



# IMMUNITÀ E SALUTE

INFORMARSI CONSAPEVOLMENTE NELL'ERA  
DELL'INFODEMIA

EDOARDO CHERUBINI

**IMMUNITÀ E SALUTE**  
**Informarsi consapevolmente nell'era**  
**dell'infodemia**

Edoardo Cherubini

Con il patrocinio del Master in Divulgazione  
Scientifica dell'Università degli Studi di  
Siena, dell'Associazione USiena Alumni, del  
Rotary Club di Pitigliano, Sorano e Manciano  
(Grosseto) e del Comune di Manciano  
(Grosseto)



*Ai miei nonni*

“Quando l’uomo imparerà a considerare con più rispetto ed attenzione quanto lo circonda, si accorgerà che molto di quanto va cercando è già disponibile. Occorre, tuttavia, che egli sappia osservare con umiltà, una virtù, questa sì, che non è facile trovare.”

ROMANO DALLAI, *Brevi storie di uomini e animali*

# INDICE

6. *Prefazione*

8. *Dott. Edoardo Cherubini*

18. *Scienzintasca*

20. Il sistema immunitario... in breve

23. Insetti e risposta immunitaria... ce l'hanno, oppure no?

27. Proteine: composizione e costruzione di queste fondamentali biomolecole

33. Anticorpi, antigeni e... amore

36. Quante classi di anticorpi esistono?

39. La straordinaria celebrità degli anticorpi

42. Come può essere l'immunità specifica?
45. Perché i vaccini ci salvano la vita?
48. Reverse vaccinology: una strategia rivoluzionaria  
contro le malattie infettive
52. È più rischioso vaccinarsi o non vaccinarsi?
56. I vaccini NON causano l'autismo!
60. I vaccini a mRNA NON sono “sieri genici  
sperimentali”!
63. Farmaci antimicrobici e come usarli... al meglio!
66. Il coronavirus SARS-CoV-2... in breve: errori e  
insegnamenti
69. *Ringraziamenti*

## ***Prefazione***

Gran parte della disinformazione e delle fake news nel campo scientifico, oggi, vengono veicolate per mezzo di internet, con particolare riferimento ai social networks. Gli scienziati non possono stare a guardare, hanno il dovere e la responsabilità di intervenire al fine di arginare questa tendenza, estremamente pericolosa quando è volta nei confronti di tematiche fortemente legate al benessere della salute pubblica, come la prevenzione delle malattie infettive con la vaccinazione ed il corretto utilizzo dei farmaci antimicrobici, poiché l'antibiotico-resistenza rappresenta una grave minaccia per tutti noi.

Lo scopo di questo libro digitale non è quello di guadagnare, ma piuttosto è quello di contribuire alla corretta divulgazione scientifica, anche di tematiche fortemente legate al benessere della salute pubblica, con il fine di divulgare la scienza anche per salvare la vita delle persone. Proprio per questa ragione, ogni contenuto scientifico-divulgativo presente all'interno di questo eBook è consultabile gratuitamente, ed è sottoposto ad un rigido processo di revisione dal punto

di vista scientifico, grammaticale, divulgativo e stilistico.

Ma a chi è rivolto questo libro digitale? Semplicemente a tutti! A coloro che non sono esperti, che hanno dei dubbi o delle domande e sono quindi in cerca di chiarimenti o risposte; e anche a coloro che sono invece esperti, perché non si smette mai d'imparare, soprattutto quando si deve spiegare qualcosa a qualcuno che non conosce molto bene un argomento.

## ***Dott. Edoardo Cherubini***

Dopo essersi diplomato come “Perito industriale capotecnico” con specializzazione “Chimico” all’Istituto Tecnico Industriale per Chimici di Manciano (Grosseto), si laurea in Scienze biologiche nel Dipartimento di Neuroscienze (Sezione di Farmacologia) con una tesi sperimentale dal titolo “Effetto di imipramina in un modello operante di autosomministrazione di saccarosio in ratti esposti a stress”, sviluppata con l’Università degli Studi di Siena, sotto la supervisione del Prof. Paolo Di Simplicio e della Prof.ssa Maria Graziella De Montis; e successivamente in Biologia molecolare e cellulare con una tesi sperimentale dal titolo “Identificazione e caratterizzazione strutturale di metaboliti di *Brassica oleracea* var. *acephala* mediante spettrometria di massa avanzata” con la votazione finale di 110 e lode, sviluppata con l’Università degli Studi di Siena ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (Area della Ricerca di Pisa), sotto la supervisione del Prof. Gianluca Giorgi e della Prof.ssa Lorenza Bellani. Durante la laurea magistrale in Biologia molecolare e cellulare frequenta

