



IMMUNONUTRIZIONE

Docente: Dott.ssa Marina Ramal Sanchez

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

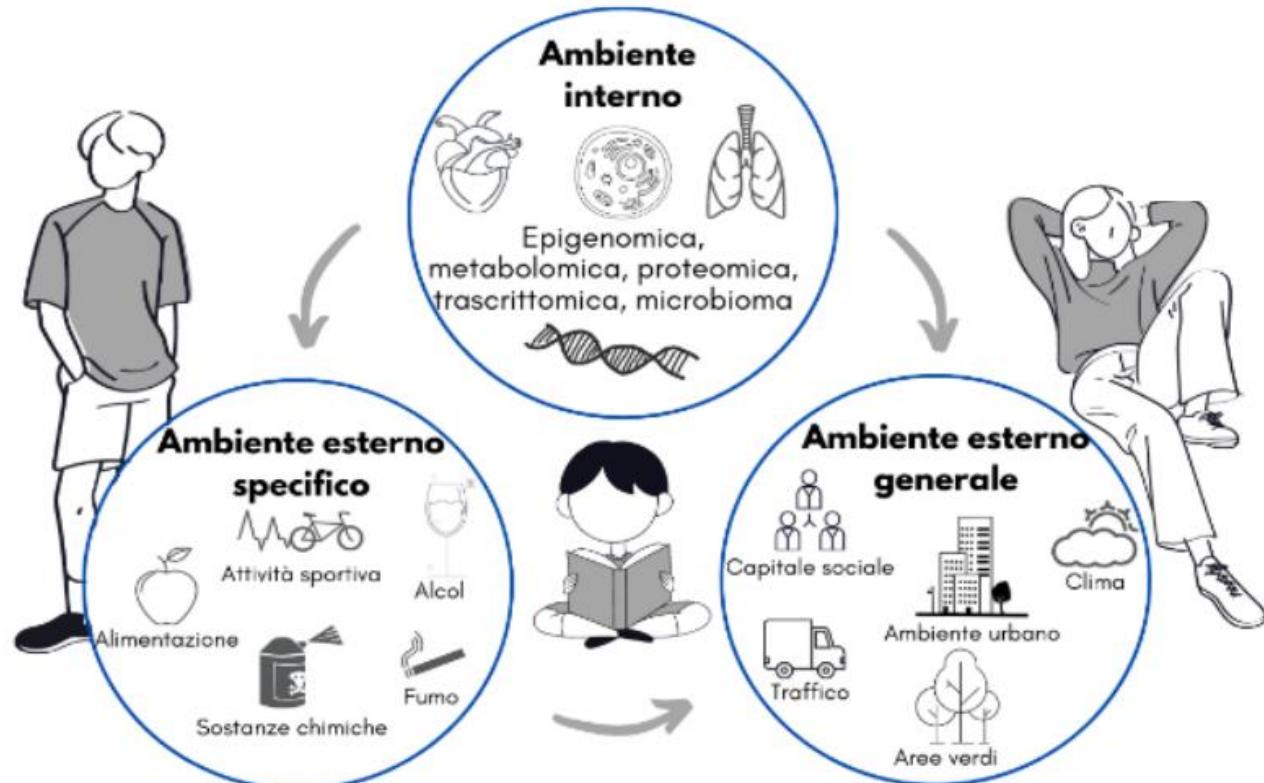
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TERAMO

24-10-2025

INTRODUZIONE ALL'IMMUNONUTRIZIONE

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE 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.*

ALIMENTAZIONE

https://www.cpo.it/workspace/files/scheda-rias_exposoma-60efefcfca216.pdf

Il modello teorico proposto si fonda sul concetto di “esposoma”, vale a dire lo studio di tutte le influenze ambientali che, nel corso della vita di una persona, possono modificarne lo stato di salute. In questo contesto, il termine “ambiente” viene inteso in senso lato, ovvero a comprendere le esposizioni voluttuarie e comportamentali e le condizioni socio-economiche dell’individuo. 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).

Lo esposoma è lo studio della transizione dalla biografia alla biologia, cioè di come le molteplici esperienze cui ogni individuo va incontro nel corso della vita interagiscano tra loro e con le molecole organiche per determinare lo stato di salute.

Si definiscono scienze omiche quelle discipline che utilizzano tecnologie di analisi che consentono la produzione di informazioni (dati), in numero molto elevato e nello stesso intervallo di tempo, utili per la descrizione e l’interpretazione del sistema biologico studiato.

Tra i numerosi fattori ambientali che compongono l’esposoma umano, la nutrizione rappresenta un elemento centrale.

I comportamenti alimentari concorrono al mantenimento dello stato di benessere e all’ottimizzazione dei vari aspetti della fisiologia del corpo, soprattutto per un’efficace funzionalità del sistema immunitario.

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.

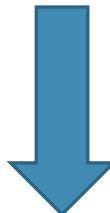


Linee guida per una sana alimentazione

EDUCAZIONE ALIMENTARE



Comportamenti alimentari (dieta varia ed equilibrata, scelte individuali)



Stato di benessere

Non si può parlare di buona salute se la nutrizione non è adeguata.

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.

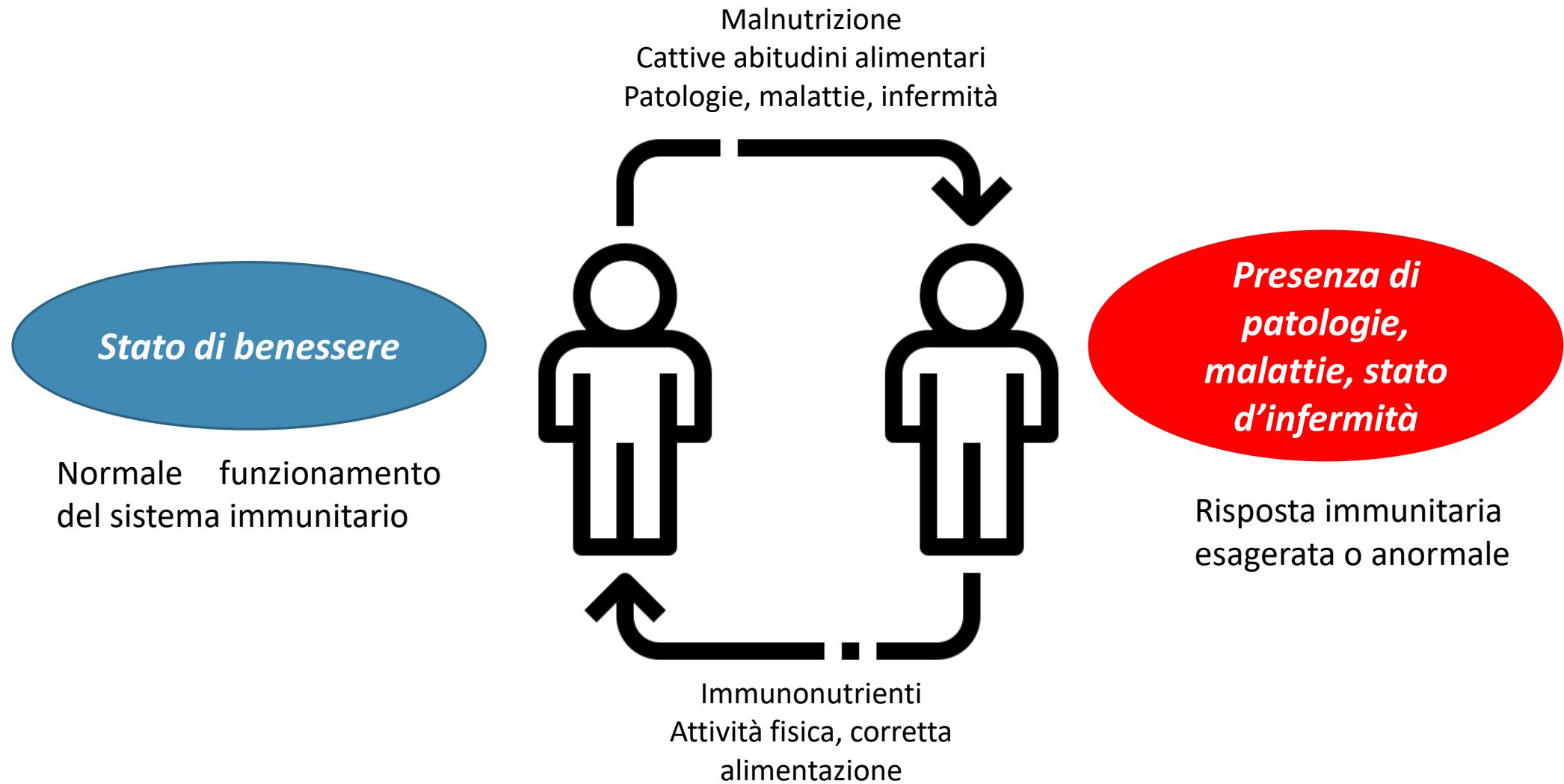
L'educazione alimentare rappresenta il primo e più efficace strumento di prevenzione a tutela della salute, tanto come azione quanto come prevenzione.

