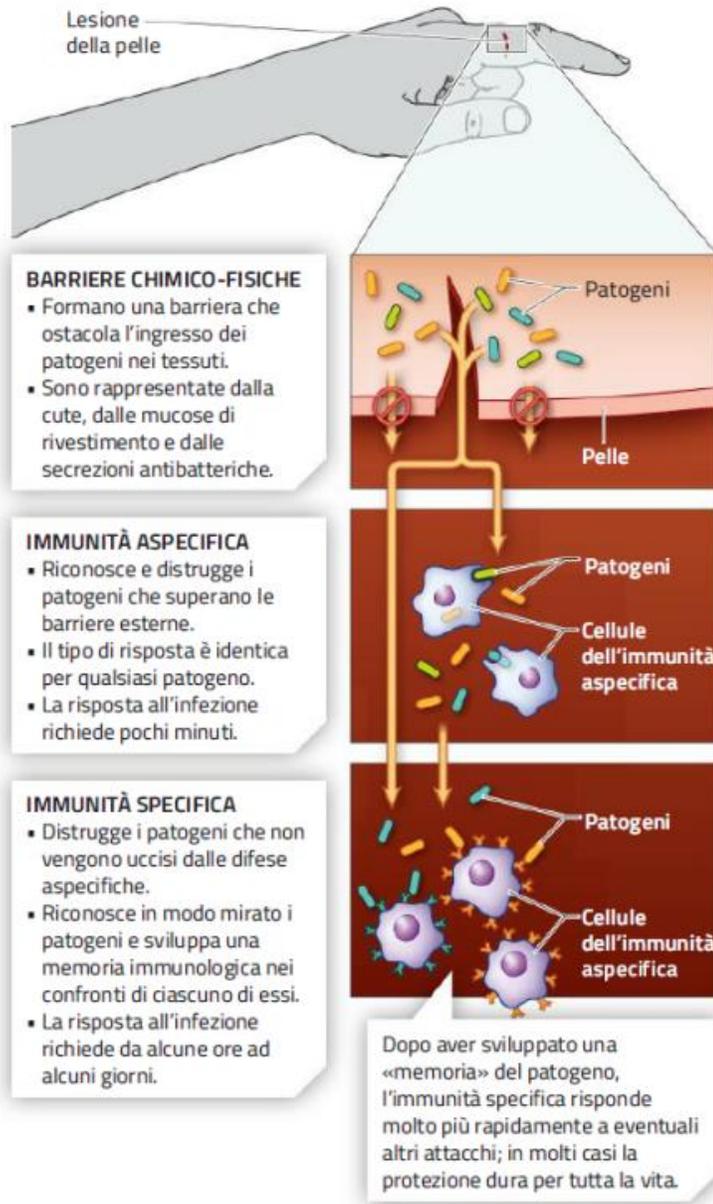
*Infiammazione*

3

Difese specifiche

Linfociti B e T → sangue  
Cellule dendritiche  
Proteine di comunicazione  
Armi chimiche

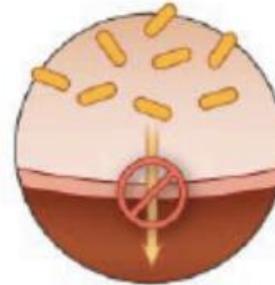
*Risposta immunitaria*



## La barriera fisico-chimica

### PELLE

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



### LISOZIMA E ALTRI ENZIMI

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



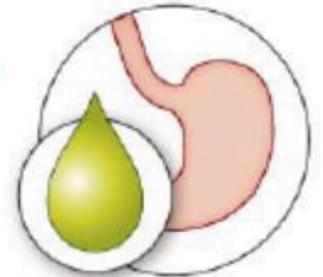
### LACRIME

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



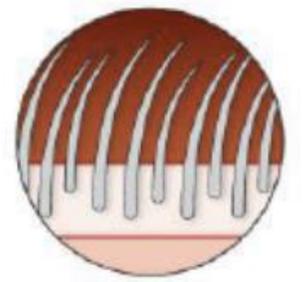
### SECREZIONI ACIDE

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



### 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.



# Componenti del sistema immunitario

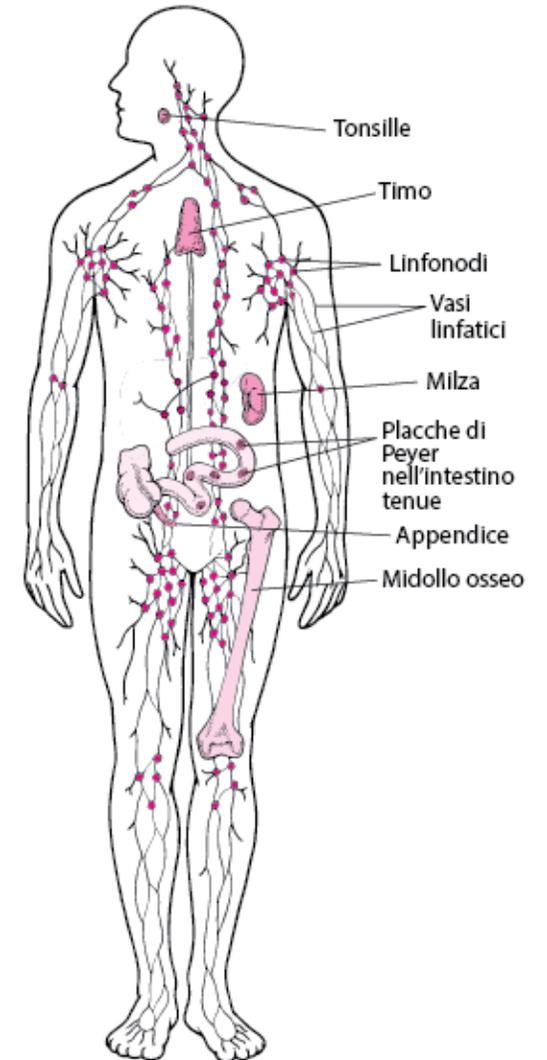
Il sistema immunitario è costituito da cellule (globuli bianchi o leucociti) e da molecole (citochine, anticorpi) che si sviluppano, risiedono e sono trasportate tramite il sistema linfatico (organi e vasi).

## Cellule:

leucociti (globuli bianchi), tra cui monociti, macrofagi, neutrofili, eosinofili, basofili, linfociti (cellule B e cellule T), cellule dendritiche, cellule NK.

## Molecole:

citochine, anticorpi, interleuchine, recettori, proteine del complemento.



Il sistema immunitario ha molti componenti:

Gli **anticorpi (immunoglobuline)** sono proteine, prodotte da globuli bianchi denominati **linfociti B**, che si legano tenacemente all'antigene di un invasore in modo da renderlo vulnerabile agli attacchi oppure neutralizzandolo immediatamente. Il corpo produce migliaia di anticorpi diversi. Ogni anticorpo è specifico per un determinato antigene.

Gli **antigeni** sono sostanze riconoscibili da parte del sistema immunitario e che quindi possono stimolare una risposta immunitaria.

I **linfociti B (o cellule B)** sono globuli bianchi che producono gli anticorpi specifici per l'antigene che ne ha stimolato la produzione.

I **basofili** sono globuli bianchi che liberano istamina (sostanza implicata nelle reazioni allergiche) e producono sostanze in grado di attirare altri globuli bianchi (neutrofili ed eosinofili) nella sede interessata.

La **cellula** è l'unità più piccola di un essere vivente, costituita da un nucleo e da un citoplasma circondati da una membrana.

La **chemiotassi** è il processo attraverso il quale una sostanza chimica attrae le cellule in una sede in particolare.

Il **sistema del complemento** si compone di un gruppo di proteine coinvolte in una serie di reazioni (la cosiddetta cascata del complemento) progettate per difendere l'organismo, ad esempio eliminando i batteri e altre cellule estranee, facilitando l'identificazione e l'ingestione (fagocitosi) delle cellule estranee da parte dei macrofagi e richiamando i macrofagi e i neutrofili nella sede interessata.

Le **citochine** sono una molteplicità di proteine diverse secrete dalle cellule del sistema immunitario e da altri tipi di cellule che fungono da messaggeri del sistema immunitario, contribuendo alla regolazione della risposta immunitaria.

Le **cellule dendritiche** derivano dai globuli bianchi. Sono localizzate nei tessuti e aiutano i linfociti T a riconoscere gli antigeni estranei.

Gli **eosinofili** sono globuli bianchi che eliminano i batteri e altre cellule estranee di dimensioni troppo grandi per essere fagocitati; inoltre, possono contribuire a immobilizzare ed eliminare i parassiti e a distruggere le cellule tumorali. Gli eosinofili sono coinvolti anche nelle reazioni allergiche.

I **linfociti T helper** (coadiuvanti) sono globuli bianchi che aiutano i linfociti B a produrre anticorpi contro gli antigeni estranei, contribuiscono all'attivazione dei linfociti T killer (citotossici) e stimolano i macrofagi, consentendo loro di fagocitare cellule infette o anomale in modo più efficiente.

L'**istocompatibilità** (letteralmente: compatibilità del tessuto) è determinata dal sistema dell'antigene leucocitario umano (molecole di auto-identificazione). L'istocompatibilità viene utilizzata per determinare se un tessuto o un organo trapiantato sarà accettato dal ricevente.

Il sistema dell'**antigene leucocitario umano (Human Leukocyte Antigen, HLA)** è un gruppo di molecole identificatrici presenti sulla superficie di tutte le cellule in una combinazione pressoché unica per ciascun individuo, consentendo quindi all'organismo di distinguere l'endogeno dall'esogeno. Tale gruppo di molecole identificatrici è anche detto complesso maggiore di istocompatibilità.