anche i laboratori delle Prof.sse Maria Graziella De Montis, Carla Gambarana e Simona Scheggi, acquisendo competenze relative all'immunoistochimica del sistema nervoso e alla chirurgia stereotassica del ratto; e i laboratori di Biologia farmaceutica della Prof.ssa Daniela Giachetti e del Prof. Marco Biagi. Nel 2015, anno in cui consegue la sua seconda laurea, è referente e partecipante del "19° Corso di spettrometria di massa 2015", uno dei più importanti corsi di spettrometria di massa in Italia, ed è socio della Divisione di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana. Nel 2016 è vincitore di una borsa di studio per giovani ricercatori che gli permette di partecipare come autore al congresso "9<sup>th</sup> MS Pharmaday" (tenutosi presso gli edifici di Angelini - Acraf S.p.A. di Pomezia), conferitagli dalla Divisione di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana; partecipa come autore al convegno "Massa 2016", organizzato dall'Istituto Superiore di Sanità e dalla Divisione di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana; frequenta la scuola di formazione di spettrometria di massa "2<sup>nd</sup> MS Biopharma School" e prosegue la sua collaborazione con l'Università degli

Studi di Siena ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (Area della Ricerca di Pisa). Nello stesso anno entra nel gruppo di lavoro di VisMederi srl, dove svolge un dottorato di ricerca in Scienze della vita (presso l'Università degli Studi di Siena) e si occupa di test sierologici per studi clinici per aziende leader mondiali del settore e nel contesto di progetti di ricerca internazionali, per la valutazione dell'immunogenicità dei nuovi vaccini antinfluenzali, contro la febbre gialla e la caratterizzazione di ceppi di *Neisseria meningitidis* di sierogruppo B tramite il progetto MATS-ELISA (meningococcal antigen typing system-enzyme linked immunosorbent assay), relativo al primo vaccino al mondo sviluppato dal Prof. Rino Rappuoli e dal Prof. Craig Venter contro ceppi di *Neisseria meningitidis* di sierogruppo B, acquisendo anche profonde conoscenze teoriche e pratiche sul sistema di gestione della qualità. Nel 2017 partecipa a “Bright. La notte dei ricercatori in Toscana” con la tematica dal titolo “Perché è utile vaccinarsi?”, ed è coautore di un articolo di ricerca pubblicato su una rivista scientifica internazionale, con l'Università degli Studi di Siena ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (Area della Ricerca di Pisa).

Nel 2018 partecipa al “XXII International Mass Spectrometry Conference”, l’evento più importante a livello mondiale nel campo della spettrometria di massa. Nel 2019 inizia la sua battaglia contro le fake news, concentrandosi sulla promozione della prevenzione delle malattie infettive con la vaccinazione, attraverso la pubblicazione di articoli e immagini alla portata di tutti, al fine di screditare i complottisti e gli antivaccinisti; è vincitore del concorso di divulgazione scientifica “Scienzintasca Contest” con l’articolo dal titolo “La genetica e l’espressione genica”; partecipa come giudice alla prima edizione del “Junior Video Contest” del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, e alla settima edizione del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, l’evento più importante in Italia nel campo della divulgazione scientifica. Questo è, infatti, organizzato dall’Associazione Italiana del Libro; ne fanno parte BPER Banca e il Consiglio Nazionale delle Ricerche; ed è patrocinato dall’Associazione Italiana per la Ricerca Industriale, dall’Unione dei Giornalisti Italiani Scientifici, dal Comune di Roma, da Uninettuno,