IMMUNONUTRIZIONE

Modulazione dell'attività del sistema immunitario mediante la somministrazione di nutrienti specifici.

4 «IS»	<i>Inflammation</i>	Infiammazione	Immunonutrieni: nutrienti considerati come fattori modulatori della risposta immune, somministrati come complemento ad un regime alimentare complesso e adeguato per le necessità del singolo individuo
	<i>Immunity</i>	Immunità	
	<i>Injury</i>	Danno, lesione	Esempi di immunonutrienti: -amino acidi (arginina, glutamina) -acidi grassi a catena corta (acetato, propionato e butirato) -antiossidanti (vitamina C) -oligoelementi (zinco, selenio)
	<i>Infection</i>	Infezione	

Immunonutrienti: doppia funzione

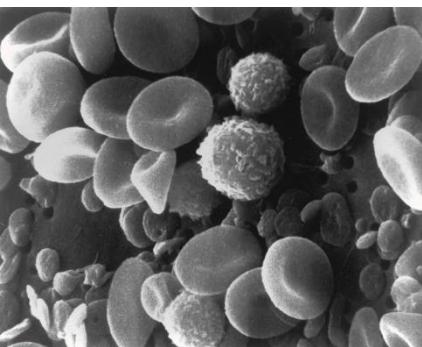


IL SISTEMA IMMUNITARIO

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

Protezione



Difesa

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

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

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
Macrfagi → tessuti
Neutrofili e basofili → sangue
Cellule NK → sangue

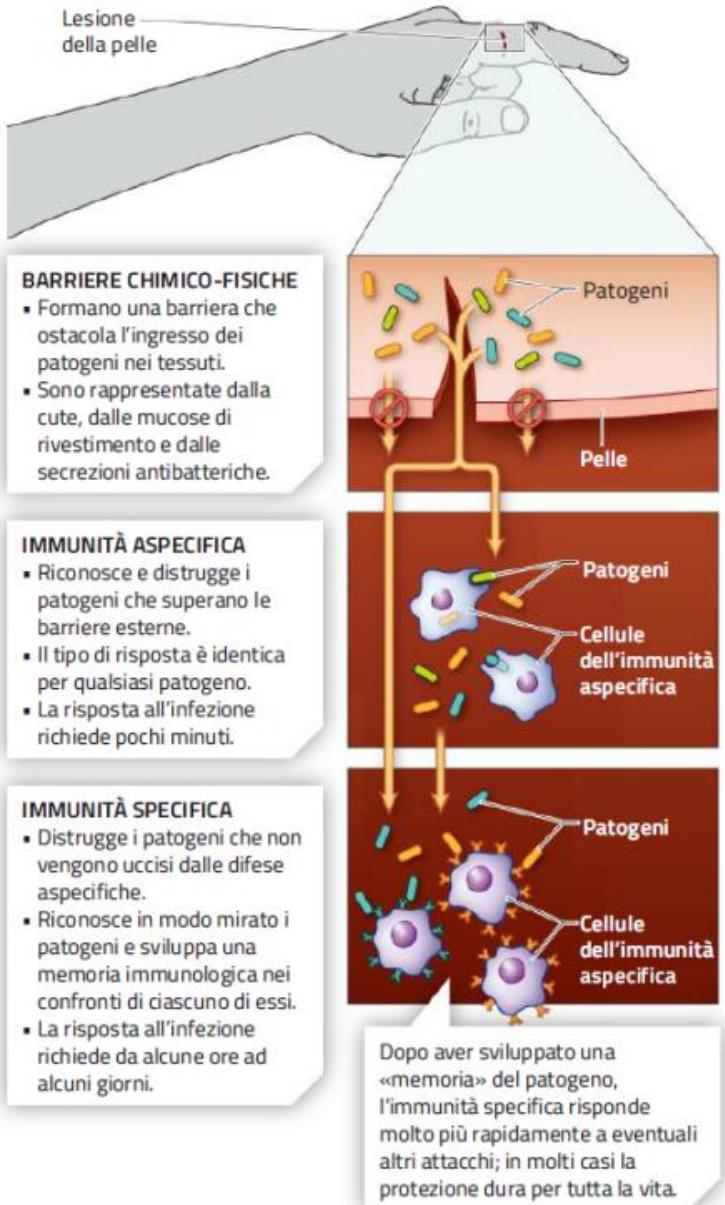
Infiammazione

3

Difese specifiche

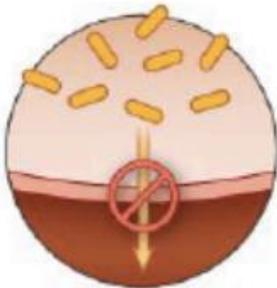
Linfociti B e T → sangue
Cellule dendritiche
Proteine di comunicazione
Armi chimiche

Risposta immunitaria



La barriera fisico-chimica

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



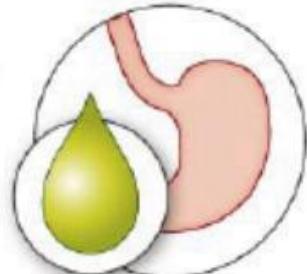
LISOZIMA E ALTRI ENZIMI
Il lisozima contenuto nella saliva e nelle lacrime e gli enzimi digestivi dell'intestino tenue uccidono molti batteri.



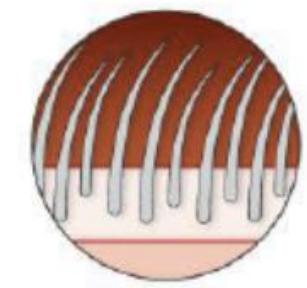
LACRIME
Le lacrime contengono sostanze chimiche antivirali e antibatteriche che eliminano i patogeni dalla zona degli occhi.



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 intrappa i patogeni presenti nel canale uditivo.