Un **immunocomplesso** è costituito da un anticorpo legato a un antigene.

Una **risposta immunitaria** è la reazione del sistema immunitario a un antigene.

Il termine **immunoglobulina** è sinonimo di anticorpo.

L'**interleuchina** è un tipo di messaggero (citochina) secreto da alcuni globuli bianchi per influenzare altri globuli bianchi.

I **linfociti T killer (citotossici)** sono un tipo di linfociti T che attacca ed elimina le cellule infette e le cellule tumorali.

Il termine **leucocita** è sinonimo di globulo bianco, ad esempio un monocita, un granulocita neutrofilo, eosinofilo o basofilo, oppure un linfocita (di tipo B o T).

Il **sistema linfatico** è una rete di linfonodi collegati da vasi linfatici che consente all'organismo di trasportare i microrganismi e le cellule morte o danneggiate per essere filtrate e distrutte. Le risposte immunitarie acquisite hanno inizio nei linfonodi.

I **linfociti** sono globuli bianchi responsabili dell'immunità acquisita (specifica), che comprende la produzione di anticorpi (da parte dei linfociti B), la distinzione tra endogeno ed esogeno (da parte dei linfociti T) e l'eliminazione di cellule infette e cellule tumorali (da parte dei linfociti T killer).

I **macrofagi** sono cellule di grandi dimensioni che si sviluppano da globuli bianchi denominati monociti. Essi fagocitano i batteri e altre cellule estranee e contribuiscono all'identificazione dei microrganismi e di altre sostanze estranee da parte dei linfociti T. I macrofagi sono normalmente presenti nei polmoni, nella pelle, nel fegato e in altri tessuti.

Il termine **complesso maggiore di istocompatibilità (Major Histocompatibility Complex, MHC)** è sinonimo di antigene leucocitario umano.

I **mastociti** sono cellule presenti nei tessuti che liberano istamina e altre sostanze implicata nelle reazioni infiammatorie e allergiche.

Una **molecola** è costituita da un gruppo di atomi uniti da legami chimici in modo da formare una sostanza unica.

I **linfociti natural killer** sono un tipo di globuli bianchi in grado di riconoscere ed eliminare cellule anomale, ad esempio alcune cellule infette o tumorali, senza dover apprendere in precedenza che quelle cellule sono anomale.

I **neutrofili** sono globuli bianchi che fagocitano e distruggono i batteri e altre cellule estranee.

I **fagociti** sono un tipo di cellule che fagocitano ed eliminano microrganismi invasori, altre cellule e frammenti cellulari. Sono fagociti i neutrofili e i macrofagi.

La **fagocitosi** è il processo con cui una cellula ingloba e ingerisce un microrganismo invasore, un'altra cellula o un frammento cellulare.

Un **recettore** è una molecola presente sulla superficie o all'interno di una cellula in grado di identificare molecole specifiche che vi corrispondono perfettamente, come una chiave nella sua serratura.

I **linfociti T regolatori (soppressori)** sono globuli bianchi che contribuiscono alla conclusione di una risposta immunitaria.

I **linfociti T (cellule T)** sono globuli bianchi coinvolti nell'immunità acquisita. Ne esistono tre tipi: helper (coadiuvanti), killer (citotossici) e regolatori.

I **globuli bianchi** (leucociti) sono presenti in una molteplicità di tipi diversi, come i monociti, i neutrofili, gli eosinofili, i basofili e i linfociti (cellule B e cellule T), ognuno dei quali ha un ruolo diverso nel sistema immunitario.

# Il sistema linfatico

**Sistema linfatico:** rete di linfonodi collegati da vasi linfatici che consente all'organismo di trasportare i microorganismi e le cellule morte o danneggiate per essere filtrate e distrutte. È un sistema di vasi separato da quello sanguigno, le cui funzioni principali sono:

- Mantenere l'equilibrio dei liquidi e dei soluti nel sangue
- Trasportare sostanze (proteine, lipidi, vitamine, ecc.) e globuli bianchi.

## Organi linfoidi primari

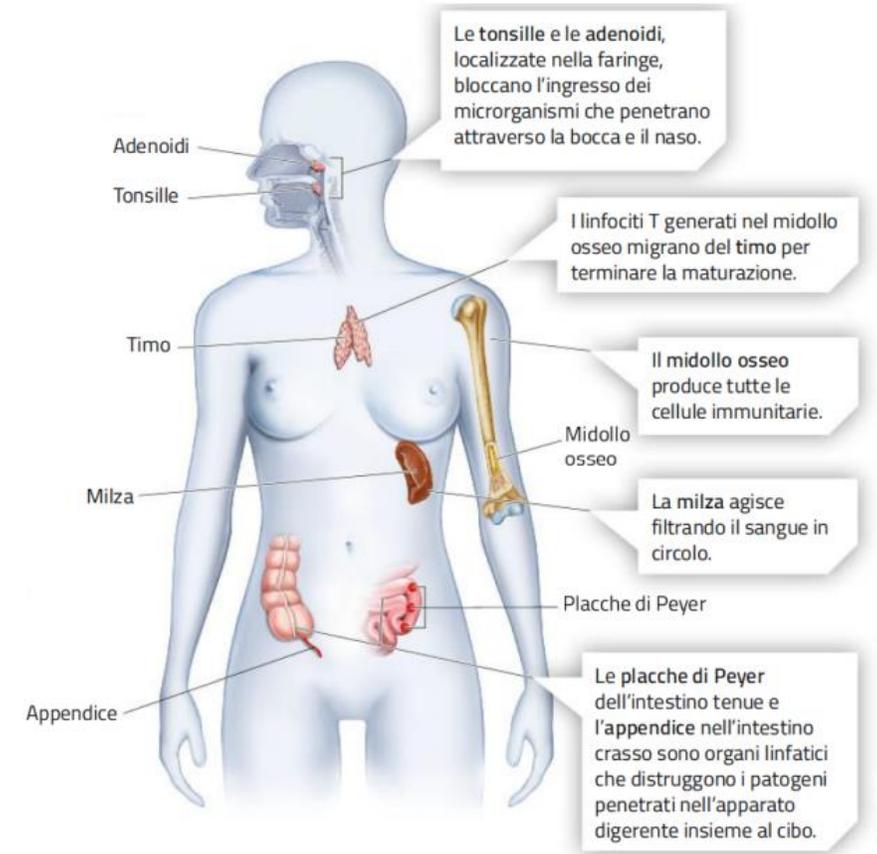
dove i linfociti acquisiscono la capacità di esprimere recettori per l'antigene e raggiungono la maturità

- Timo (maturazione linfociti T)
- Midollo osseo (maturazione linfociti B)

## Organi linfoidi secondari

dove hanno inizio e si sviluppano le risposte agli antigeni

- Linfonodi
- Milza
- Tonsille
- Placche di Peyer



## **Sistema linfatico: contribuisce a difendere l'organismo dalle infezioni**

Il sistema linfatico è una componente essenziale del sistema immunitario, insieme a timo, midollo osseo, milza, tonsille, appendice e placche di Peyer presenti nell'intestino tenue.

Il sistema linfatico è composto da una rete di linfonodi connessi dai vasi linfatici e trasporta la linfa in tutto l'organismo.

La linfa è composta da liquidi che trasudano attraverso le sottili pareti dei capillari nei tessuti corporei. Questo liquido contiene ossigeno, proteine e altre sostanze nutrienti utili per sostenere i tessuti. Una parte di questo liquido entra nuovamente nei capillari e una parte entra nei vasi linfatici (diventando linfa).

I piccoli vasi linfatici si collegano a quelli più grandi e, infine, formano il dotto toracico. Il dotto toracico è il vaso linfatico più grande in assoluto. Si collega alla vena succlavia, per poi restituire la linfa al flusso sanguigno.

Inoltre, la linfa trasporta le sostanze estranee (come i batteri), le cellule tumorali e le cellule morte o danneggiate eventualmente presenti nei tessuti nei vasi linfatici e quindi ai linfonodi per l'eliminazione. La linfa contiene anche molti globuli bianchi.

Tutte le sostanze trasportate dalla linfa passano almeno in un linfonodo, dove i corpi estranei possono essere filtrati e distrutti, prima che la linfa confluisca nel flusso sanguigno. Nei linfonodi, i globuli bianchi si accumulano, interagiscono reciprocamente e con gli antigeni e generano le risposte immunitarie verso le sostanze estranee. I linfonodi contengono una rete di tessuto che contiene linfociti B, linfociti T, cellule dendritiche e macrofagi densamente compattati. I microrganismi dannosi vengono filtrati attraverso questa maglia, quindi identificati e attaccati dai linfociti B e T.

I linfonodi spesso si raggruppano nelle aree da cui si diramano i vasi linfatici come collo, ascelle e inguine.