dall'Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani e dalla rete de I Parchi Letterari. Nel 2020, all'età di 29 anni, gli viene conferita una targa di riconoscimento dal Comune di Manciano (Grosseto) per il suo contributo nel miglioramento della qualità della vita delle persone nella società. Nello stesso anno diventa Dottore di ricerca con una tesi dal titolo “Immunogenicity evaluation of a novel plant-derived quadrivalent influenza vaccine through microneutralization and single radial haemolysis assays”, sullo studio dei meccanismi patogenetici e fisiopatologici alla base di malattie acute e croniche, sotto la supervisione del Prof. Emanuele Montomoli; viene incluso tra i cinque Alumni eccellenti dell'anno con meno di 35 anni dell'Università degli Studi di Siena, per il suo impegno nel campo della divulgazione scientifica, portando sapere su diverse tematiche fondamentali della biologia, di igiene e di immunologia ai “non addetti ai lavori”; partecipa come giudice alla ottava edizione del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi; è revisore del libro elettronico gratuito dal titolo “A Natale puoi”, curato dal Dott. Giovanni Sambiase, e relativo alla

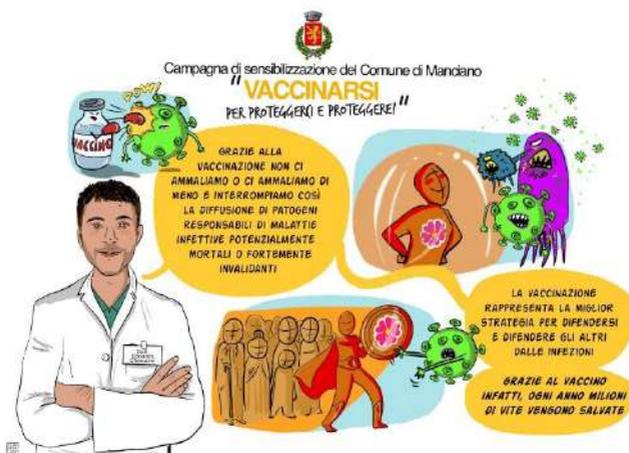
fondamentale importanza di una corretta alimentazione; ed è autore di un meme scientifico virale sulla sbagliata correlazione tra vaccini e autismo (<https://www.facebook.com/scienzintasca/photos/a.1688780698079411/2571602469797225/?type=3&theater>). Nel 2021 è autore del libro elettronico gratuito dal titolo “Vaccini: sì o no? Quando una semplice risposta può salvarti la vita” patrocinato dal Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, dall’Università degli Studi di Siena, dall’Associazione USiena Alumni e dal Comune di Manciano (Grosseto), e scaricato da più di 30 mila persone nel primo mese di pubblicazione; è vincitore di un assegno di ricerca dal titolo “Messa a punto di un modello di *G. mellonella* per la valutazione di sieri iperimmuni su *S. aureus*”, con il Dipartimento di Biologia dell’Università degli Studi di Roma Tor Vergata e GlaxoSmithKline S.p.A., sotto la supervisione della Prof.ssa Luciana Migliore, del Prof. Marco Maria D’Andrea, della Dott.ssa Lucia Henrici De Angelis e del Dott. Emiliano Chiarot; partecipa come giudice alla seconda edizione del “Junior Video Contest” del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, e alla nona

edizione del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi; collabora con il Comune di Manciano (Grosseto) per la realizzazione della campagna di sensibilizzazione alla vaccinazione contro il coronavirus SARS-CoV-2 (agente causale della COVID-19), dal titolo “Vaccinarsi per proteggerci e proteggere” (**Figura**); e gli viene conferita una targa di riconoscimento dal Rotary Club di Pitigliano, Sorano e Manciano (Grosseto) per il suo impegno scientifico. Nel 2022 prosegue la sua collaborazione come ricercatore postdoc con il Dipartimento di Biologia dell’Università degli Studi di Roma Tor Vergata e GlaxoSmithKline S.p.A., con il progetto di ricerca dal titolo “Messa a punto di un modello di *G. mellonella* per la valutazione di sieri iperimmuni su *S. aureus*”, sotto la supervisione del Prof. Marco Maria D’Andrea e del Dott. Emiliano Chiarot, occupandosi dello sviluppo di un modello sperimentale animale alternativo al mammifero, di insetto, dello stadio di sviluppo larvale di *Galleria mellonella* (*G. mellonella*) per studi tossicologici, studi d’infezione con ceppi batterici wild-type e knock-out, studi di stabilità mediante la tecnologia Luminex, e studi di microscopia