Componenti del sistema immunitario

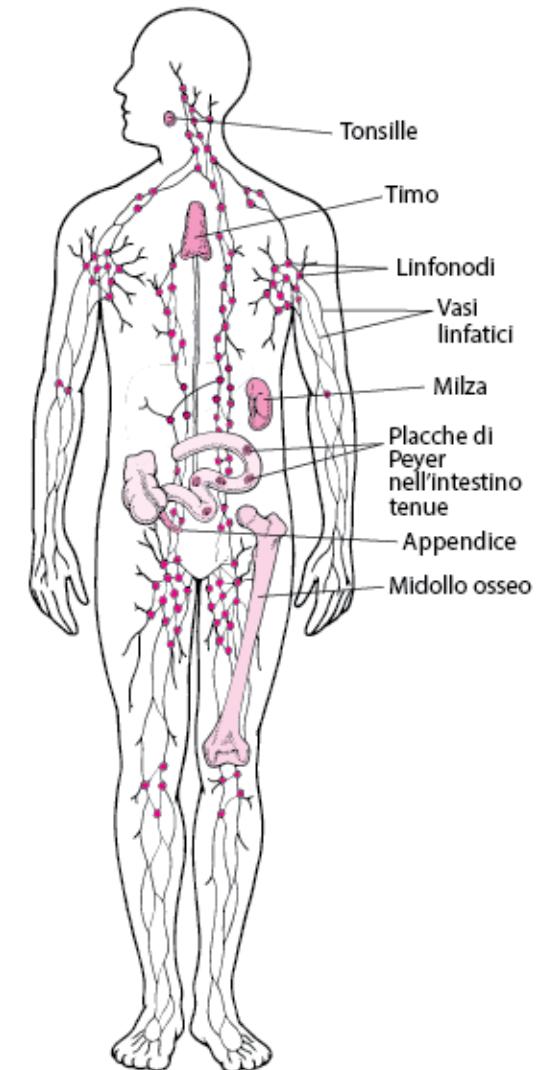
Il sistema immunitario è costituito da cellule (globuli bianchi o leucociti) e da molecole (citochine, anticorpi) che si sviluppano, risiedono e sono trasportate tramite il sistema linfatico (organi e vasi).

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 (specificata), 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 implicate 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

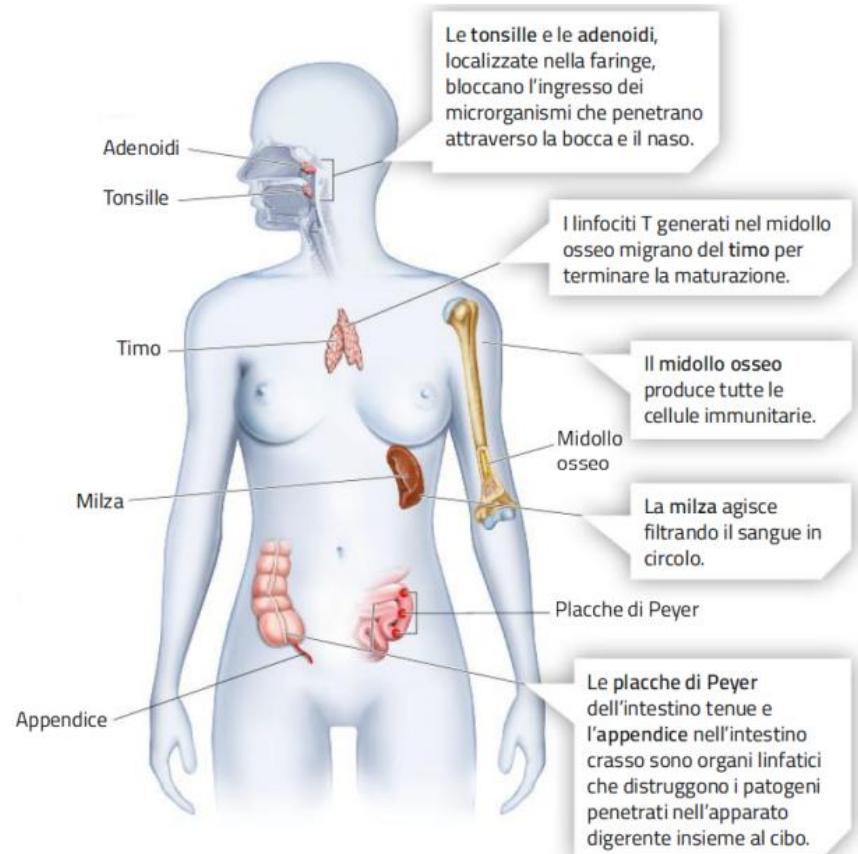
dove i linfociti acquisiscono la capacità di esperimentare recettori per l'antigene e raggiungono la maturità

- 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 sostentare 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 compatti. 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

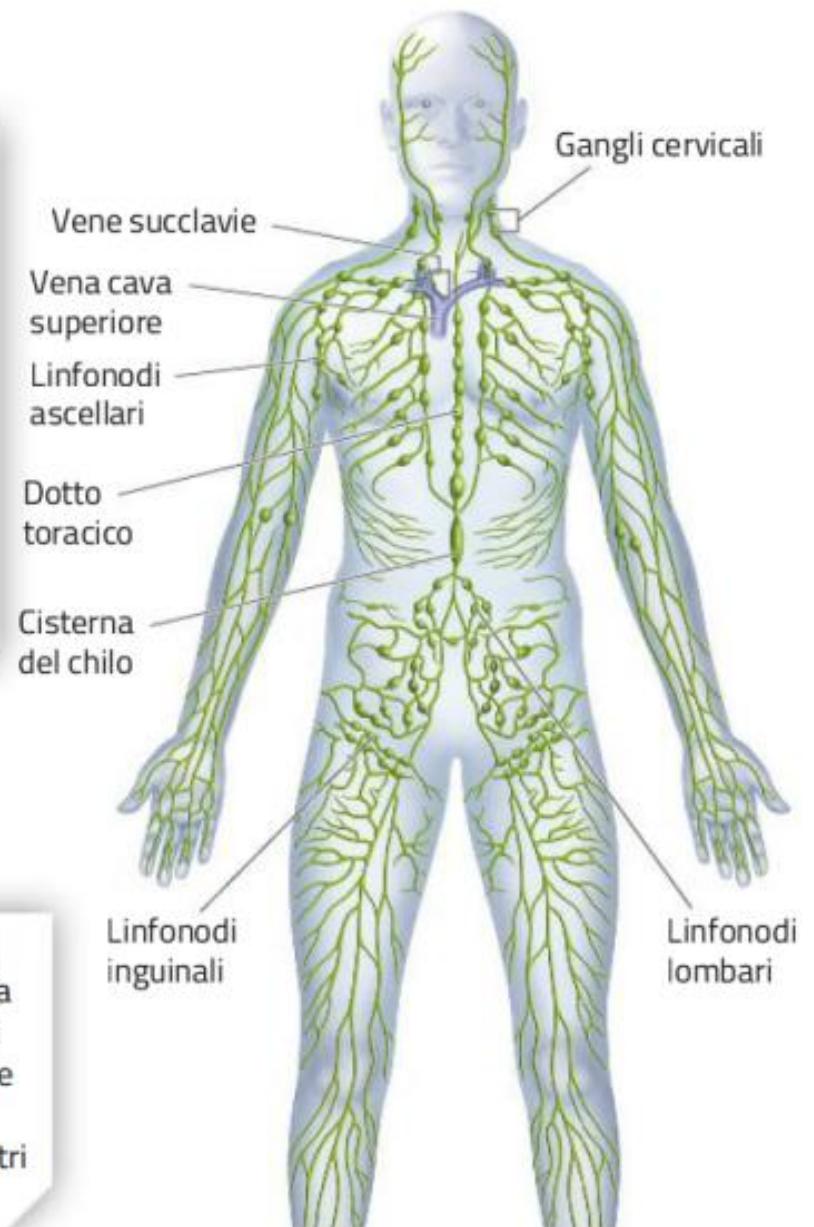
Dotto linfatico

Linfonodi



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.