# Linfa e vasi linfatici

Liquido interstiziale (tra le cellule dei tessuti)

Capilari linfatici

Vasi linfatici

Linfonodi

I vasi linfatici trasportano un liquido chiamato LINFA, che svolge una duplice funzione:

- Raccoglie il liquido interstiziale (tra le cellule dei tessuti)
- Combatte le infezioni (trasporta cellule e molecole del SI)

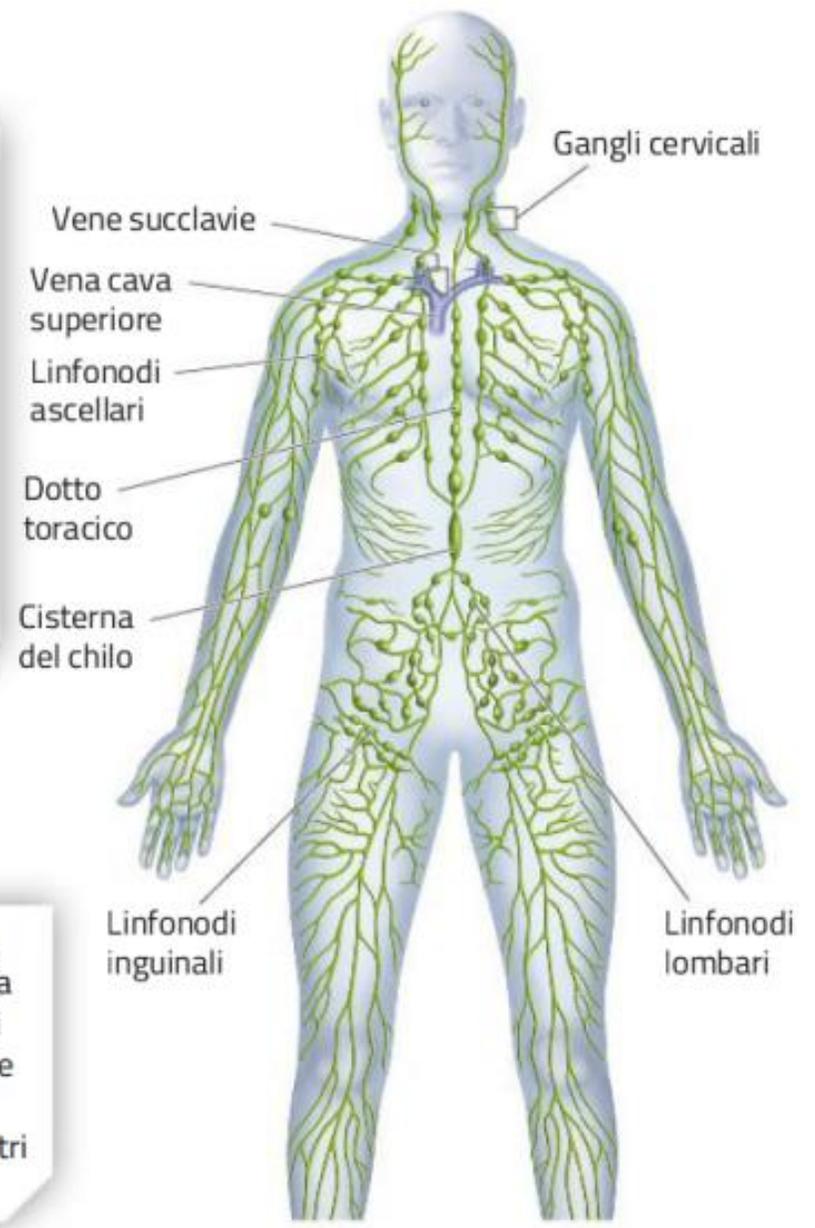
La linfa confluisce dai capillari linfatici verso vasi sempre più grossi, per rientrare poi nella circolazione sanguigna attraverso due grandi rami linfatici che si fondono poi con le vene

La linfa che circola attraverso gli organi linfatici trasporta anche i patogeni provenienti dai vari siti di infezione in tutto il corpo



I linfonodi sono le «stazioni di servizio» del sistema immunitario; filtrando la linfa, danno modo ai globuli bianchi di identificare e neutralizzare eventuali organismi patogeni.

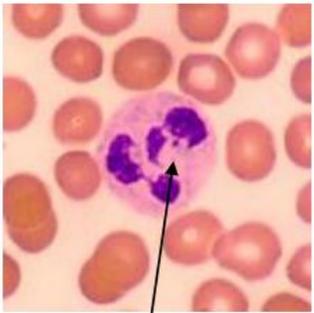
I vasi linfatici che trasportano la linfa sono tappezzati di cellule immunitarie e collegano i linfonodi con gli altri organi linfatici.



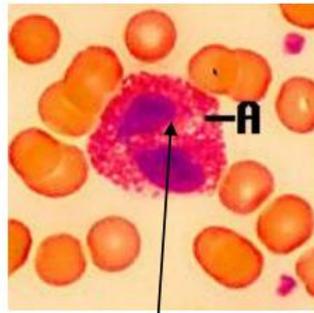
# Componenti cellulari della risposta immunitaria

## GLOBULI BIANCHI (LEUCOCITI)

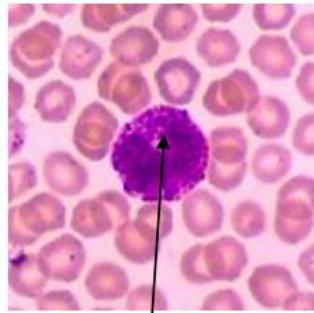
Leucociti: cellule prive di pigmento con la funzione di combattere le sostanze estranee che entrano nell'organismo. Fanno parte del sistema difensivo di cellule che fagocitano materiali, neutralizzano veleni, producono Ab o liberano messaggeri chimici



neutrofilo

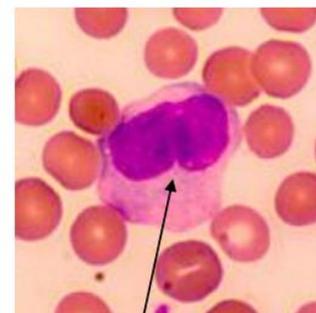


eosinofilo



basofilo

*Granulotici*

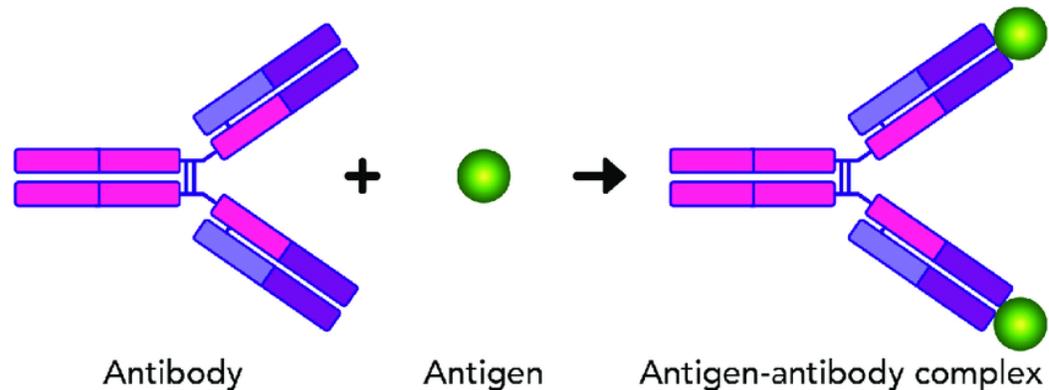


monocita



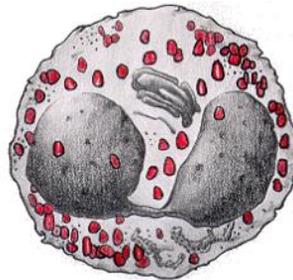
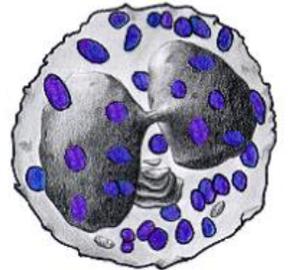
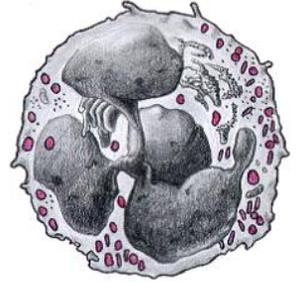
linfocita