ottica confocale, acquisendo anche profonde conoscenze teoriche e pratiche dal punto di vista microbiologico, statistico e del sistema di gestione della qualità; è autore dell'articolo dal titolo "Anticorpi, antigeni e... amore" visualizzato più di 200 mila volte, e dell'articolo dal titolo "Charles Darwin e il suo inestimabile dono" visualizzato più di 30 mila volte; partecipa come autore al convegno "EMBL in Italy 2022: Emerging approaches in human health and infectious diseases", organizzato dall'European Molecular Biology Laboratory e da GSK Vaccines; è autore del libro elettronico gratuito dal titolo "Molecole della vita: conoscere la loro importanza per scoprire la bellezza dei viventi" patrocinato dal Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, dall'Associazione USiena Alumni, dal Rotary Club di Pitigliano, Sorano e Manciano (Grosseto) e dal Comune di Manciano (Grosseto), e scaricato da più di 25 mila persone nel primo mese di pubblicazione; partecipa come giudice alla terza edizione del "Junior Video Contest" del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, e alla decima edizione del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica -

Giancarlo Dosi; e viene incluso tra i docenti del master universitario di secondo livello in Divulgazione Scientifica, organizzato dal Dipartimento di Medicina Molecolare e dello Sviluppo e dal Dipartimento di Scienze Sociali, Politiche e Cognitive dell'Università degli Studi di Siena. È consigliere e responsabile scientifico di Scienzintasca (<https://www.scienzintasca.it/chisiamo/>, una delle più importanti ed influenti associazioni di divulgazione scientifica italiane), referente Scienzintasca per la regione Toscana, socio della Società Italiana di Biologia Sperimentale, della Società Italiana di Biologia Evoluzionistica e del Comitato Italiano per il Controllo delle Affermazioni sulle Pseudoscienze (CICAP), un'organizzazione scientifica ed educativa nata nel 1989 per iniziativa di Piero Angela. Ama raccontare la scienza a chiunque, quella vera, che si basa sul metodo sperimentale di Galileo Galilei, come dimostrano le sue collaborazioni con la piattaforma di divulgazione scientifica "Scienzintasca" (<https://www.scienzintasca.it/author/edoardo-cherubini/>), il Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, l'Università degli Studi di

Siena, l'Associazione USiena Alumni e il Comune di Manciano (Grosseto); le testate giornalistiche “Siena News”, “Il Tirreno”, “La Nazione”, “Il Giunco.net”, “Grosseto Notizie”, “Orvietonews.it” e “Toscana Today”; l'emittente radiofonica “Radio International” e televisiva “Tv9 Telemaremma”.



**Figura.** Il Dott. Edoardo Cherubini in una delle vignette della campagna di sensibilizzazione alla vaccinazione, contro il coronavirus SARS-CoV-2 (agente causale della COVID-19), del Comune di Manciano (Grosseto). La vignetta è stata realizzata da Dominga Tammone.

## *Scienzintasca*

Scienzintasca è, ad oggi, una delle più importanti ed influenti associazioni di divulgazione scientifica italiane e si occupa di tematiche relative alle scienze della vita e fortemente correlate al benessere della salute pubblica, con particolare riferimento all'importanza di una corretta alimentazione e ad una costante attività di prevenzione.

L'associazione Scienzintasca ha collaborato e collabora costantemente con diverse importanti realtà scientifiche, istituzionali e culturali presenti nel territorio nazionale, come il Consiglio Nazionale delle Ricerche, la Fondazione per la Ricerca sulla Fibrosi Cistica, la Fondazione Umberto Veronesi, l'Ordine Nazionale dei Biologi, l'Università degli Studi di Siena, l'associazione USiena Alumni, la Fondazione Italiana Endometriosi, l'associazione Italiana di Integrazione Sensoriale e il Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica - Giancarlo Dosi, l'evento più importante in Italia nel campo della divulgazione scientifica.