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

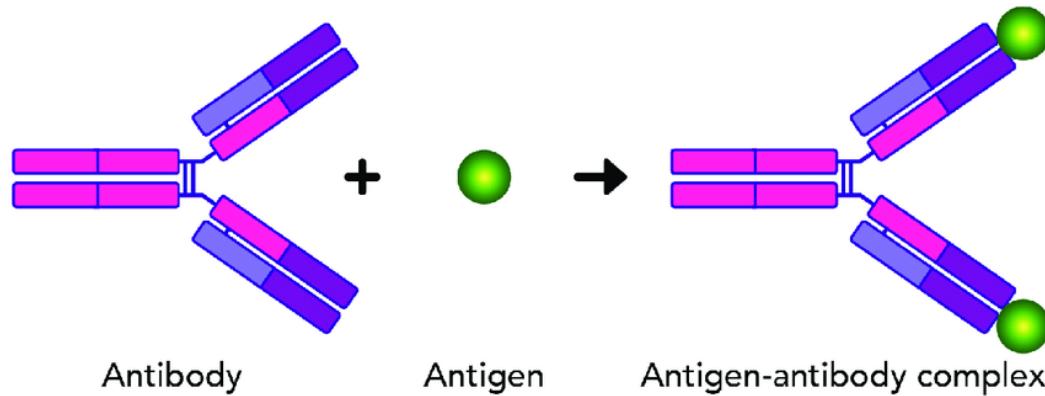
-Raccoglie il liquido interstiziale (tra le cellule dei tessuti)

-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

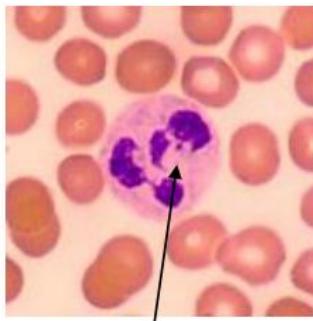
- ❖ ANTIGENE: sostanze riconoscibili da parte del sistema immunitario e che quindi possono stimolare una risposta immunitaria. Il sistema immunitario distrugge o neutralizza qualsiasi antigene che riconosca come estraneo e potenzialmente dannoso.
- ❖ ANTICORPI: sono proteine, prodotte dai linfociti B, 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.



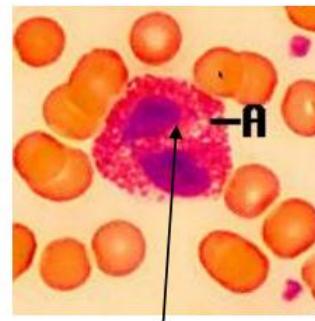
Componenti cellulari della risposta immunitaria

GLOBULI BIANCHI (LEUCOCITI)

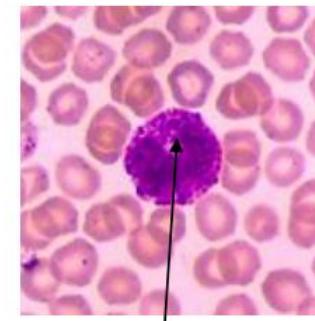
Leucociti: cellule prive di pigmento con la funzione di combattere le sostanze estranee che entrano nell'organismo. Fanno parte del sistema difensivo di cellule che fagocitano materiali, neutralizzano veleni, producono Ab o liberano messaggeri chimici



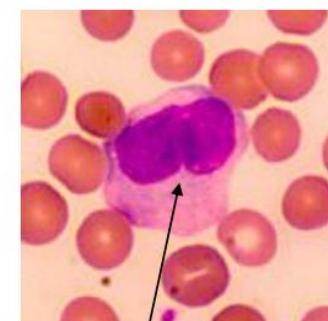
neutrofilo



eosinfilo



basofilo



monocita

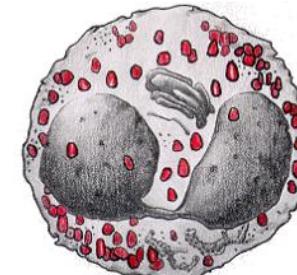
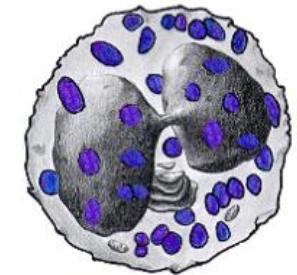
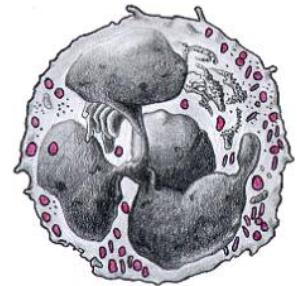


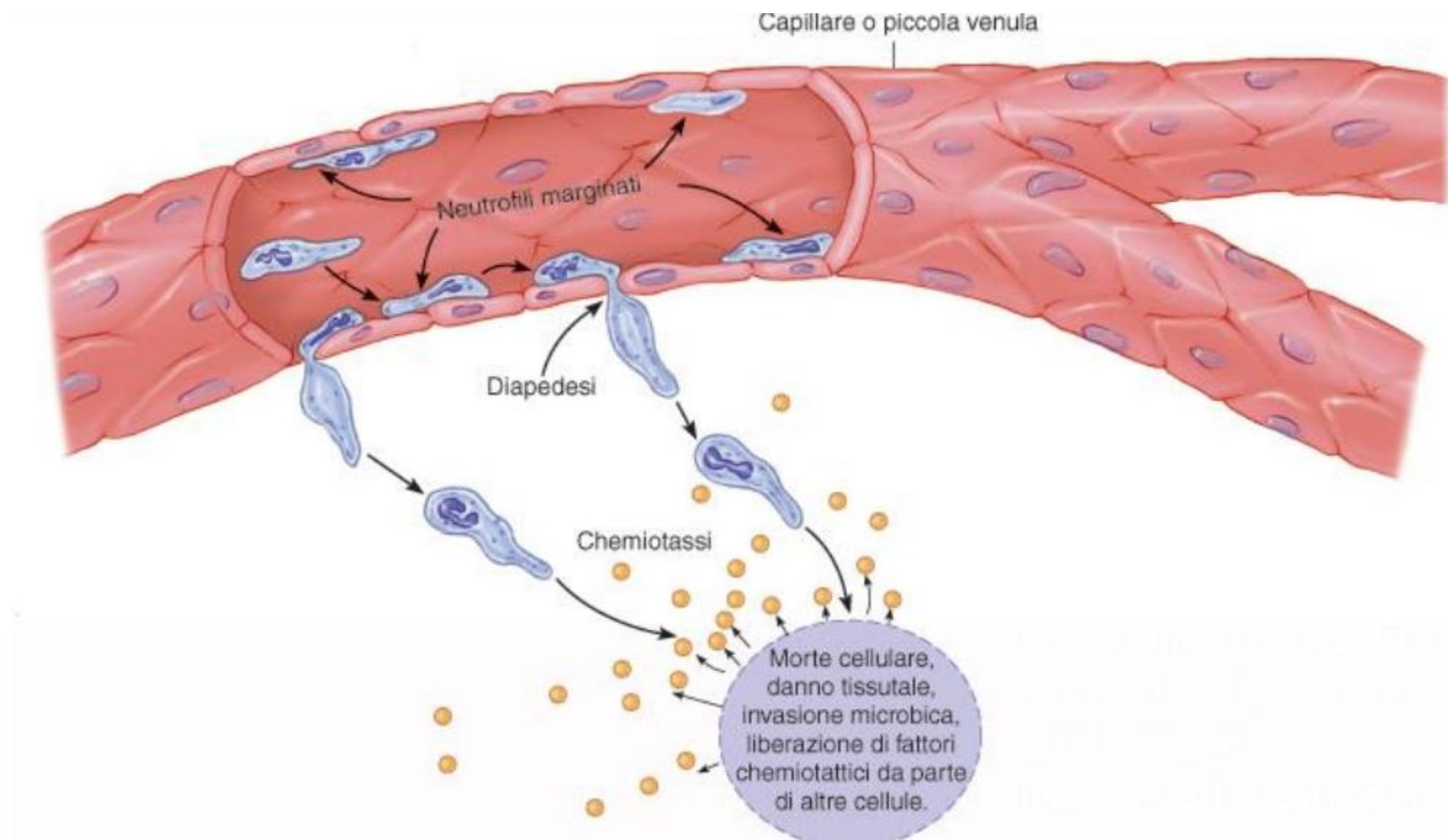
linfocita

Granulotici

Componenti cellulari della risposta immunitaria: granulociti

- Neutrofili: sono i primi ad intervenire nel luogo dell'infiammazione. Agiscono fagocitando («mangiando») gli agenti patogeni (soprattutto batteri) e morendo liberano il contenuto dei granuli: danno, dolore, gonfiore e innesco 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. Secretano proteine specifiche in grado di diffendere l'organismo dall'infezione (es. neutralizzano l'eparina, eliminano parassiti).