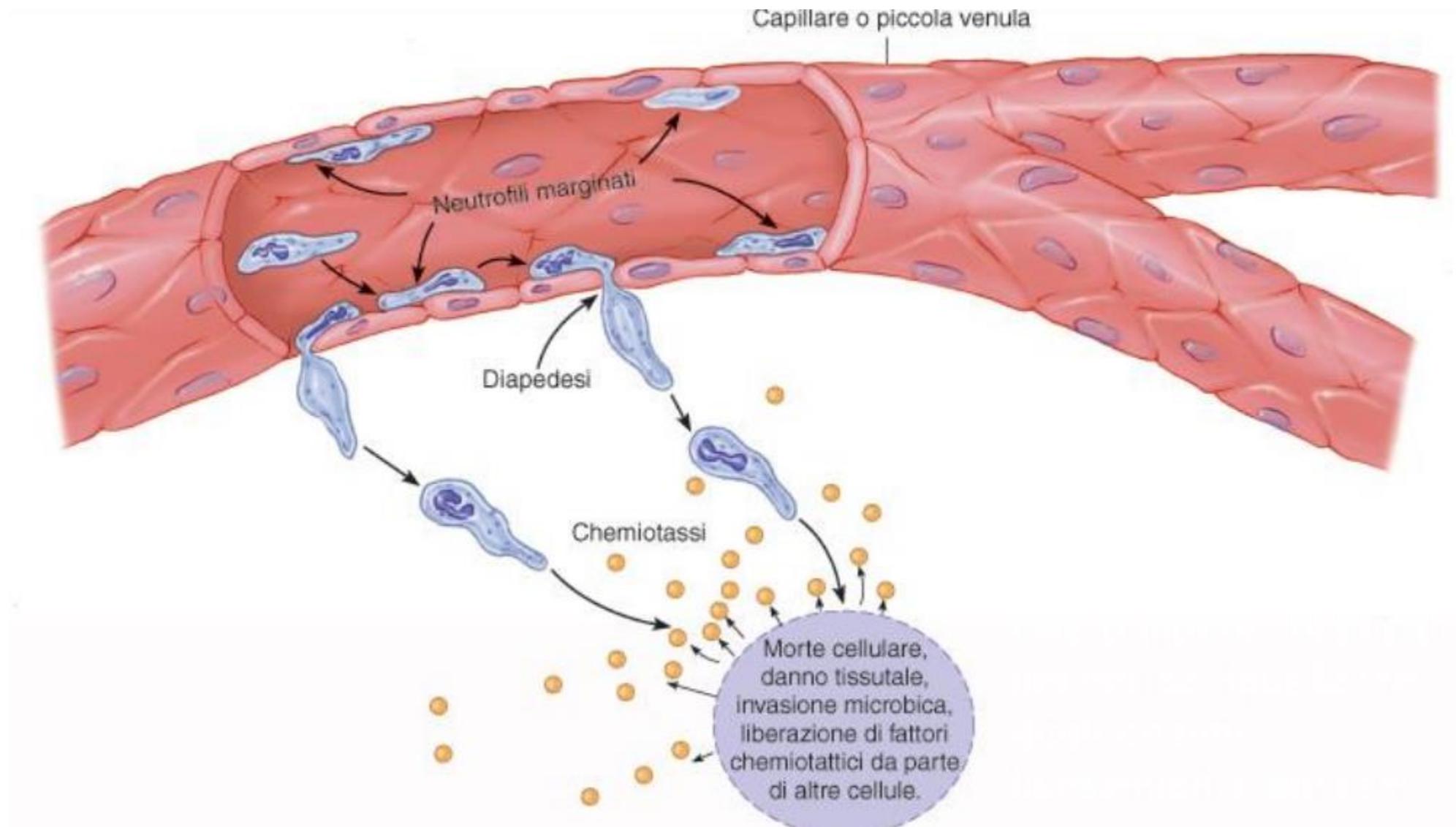
- ❖ **ANTIGENE:** sostanze riconoscibili da parte del sistema immunitario e che quindi possono stimolare una risposta immunitaria. Il sistema immunitario distrugge o neutralizza qualsiasi antigene che riconosca come estraneo e potenzialmente dannoso.
- ❖ **ANTICORPI:** sono proteine, prodotte dai linfociti B, che si legano tenacemente all'antigene di un invasore in modo da renderlo vulnerabile agli attacchi oppure neutralizzandolo immediatamente. Il corpo produce migliaia di anticorpi diversi. Ogni anticorpo è specifico per un determinato antigene.



## Componenti cellulari della risposta immunitaria: granulociti

- Neutrofili: sono i primi ad intervenire nel luogo dell'inflammazione. Agiscono fagocitando («mangiando») gli agenti patogeni (soprattutto batteri) e morendo liberano il contenuto dei granuli: danno, dolore, gonfiore e innescano il processo di guarigione. Possono trovarsi in tessuti, specialmente quello connettivo lasso
- Basofili: sono coinvolti nelle reazioni allergiche. Contengono eparina, **istamina**, perossidasi, fosfatasi acida e molti altri mediatori chimici dei processi infiammatori.
- Eosinofili: importanti nelle reazioni allergiche e nelle parassitosi. Secernono proteine specifiche in grado di difendere l'organismo dall'infezione (es. neutralizzano l'eparina, eliminano i parassiti).



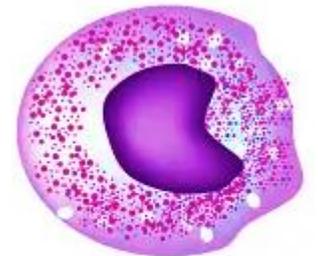


## Componenti cellulari della risposta immunitaria: monociti e macrofagi

- **Monociti:** cellule di grandi dimensioni che originano dal midollo osseo, una volta maturi vengono immessi in circolo dove rimangono per 2-3 giorni, poi passano nel tessuto connettivo di vari organi e si trasformano in macrofagi in seguito ai dovuti stimoli.
- **Macrofagi:** originati dai monociti circolanti in sangue, alcuni sono residenti nella pelle, organi linfatici e membrane mucose dell'apparato digerente, respiratorio, genitale ed urinario. Agiscono fagocitando gli agenti patogeni. Contengono numerosi enzimi digestivi e producono delle sostanze chimiche che stimolano la risposta immunitaria specifica.



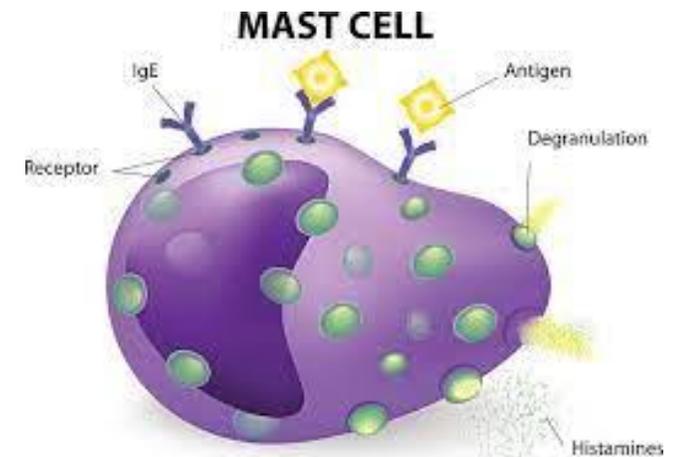
**Monocyte**



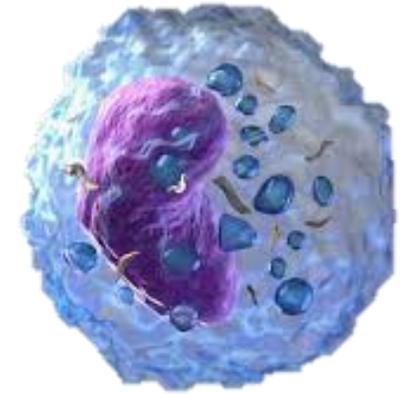
**Macrophage**

## Componenti cellulari della risposta immunitaria: mastociti

- Mastociti: non circolano nel sangue, bensì sono localizzati soprattutto a livello cutaneo, sulle mucose respiratorie, su quelle gastrointestinali e nel tessuto connettivo lasso attorno ai piccoli vasi sanguigni. Quando un agente patogeno supera la barriera fisica (1° livello di difesa), i mastociti rilasciano alcune sostanze chimiche, tra cui l'istamina, che aumenta la circolazione del sangue creando calore e rossore (infiammazione). Sono coinvolti anche nelle reazioni allergiche.



Componenti cellulari della risposta immunitaria: cellule natural killer (NK)



- Cellule natural killer o cellule NK: cellule grandi granulari, con attività citolitica indipendente dalla sensibilizzazione, ovvero sono in grado di riconoscere ed eliminare cellule anomale, ad esempio alcune cellule infette o pre-tumorali, senza dover apprendere in precedenza che quelle cellule sono anomale. Sono assenti nel midollo osseo e nei linfonodi, ma presenti nel sangue periferico e nella milza. Agiscono per contatto, rilasciando sostanze che provocano la rottura (lisi) della membrana plasmatica di cellule infettate da un virus o di cellule tumorali



## Componenti cellulari della risposta immunitaria: cellule dendritiche

- Cellule dendritiche: si trovano nei tessuti e formano parte della famiglia di APC (*antigen-presenting cells*). Fagocitano il patogeno (batterio) e sono molto mobili grazie alle loro lunghe protrusioni citoplasmatiche che stendono e ritirano ritmicamente. Espongono le proteine (antigeni) del patogeno sulla loro superficie attaccandole a proteine di membrana dette complesso maggiore di istocompatibilità (HLA). Migrano nei linfonodi. Partecipano sia nell'immunità innata che adattativa, presentando gli antigeni ai linfociti T helper.

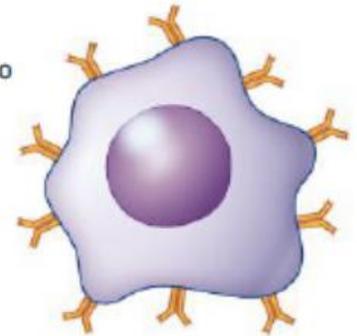


## Componenti cellulari della risposta immunitaria: linfociti

- Linfociti T: dal midollo osseo passano nel sangue dove terminano il loro sviluppo nel timo (maturazione = acquisizione recettori che riconoscono antigeni estranei, diventando competenti). Si spostano continuamente tra milza, linfonodi e tessuto connettivo. Aiutano i linfociti B nella loro funzione.
- Linfociti B: dal midollo migrano nella milza, tonsille, linfonodi e pareti intestinali. In seguito a stimolazione antigenica iniziano a produrre anticorpi che si legano ai relativi antigeni e contribuiscono a distruggerli; altri diventano cellule memoria in grado di riconoscere e attaccare l'antigene al successivo ingresso nell'organismo.