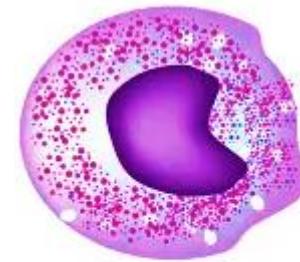


Componenti cellulari della risposta immunitaria: monociti e macrofagi

- 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 digestivo, respiratorio, genitale ed urinario. Agiscono fagocitando gli agenti patogeni. Contengono numerosi enzimi digestivi e producono delle sostanze chimiche che stimolano la risposta immunitaria specifica.



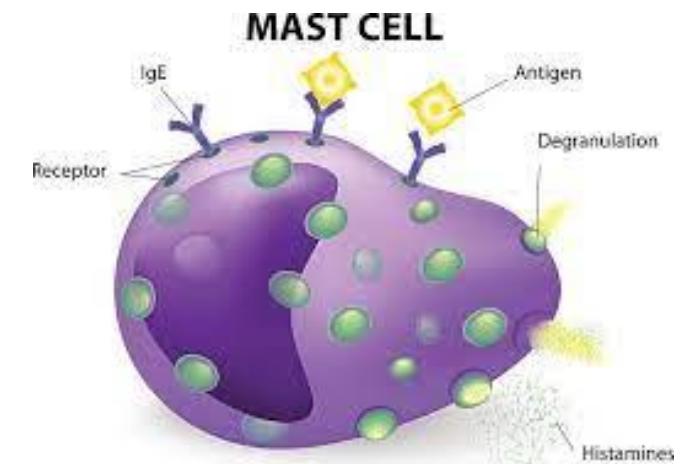
Monocyte



Macrophage

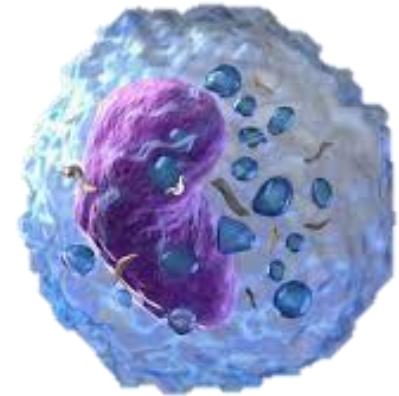
Componenti cellulari della risposta immunitaria: mastociti

➤ 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 rosore (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 citplasmatiche 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.

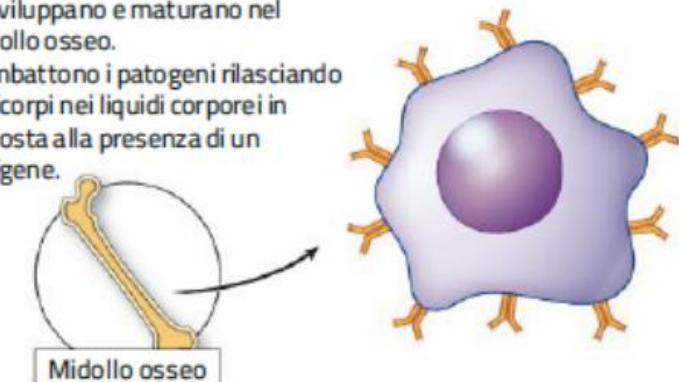


Componenti cellulari della risposta immunitaria: linfociti

- 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'antigeno al successivo ingresso nell'organismo.

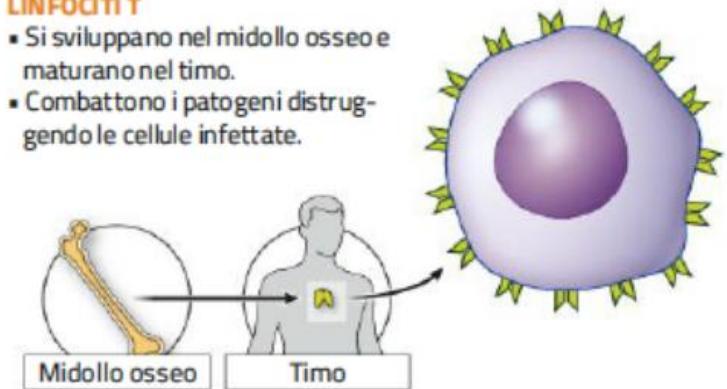
LINFOCITI B

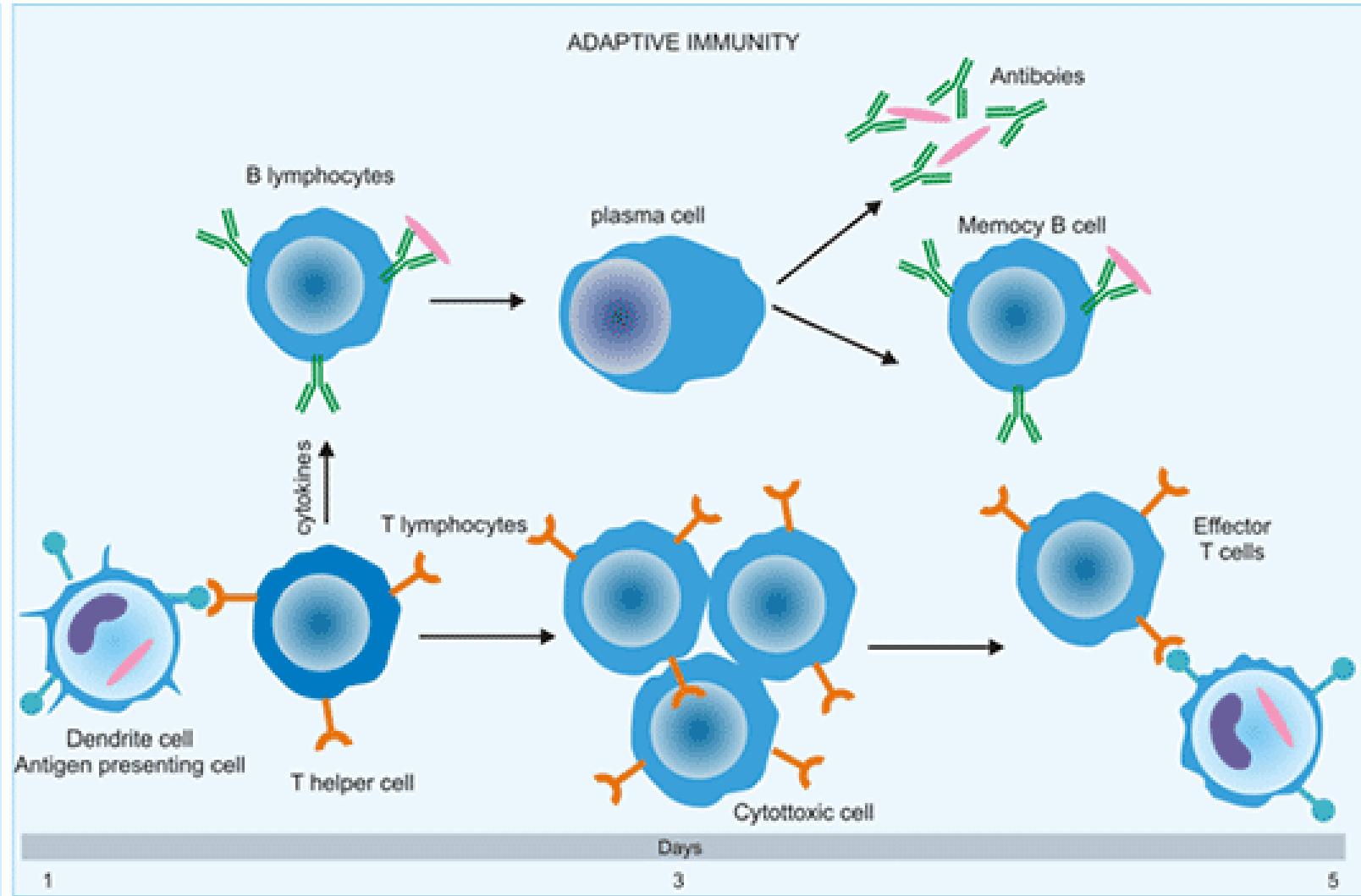
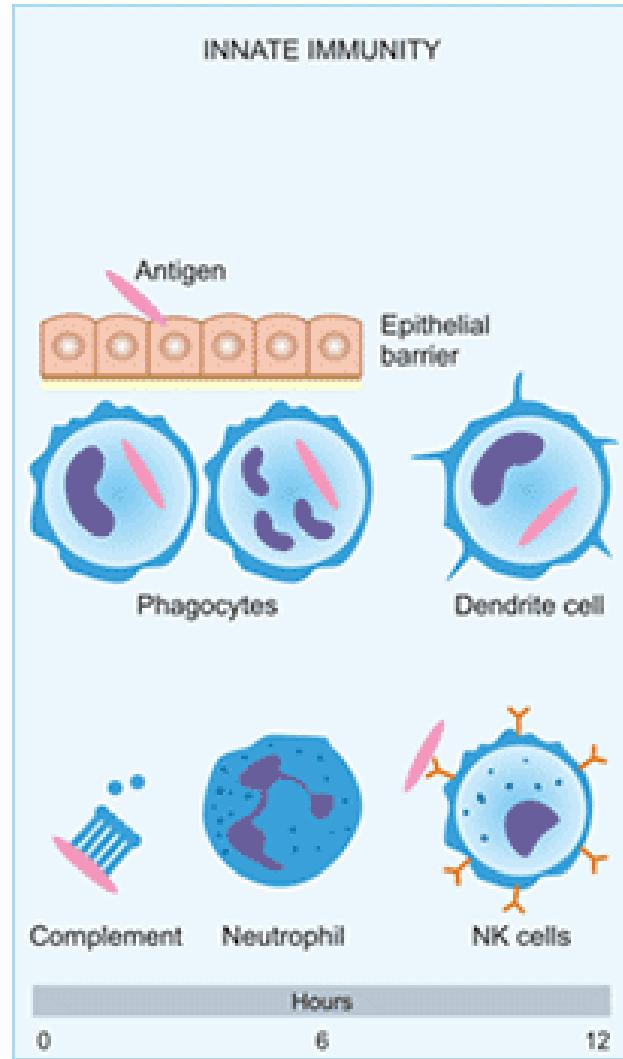
- Si sviluppano e maturano nel midollo osseo.
- Combattono i patogeni rilasciando anticorpi nei liquidi corporei in risposta alla presenza di un antigene.



LINFOCITI T

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





SISTEMA IMMUNITARIO INNATO

Innata (dalla nascita)

Non specifica

Rapida

Senza memoria

Vs.

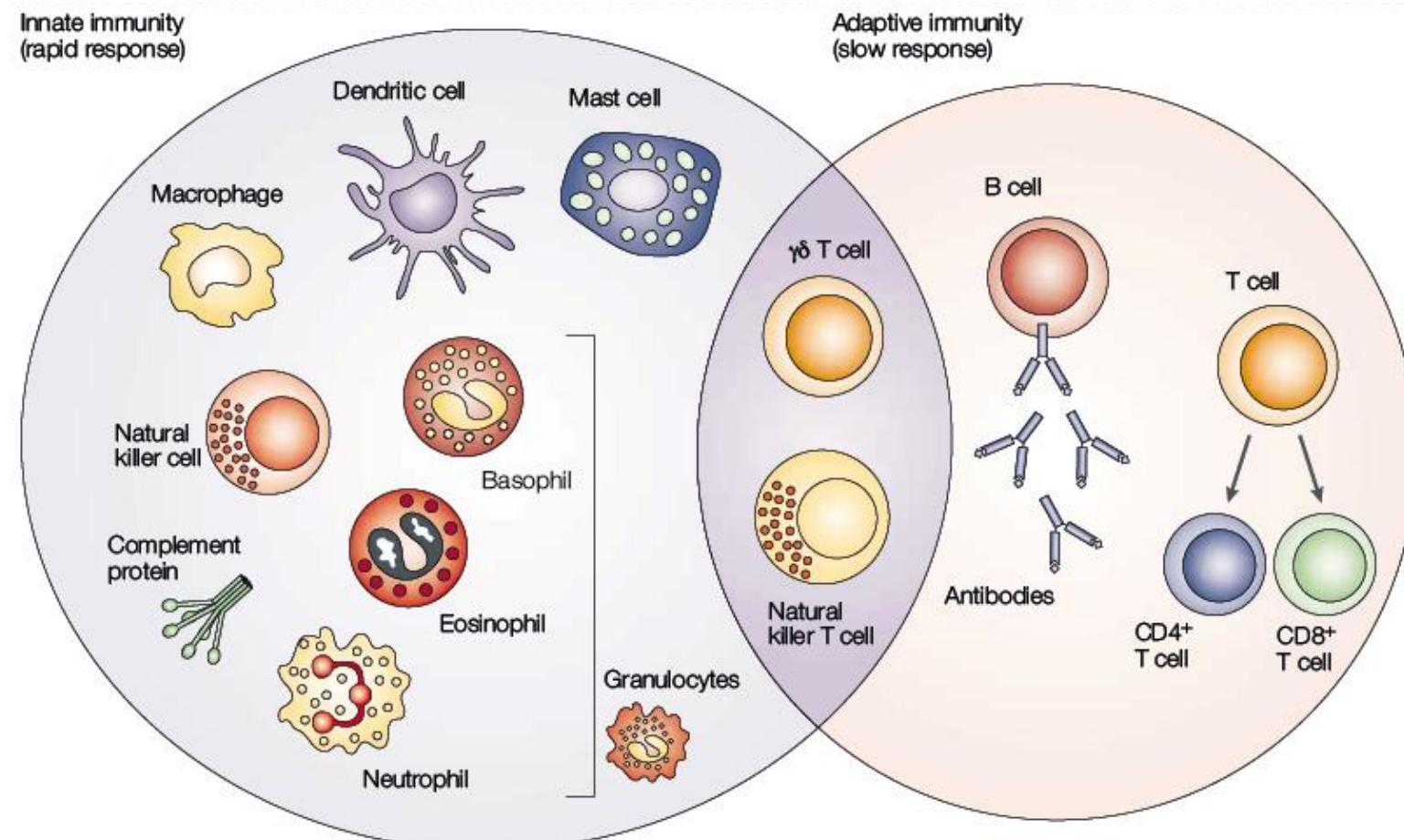
SISTEMA IMMUNITARIO ADATTATIVO

Si sviluppa durante la vita

Molto specifica

Lenta

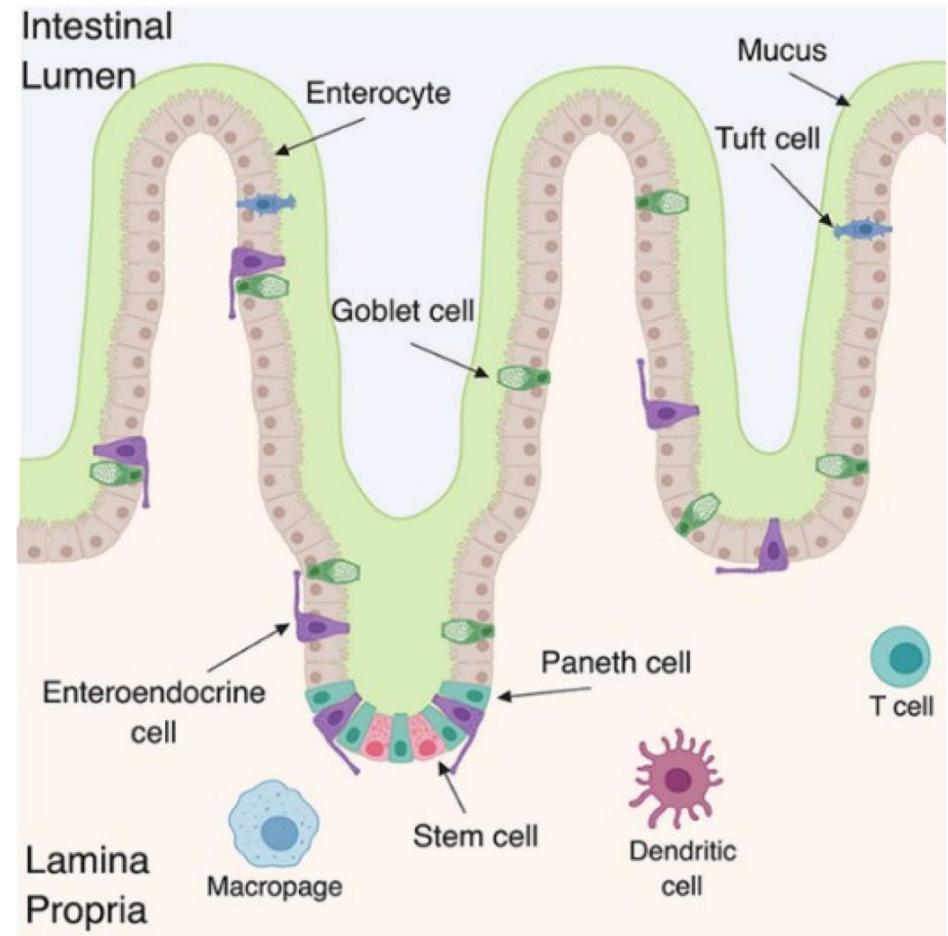
Tiene memoria



Qual è la conessione 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 antigenico¹.

L'accostamento di **intestino e sistema immunitario** si deve all'elevata presenza di cellule immunitarie nel tratto intestinale. Qui, infatti, ha sede la maggior parte -circa il 70%- delle cellule immunitarie presenti nell'organismo, che vengono prodotte dai linfonodi appartenenti alla mucosa dell'intestino. Al fine di sostenere e promuovere l'efficienza del sistema immunitario, è essenziale che la flora batterica intestinale, composta da miliardi di microrganismi tra i quali batteri, funghi, virus e lieviti, e che prende il nome di microbiota intestinale, si trovi in una condizione di equilibrio.

Oltre a ricavare energia dagli alimenti, l'intestino deve inoltre difenderci da germi patogeni e tossine. Per questo, è indispensabile avere una barriera protettiva forte, ovvero una mucosa intestinale intatta e rinforzata da numerosi batteri utili (il nostro microbiota).

L'intestino fa parte del sistema immunitario e, come tale, ha il compito di difendere l'organismo da tossine, virus, funghi e parassiti derivanti dall'alimentazione. La sua vasta estensione lo rende facilmente attaccabile da parte di agenti patogeni, ma la barriera intestinale funge proprio da protezione. Essa è composta dalla flora batterica, dalla mucosa intestinale e dal sistema immunitario intestinale.