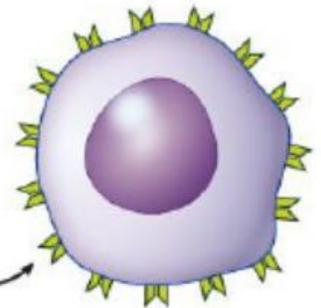
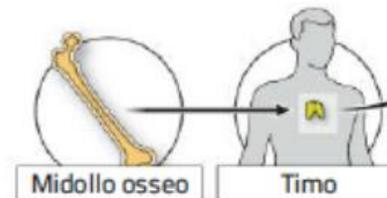
### LINFOCITI B

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

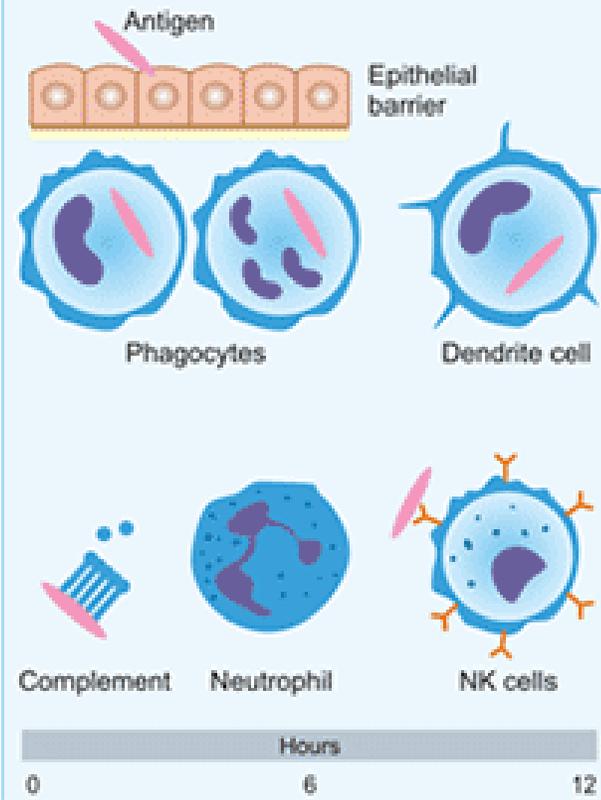


### LINFOCITI T

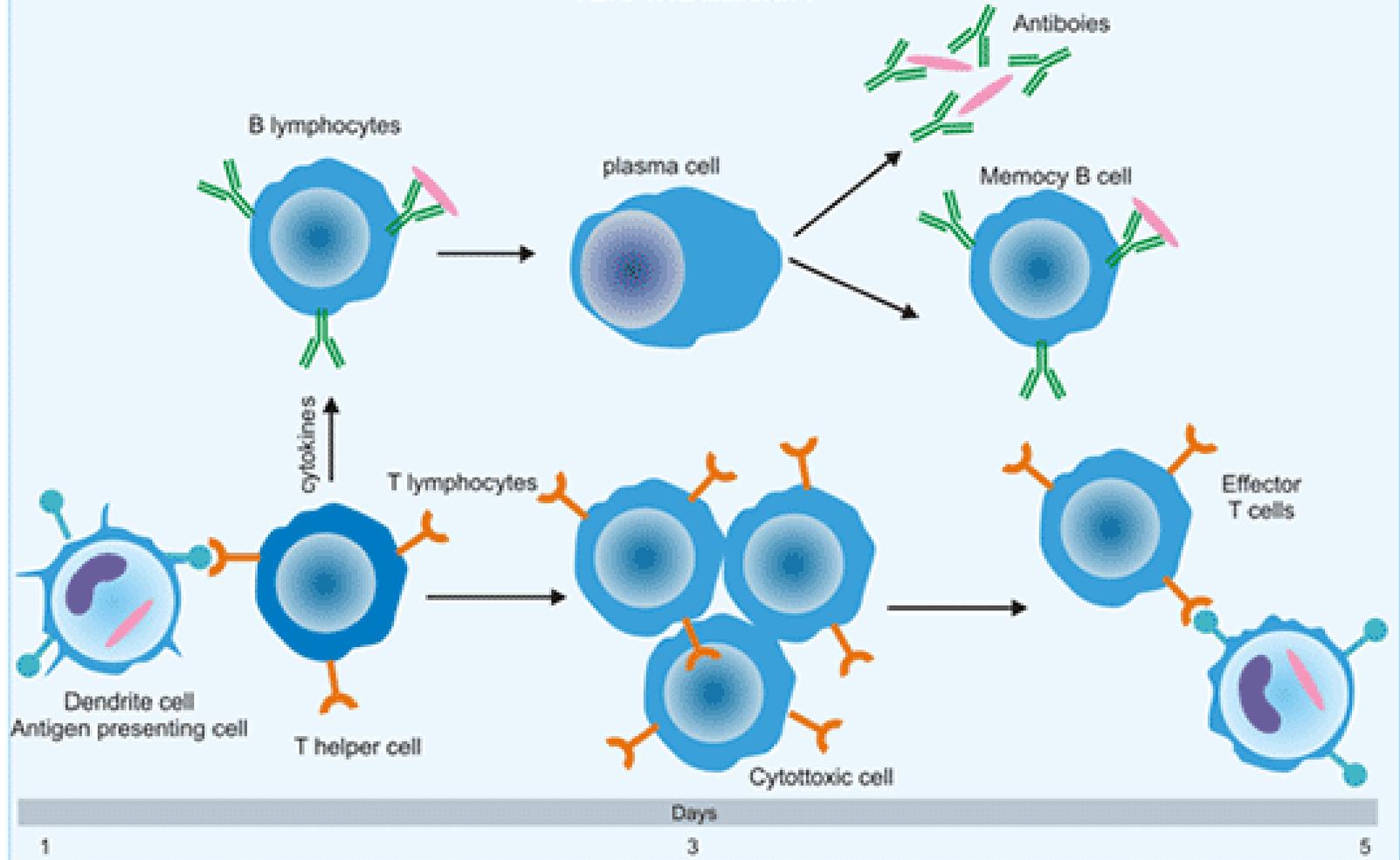
- Si sviluppano nel midollo osseo e maturano nel timo.
- Combattono i patogeni distruggendo le cellule infettate.



### INNATE IMMUNITY



### ADAPTIVE IMMUNITY



# SISTEMA IMMUNITARIO INNATO

Vs.

# SISTEMA IMMUNITARIO ADATTATIVO

Innata (dalla nascita)

Si sviluppa durante la vita

Non specifica

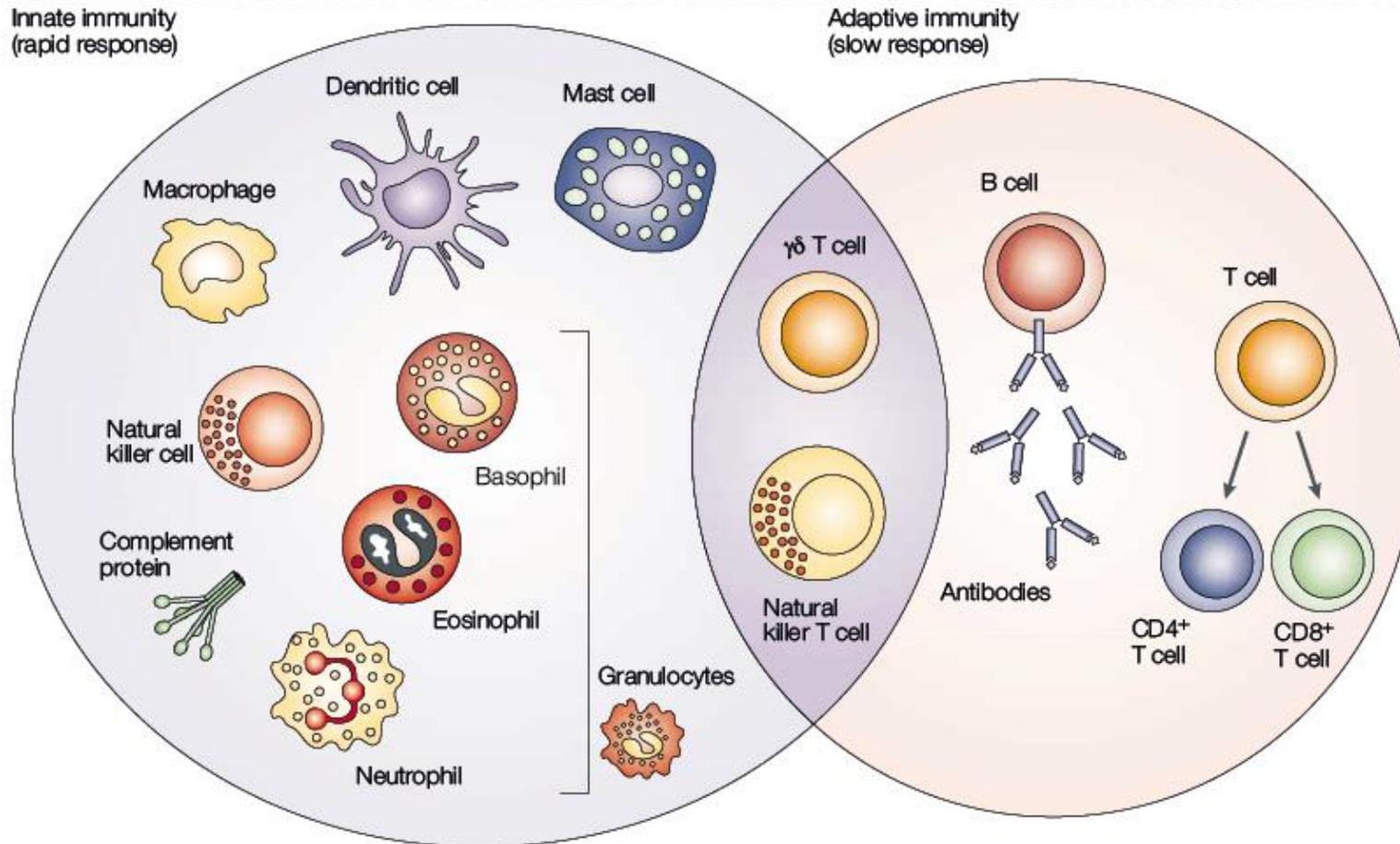
Molto specifica

Rapida

Lenta

Senza memoria

Tiene memoria



Il corpo mette in atto una serie di azioni difensive che includono:

Barriere fisiche, Globuli bianchi, Molecole come anticorpi e proteine del complemento, Organi linfoidi

### Barriere fisiche

La difesa di prima linea contro gli invasori è rappresentata da barriere meccaniche o fisiche: La pelle, La cornea degli occhi e Le membrane che ricoprono le pareti dell'apparato respiratorio, digerente, urinario e riproduttivo

Finché queste barriere rimangono integre, molti invasori non possono entrare nell'organismo. Se una di queste barriere viene interrotta, ad esempio, se ustioni diffuse danneggiano gran parte del tessuto cutaneo, il rischio di infezione aumenta.

Inoltre, le barriere sono protette da secrezioni che contengono enzimi capaci di distruggere i batteri. Esempi sono dati dalle lacrime presenti negli occhi, dal muco dell'apparato respiratorio e dall'apparato digerente e dalle secrezioni della vagina.

### Globuli bianchi

Il meccanismo di difesa successivo implica l'azione dei globuli bianchi (leucociti) che si spostano nel flusso sanguigno e nei tessuti, alla ricerca di microrganismi e altri invasori da attaccare.

Questo meccanismo si svolge in due fasi:

- **Immunità innata (naturale)**: l'immunità innata significa che il soggetto nasce con tale caratteristica. Pertanto, l'immunità innata non richiede un precedente contatto con un microrganismo o un altro invasore per poter funzionare in modo efficace. La risposta agli invasori è immediata, senza che vi sia il bisogno di imparare a riconoscerli. Sono coinvolti numerosi tipi di globuli bianchi:

Fagociti, che fagocitano gli invasori. I fagociti includono i **macrofagi**, i **neutrofili**, i **monociti** e le **cellule dendritiche**.

**Cellule natural killer**, che al momento della produzione sono già in grado di riconoscere e distruggere le cellule tumorali e quelle infettate da alcuni virus.

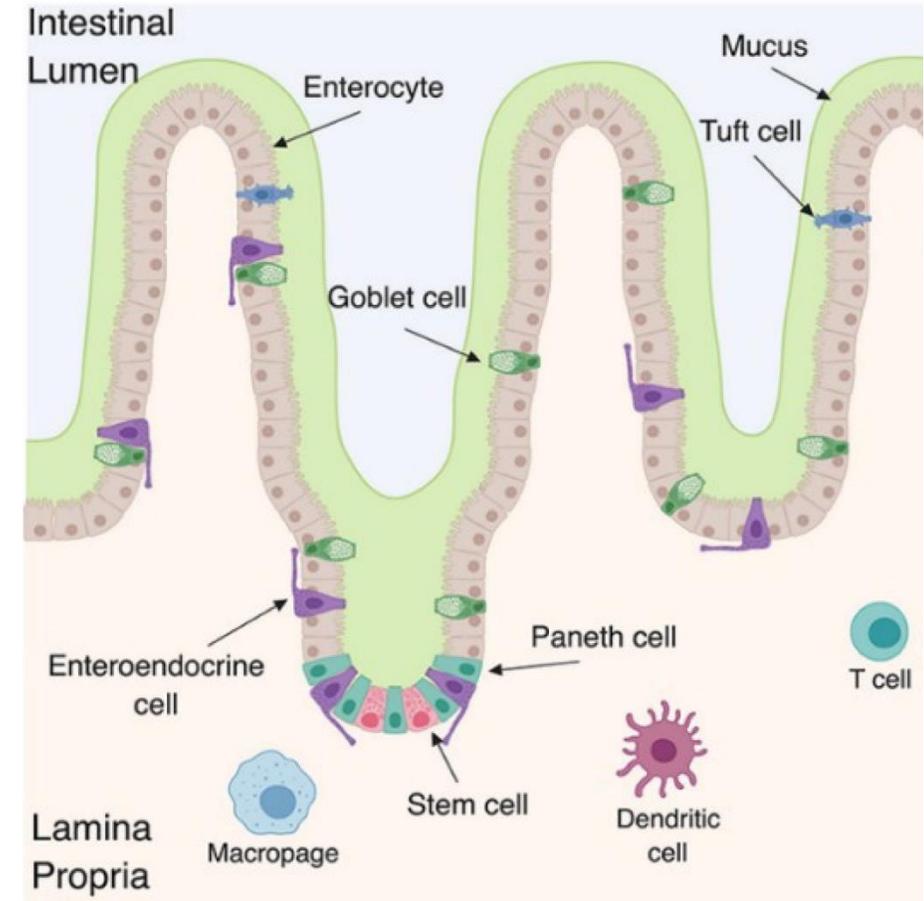
Alcuni globuli bianchi (come i **basofili** e gli **eosinofili**), che rilasciano sostanze coinvolte nel processo di **infiammazione**, come le citochine, e nelle reazioni allergiche, come l'istamina. Alcune di queste cellule sono in grado di distruggere gli invasori direttamente.

- **Immunità acquisita (adattativa o specifica)**: nell'immunità acquisita, i globuli bianchi denominati linfociti (**linfociti B** e **linfociti T**) che entrano in contatto con un invasore apprendono come aggredirlo e ricordano quello specifico microrganismo, così da poterlo aggredire in modo ancora più efficace quando si ripresenta. Ci vuole tempo perché si sviluppi l'immunità acquisita dopo il primo incontro con un nuovo microrganismo, perché i linfociti devono adattarsi. Dopo, tuttavia, la risposta arriva velocemente. I linfociti B e T collaborano per distruggere gli invasori. Per essere in grado di riconoscere gli invasori, i linfociti T devono avvalersi di cellule chiamate cellule di presentazione dell'antigene (come le cellule dendritiche). Queste cellule ingeriscono l'agente estraneo e lo scindono in frammenti.

*Qual è la connessione tra sistema immunitario e intestino?*

# *Sistema immunitario e intestino ... qualche pillola*

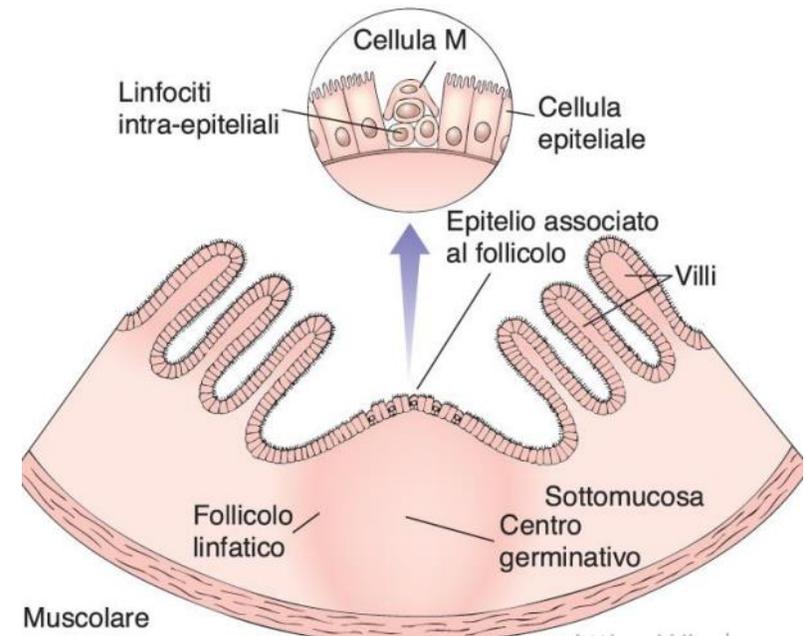
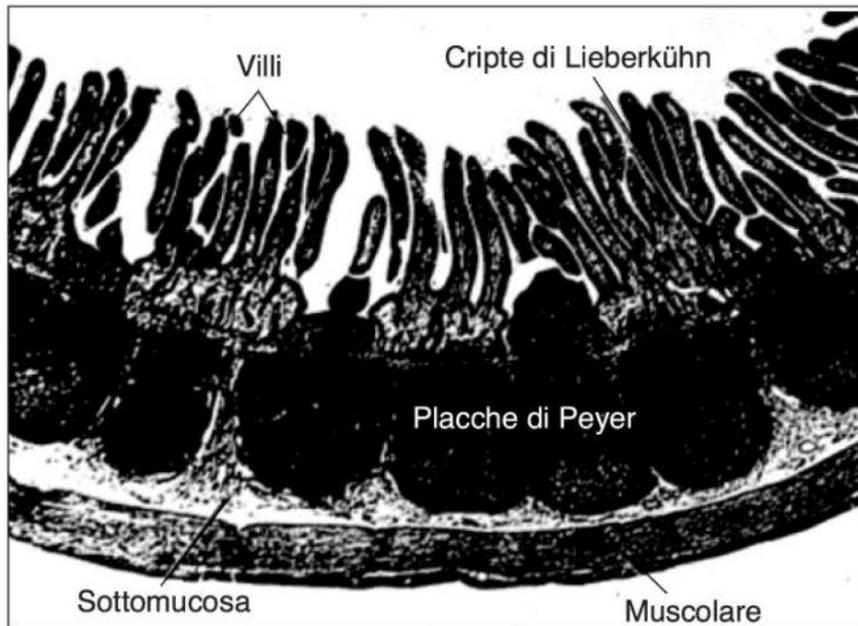
- L'intestino è l'organo con più cellule immunitarie del corpo (circa l'80%, in condizioni fisiologiche), prodotte dai linfonodi appartenenti alla mucosa dell'intestino
- La barriera intestinale è composta dalla flora batterica, dalla mucosa intestinale e dal sistema immunitario intestinale.
- GALT (*Gut Associated Lymphoid Tissue*): **tessuto linfoide associato all'intestino**. In questo particolare e specifico tessuto, cellule della difesa, come ad esempio linfociti, cellule dendritiche e macrofagi, sono aggregate e organizzate per garantire l'attivazione di una risposta immunitaria quando necessario.