La **flora batterica** ha il compito di allontanare i germi patogeni: esistono batteri specializzati nella produzione di sostanze che impediscono la proliferazione di microrganismi pericolosi. I nostri batteri intestinali si occupano inoltre di regolare la funzione protettiva della mucosa intestinale e del sistema immunitario intestinale.

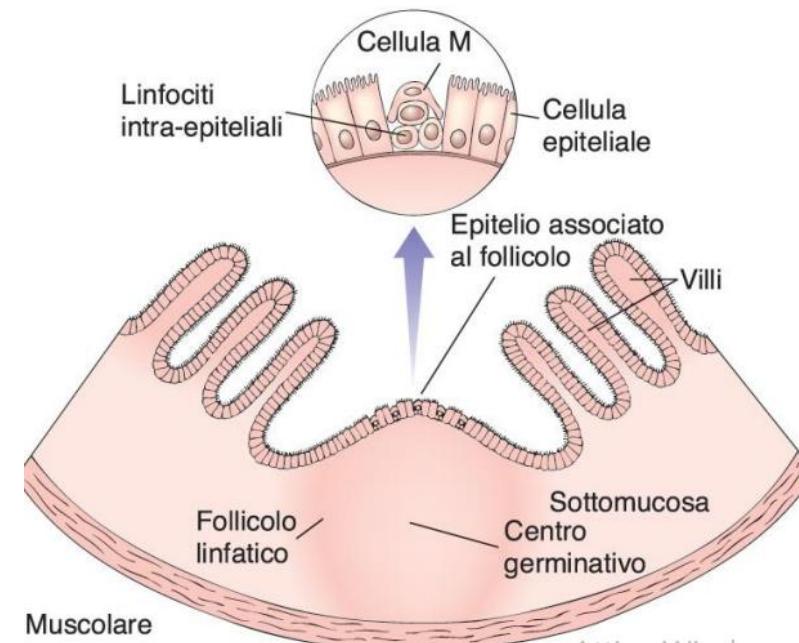
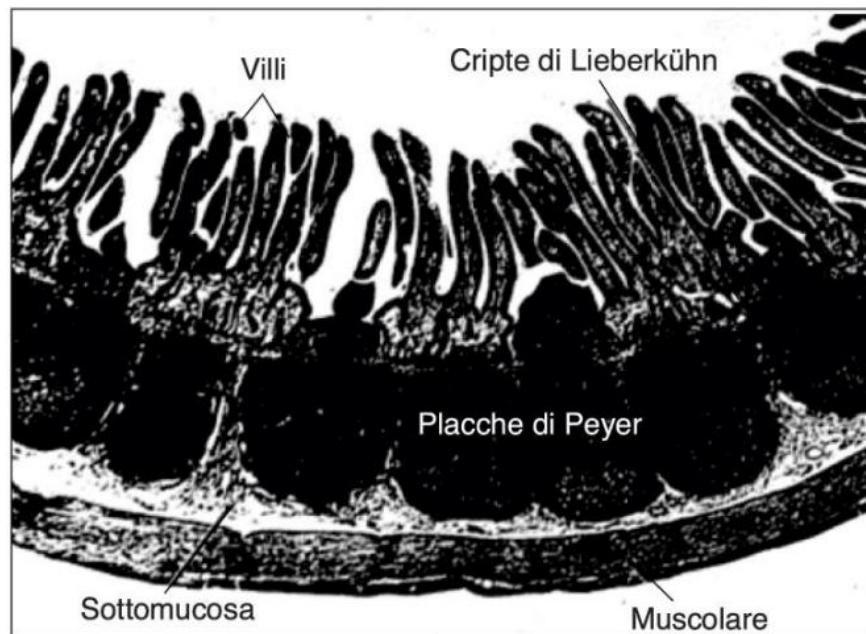
La **mucosa intestinale** è rivestita, come suggerisce la parola stessa, da uno spesso strato di muco, il quale impedisce l'ingresso di germi patogeni nell'organismo. La mucosa presenta una superficie di 300-400 m² e contiene il triplo delle cellule immunitarie presenti nel midollo osseo, nei linfonodi e nella milza messi insieme.

Placche di peyer:

Aggregazioni di follicoli linfatici di forma ovale e dimensioni di 10-20 mm. presenti normalmente nella parete intestinale ileo; sono interessati nelle infezioni tifoidee.

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.

Le IgA hanno una struttura differente dal resto delle altre immunoglobuline poiché sono avvolte da una glicoproteina chiamata «pezzo secretorio» . Questa è una struttura che protegge le IgA stesse dalla digestione da parte di enzimi intestinali come la tripsina, che normalmente si occupa di digerire le proteine del cibo.

Tale pezzo serve anche a trasportare le IgAs dalla proffondità della lamina propria fin sulla superficie epiteliale.