Il tratto gastrointestinale rappresenta il luogo in cui le funzioni deputate alla digestione ed assorbimento dei nutrienti si affiancano ai meccanismi di difesa che coinvolgono varie strutture anatomiche e cellulari. Infatti, in condizioni fisiologiche, l'intestino contiene più cellule immunitarie di quelle presenti nel resto del corpo e questo è dovuto al fatto che quest'organo è sottoposto a continue sollecitazioni da parte di antigeni microbici ed alimentari. Sebbene l'epitelio di rivestimento intestinale rappresenti un valido ostacolo alla penetrazione massiva di antigeni luminali nella lamina propria, una certa quota di materiale antigenico può oltrepassare la barriera epiteliale attraverso gli spazi tra le giunzioni strette, tramite le cellule M, che fanno parte dell'epitelio sovrastante le placche del Peyer (PP) o follicoli linfatici solitari ed hanno la capacità di inglobare e trasferire gli antigeni nel tessuto linfoide sottostante o mediante cellule dendritiche (DC), localizzate nella lamina propria, che estendono prolungamenti cellulari direttamente nel lume intestinale per catturare materiale antigenico.

# Placche di Peyer

**Placche di Peyer:** aggregazioni di follicoli linfatici di forma ovale e dimensioni di 10-20 mm, presenti normalmente nella parete intestinale ileo. Contengono un centro germinativo con cellule B, macrofagi, cellule dendritiche e linfociti T. L'epitelio intestinale che ricopre le placche contiene cellule specializzate in grado di catturare gli antigeni, dette cellule M, in quanto presentano sulla loro superficie luminale recettori a cui si legano gli antigeni.



# Il sistema immunitario intestinale

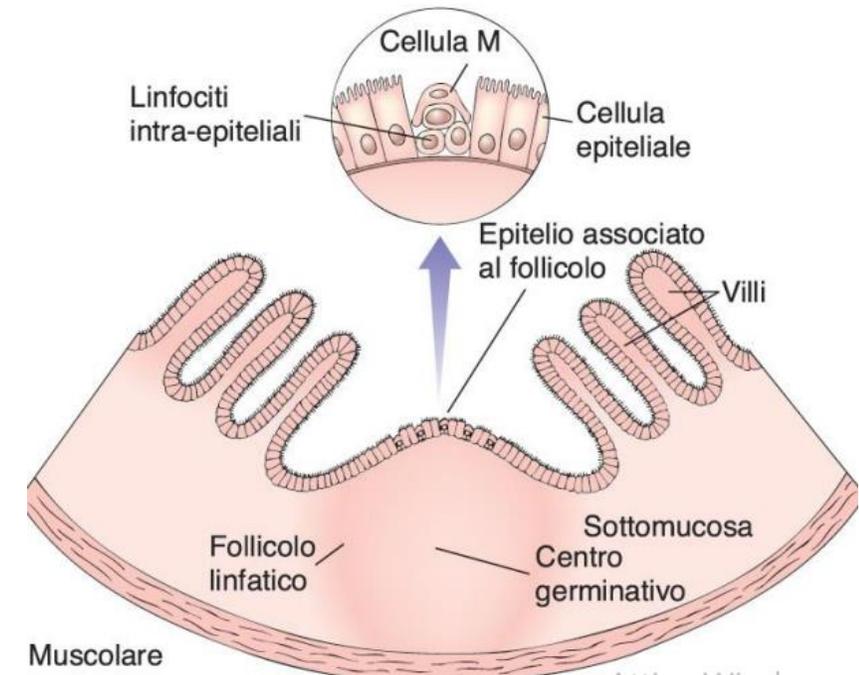
## Protezione e difesa

La linea di difesa a livello intestinale, dal punto di vista protettivo, è costituita dalle IgA secretorie. Sono prodotte all'interno delle membrane mucosali ed è il tipo di anticorpo più abbondante sintetizzato nel nostro corpo. Nell'intestino, le IgA secretorie possiedono due funzioni: prevenire e promuovere la colonizzazione batterica. Quando l'intestino viene attaccato da un batterio invasivo, una risposta IgA fortemente polarizzata assicura l'ammassamento del patogeno e la sua eliminazione con le feci. Al contrario, le IgA indotte dai batteri commensali dell'intestino condizionano l'attività e contribuiscono alla funzione fisiologica del microbiota.

IgA  
secretorie

Cellule M

Cellule M: servono da filtro per gli antigeni, i quali a loro volta si concentrano nella lamina propria intestinale a più diretto contatto con le cellule linfoidi.

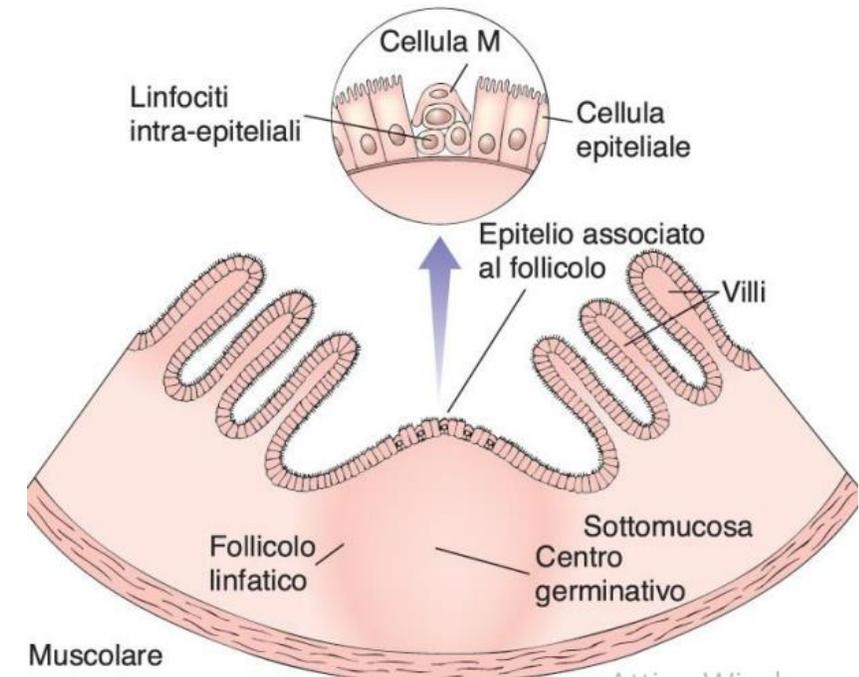


## Cellule epiteliali intestinali

Le cellule epiteliali intestinali possiedono sulla loro superficie dei recettori, i chiamati recettori Toll-like (TLR) in grado di legarsi ai batteri e attivare fattori dei meccanismi specifici che scatenano la produzione di citochine pro-infiammatorie (TNF-alpha, IFN-alpha, IL-8).

In questo modo, e soprattutto per via dell'azione della IL-8, sono reclutati altri tipi cellulari, come i neutrofili, dal circolo ematico verso i siti d'infiammazione e/o infezione.

Lamina propria e placche di Peyer: risiedono cellule come macrofagi, cellule dendritiche e linfociti (B e T), per cui possono scatenare sia l'immunità innata che l'adattativa



*Quando e perché nasce l'interesse nell'ambito dell'immunonutrizione?*

# Interesse dell'immunonutrizione nella comunità scientifica

NIH National Library of Medicine  
National Center for Biotechnology Information

Log in

PubMed®

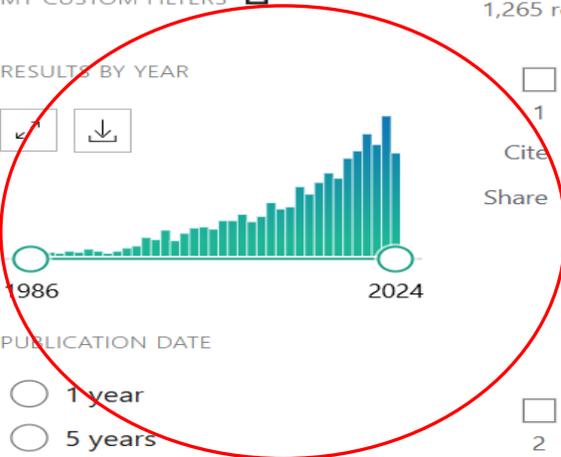
immunonutrition

Advanced Create alert Create RSS Search User Guide

Save Email Send to Sort by: Best match Display options

MY CUSTOM FILTERS 1,265 results Page 1 of 127

RESULTS BY YEAR



1986 2024

PUBLICATION DATE

1 year  
5 years  
10 years  
Custom Range

TEXT AVAILABILITY

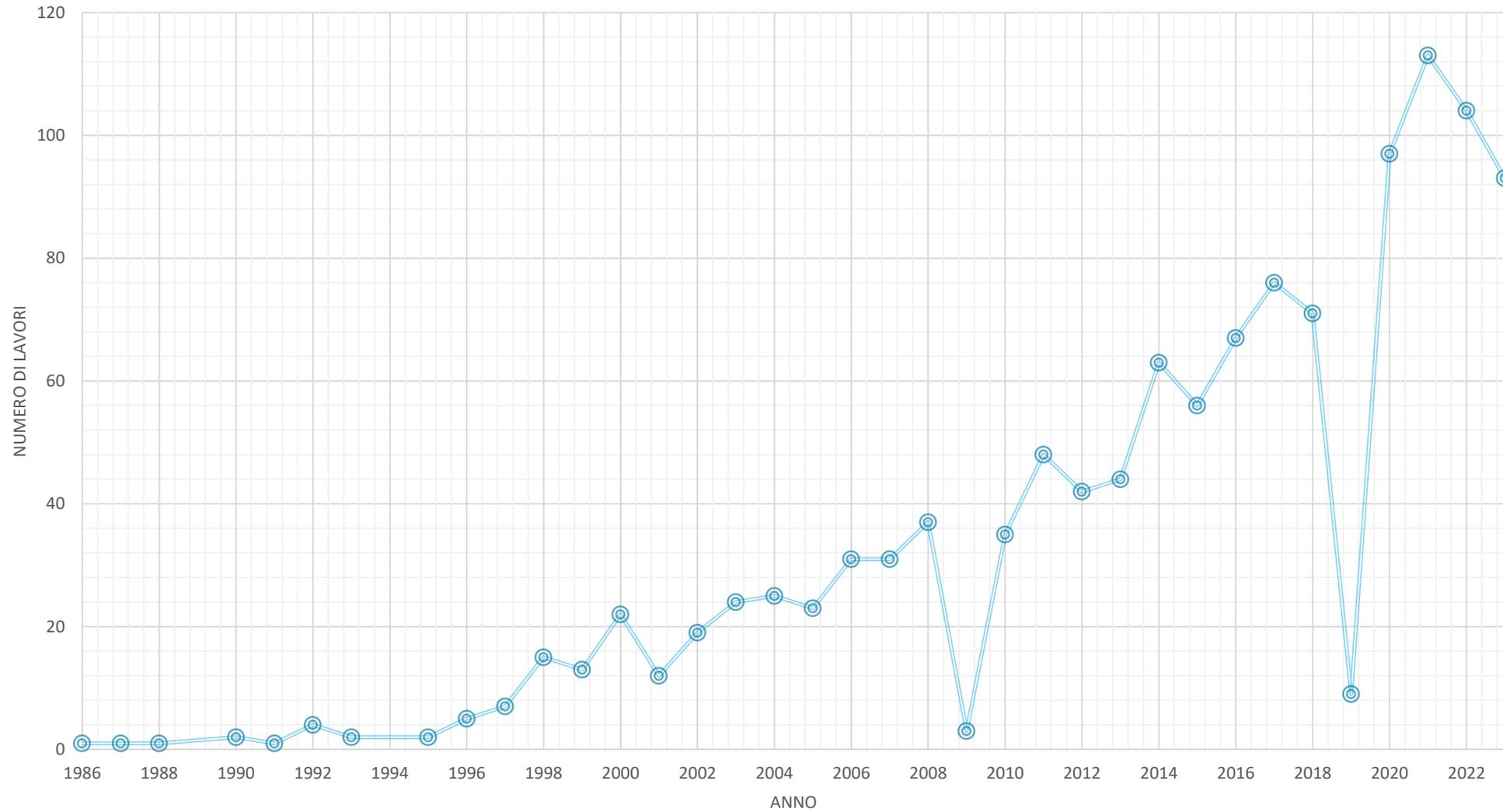
Abstract

[Immunonutrition, evidence and experiences].  
1 Tejera Pérez C, Guillín Amarelle C, Rodríguez Novo N, Lugo Rodríguez G, Mantiñán Gil B, Palmeiro Carballeira R, Pita Gutiérrez F, Argüeso Armesto R, Cantón Blanco A, Botana López MA, Fernández López MT, Muñoz Leira V, Rodeiro Marta S, Martínez Olmos MÁ.  
Nutr Hosp. 2023 Feb 15;40(1):186-199. doi: 10.20960/nh.04226.  
PMID: 36602129 Free article. Review. Spanish.  
**Immunonutrition** is a science that encompasses aspects related to nutrition, immunity, infection, inflammation and tissue damage. ...The objective of this work was to review the available evidence in **immunonutrition** (IN). For this, a bibliographic search has been car ...

**Immunonutrition** in patients with colon cancer.  
2 Sánchez-Guillén L, Arroyo A.  
Cite Immunotherapy. 2020 Jan;12(1):5-8. doi: 10.2217/imt-2019-0179. Epub 2020 Jan 6.  
Share PMID: 31902282 No abstract available.

Clinical Advances in **Immunonutrition** and Atherosclerosis: A Review.  
3 Ruiz-León AM, Lapuente M, Estruch R, Casas R.

# "Immunonutrition" ricerca su Pubmed



93 articoli nel 2023

# Immunonutrizione e Sars-Cov-2

 (immunonutrition) AND Covid-19

[Advanced](#) [Create alert](#) [Create RSS](#) [User Guide](#)

Sort by:    

MY NCBI FILTERS 

31 results

Page 1 of 1

Vitamina D

Vitamina C

Zinco

Omega-3

# Focus immunonutrizione nel paziente critico

Randomized Controlled Trial > Crit Care. 2023 Oct 3;27(1):381. doi: 10.1186/s13054-023-04651-y.

## Enteral citrulline supplementation versus placebo on SOFA score on day 7 in mechanically ventilated critically ill patients: the IMMUNOCITRE randomized clinical trial

Jean-Marc Tadié<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup>, Clara Locher<sup>7</sup>, Adel Maamar<sup>8</sup>, Jean Reignier<sup>9</sup>, Pierre Asfar<sup>10</sup>, Morgane Commereuc<sup>11</sup>, Mathieu Lesouhaitier<sup>8, 12, 13, 14</sup>, Murielle Gregoire<sup>8, 12</sup>, Estelle Le Pabic<sup>7</sup>, Claude Bendavid<sup>15</sup>, Caroline Moreau<sup>15</sup>, Jean-Luc Diehl<sup>11</sup>, Alain Gey<sup>16, 17</sup>, Eric Tartour<sup>16, 17</sup>, Yves Le Tulzo<sup>8, 12, 13</sup>, Ronan Thibault<sup>18</sup>, Nicolas Terzi<sup>8</sup>, Arnaud Gacouin<sup>8</sup>, Mikael Roussel<sup>8, 12</sup>, Christophe Delclaux<sup>19</sup>, Karin Tarte<sup>8, 12</sup>, Luc Cynober<sup>20</sup>

Affiliations + expand

PMID: 37784110 PMCID: PMC10546668 DOI: 10.1186/s13054-023-04651-y

> Surgery. 2023 Sep 27;S0039-6060(23)00494-4. doi: 10.1016/j.surg.2023.08.005. Online ahead of print.

## Immunonutrition in patients who underwent major abdominal surgery: A comprehensive systematic review and component network metanalysis using GRADE and CINeMA approaches

Claudio Ricci<sup>1</sup>, Francesco Serbassi<sup>2</sup>, Laura Alberici<sup>3</sup>, Carlo Ingaldi<sup>3</sup>, Luca Gaetani<sup>4</sup>, Emilio De Raffe<sup>3</sup>, Loris Pironi<sup>5</sup>, Anna Simona Sasdelli<sup>5</sup>, Cristina Mosconi<sup>6</sup>, Maria Cristina Di Marco<sup>7</sup>, Riccardo Casadei<sup>8</sup>

Affiliations + expand

PMID: 37775395 DOI: 10.1016/j.surg.2023.08.005

Free article

Review > Amino Acids. 2023 Sep 20. doi: 10.1007/s00726-023-03327-9. Online ahead of print.

## Shuttle between arginine and lysine: influence on cancer immunonutrition

R Sindhu<sup>1</sup>, M Supreeth<sup>2</sup>, Shashanka K Prasad<sup>3</sup>, M Thanmaya<sup>2</sup>

Affiliations + expand

PMID: 37728630 DOI: 10.1007/s00726-023-03327-9

Review > Nutr Res Rev. 2023 Sep 5;1-10. doi: 10.1017/S0954422423000100. Online ahead of print.

## Re-assessing the role of peri-operative nutritional therapy in patients with pancreatic cancer undergoing surgery: a narrative review

Zoi Bouloubasi<sup>1</sup>, Dimitrios Karayiannis<sup>1</sup>, Zoe Pafili<sup>1</sup>, Avra Almperti<sup>1</sup>, Konstantina Nikolakopoulou<sup>1</sup>, Grigoris Lakiotis<sup>2</sup>, George Stylianidis<sup>2</sup>, Vasilios Vougas<sup>3</sup>

Affiliations + expand

PMID: 37668101 DOI: 10.1017/S0954422423000100

L'immunonutrizione è stata associata e utilizzata soprattutto in clinica, il che deriva dalla necessità di migliorare lo stato di pazienti in condizioni gravi, oncologici o non, fundamentalmente sottoposti ad interventi chirurgici complessi che generalmente necessitano di un supplemento esterno (nutrizione enterale o parenterale).

# *Riassumendo...*

- Immunonutrizione: definizione
- Sistema immunitario
- Componenti cellulari della risposta immunitaria
- Sistema immunitario e intestino

*Prossima lezione... Sistema immunitario innato e infiammazione*