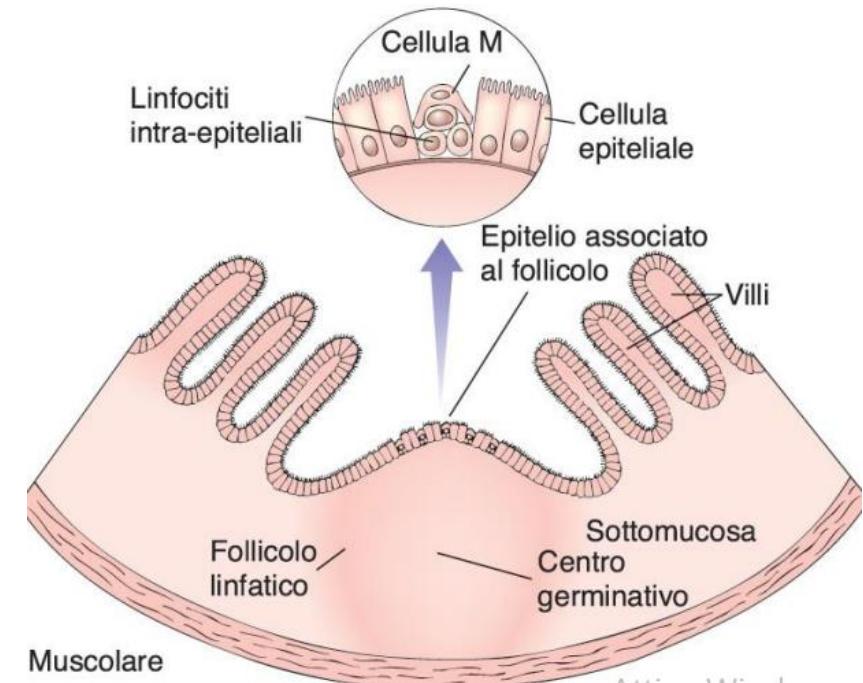
In generale, i complessi IgAs/Ag sono veicolati al fegato per la loro disattivazione da parte delle cellule de von Kupffer, macrofagi intraepatici deputati alla demolizione di agenti patogeni.

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 [®]

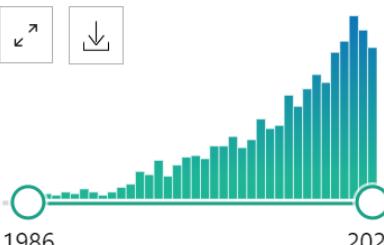
immunonutrition X Search

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

Save Email Send to Sort by: Most recent Display options

MY NCBI FILTERS

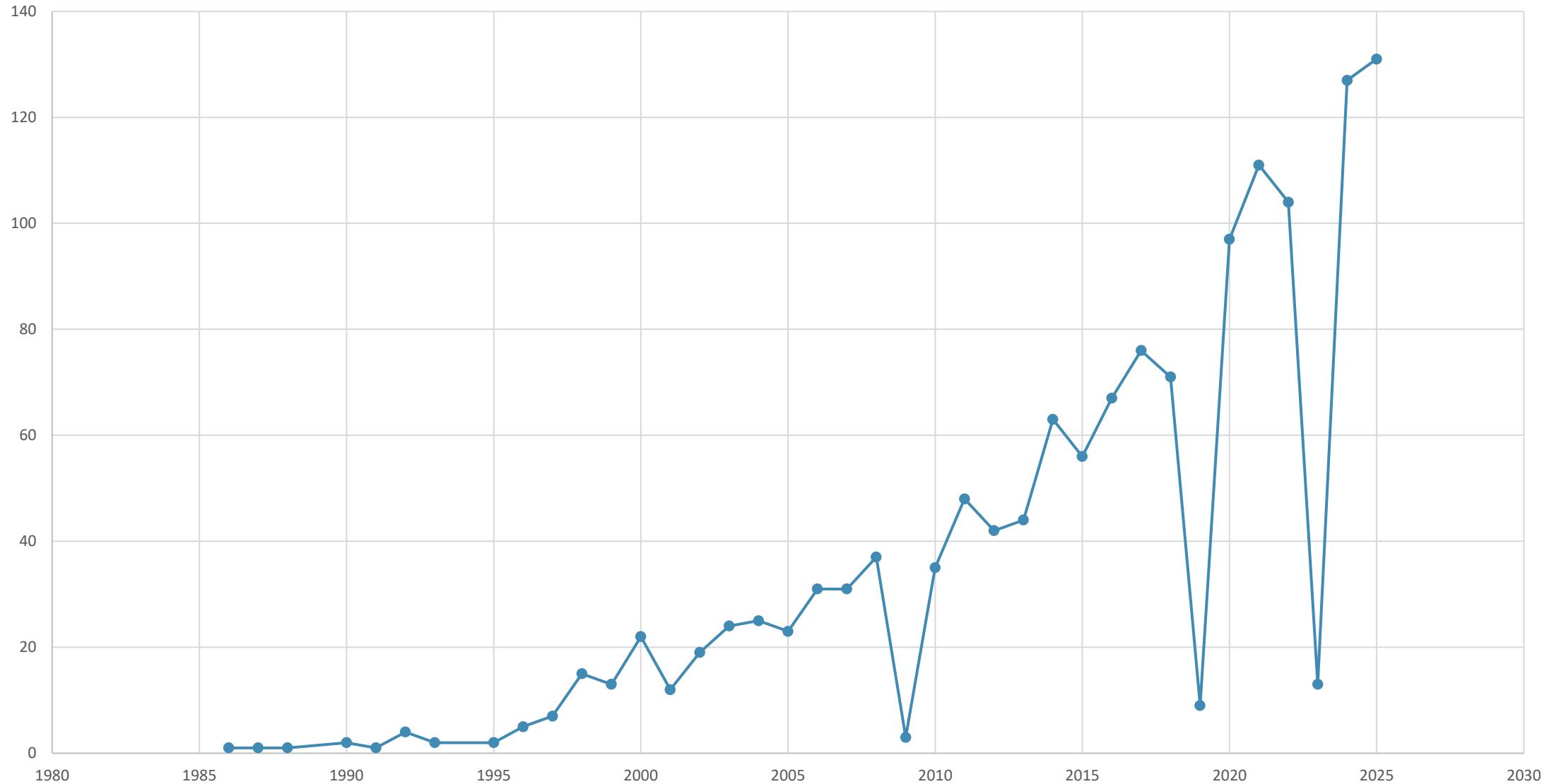
RESULTS BY YEAR



1,148 results Page 6 of 6 > >>

Immunonutrition in clinical practice: what is the current evidence?
1,001 Heys SD, Schofield AC, Wahle KW.
Cite Nutr Hosp. 2004 Nov-Dec;19(6):325-32.
Share PMID: 15672647 Review.
The clinical trials of **immunonutrition** that we have undertaken have often been small, single centre studies. ...What is the effect of the patients nutritional state? When and for how long should **immunonutrition** provided? What is the impact of the patients' underlying ... Passa a Impostazioni per attivare Windows

Lavori su pubmed "Immunonutrition"



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

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 ¹, Francesco Serbassi ², Laura Alberici ³, Carlo Ingaldi ³, Luca Gaetani ⁴, Emilio De Raffele ³, Loris Pironi ⁵, Anna Simona Sasdelli ⁵, Cristina Mosconi ⁶, Maria Cristina Di Marco ⁷, Riccardo Casadei ⁸

Affiliations + expand
PMID: 37775395 DOI: 10.1016/j.surg.2023.08.005
Free article

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, fondamentalmente sottoposti ad interventi chirurgici complessi che generalmente necessitano di un supplemento esterno (nutrizione enterale o parenterale).

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 ¹, M Spreeth ², Shashanka K Prasad ³, M Thanmaya ²

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 Bouloumbasi ¹, Dimitrios Karayannidis ¹, Zoe Pafili ¹, Avra Almperi ¹, Konstantina Nikolakopoulou ¹, Grigoris Lakiotis ², George Stylianidis ², Vasilios Vougas ³

Affiliations + expand
PMID: 37668101 DOI: 10.1017/S0954422423000100

Riassumendo...

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

Prossima lezione... Sistema immunitario innato e infiammazione