Inoltre, nel corso degli anni Scienzintasca ha anche collaborato a stretto contatto con diverse realtà aziendali, come Nestlé Italiana S.p.A., Metagenics S.r.l., Erbenobili S.r.l., Magap Nutrition S.r.l., la Scuola di Nutrizione Salernitana, Driatec S.r.l., Agaton S.r.l. e Pharma Nord S.r.l., solide realtà che hanno compreso il valore scientifico dell'associazione, sostenendola ed accompagnandola nel suo costante percorso di crescita. Attualmente, l'associazione Scienzintasca è costituita da più di 100 professionisti italiani, un sito internet con più di 400 articoli scientifico-divulgativi e 3 libri digitali scaricabili gratuitamente, è presente su Instagram, LinkedIn, YouTube e Facebook. Quest'ultimo, ad oggi conta più di 300 mila followers, numeri importanti che stanno a significare la costanza, la qualità, l'efficacia e l'apprezzamento da parte del pubblico della divulgazione scientifica svolta dai professionisti dell'associazione.

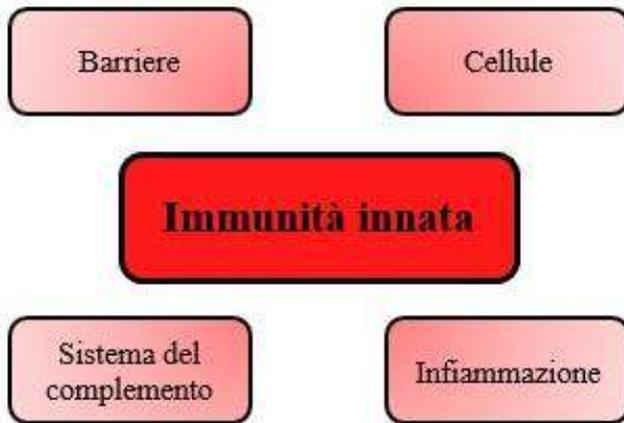
## **Il sistema immunitario... in breve**

Il sistema immunitario rappresenta quell'insieme di molecole, cellule, tessuti e organi che contribuiscono alla difesa di un organismo attraverso la risposta immunitaria. Nell'uomo, la risposta immunitaria può essere innata (aspecifica) e acquisita (specifica). Le due risposte si integrano tra loro e sono in grado di distinguere le componenti dell'organismo senza aggredirle dagli agenti patogeni (batteri, virus, funghi e protozoi), in questo caso attaccandoli.

La risposta innata (**Figura**) inizia a svolgere il suo ruolo protettivo appena l'agente patogeno entra in contatto con l'organismo, è presente dalla nascita ma non si perfeziona durante lo sviluppo; quella acquisita inizia invece più tardi, giorni o settimane dopo, si sviluppa ogni volta che incontra un nuovo agente patogeno, si migliora nel tempo ed è dotata della cosiddetta memoria immunologica. In particolare, l'immunità innata combatte ogni patogeno con le stesse armi, per questo viene anche chiamata aspecifica; mentre l'immunità acquisita costruisce le sue armi su misura per ogni patogeno, perfezionandole e ricordandole col

passare del tempo, per questo viene anche detta specifica ed è caratterizzata da memoria.

In maggior dettaglio, la risposta immunitaria acquisita comprende l'immunità umorale e quella cellulo-mediata. La prima è rappresentata dai linfociti B che combattono gli agenti patogeni producendo e rilasciando gli anticorpi; la seconda invece aggredisce i patogeni attraverso i linfociti T.



**Figura.** La risposta immunitaria (o immunità) innata comprende le barriere, le cellule, il sistema del complemento e l'infiammazione. Le barriere possono essere meccaniche (per esempio la cute), chimiche (come il lisozima, un enzima nelle lacrime e nella saliva) e microbiologiche, ovvero i batteri che vivono nel nostro corpo; delle cellule ne fanno parte i macrofagi, i granulociti (classificati in eosinofili, neutrofili e basofili), i mastociti, le cellule dendritiche e natural killer; il sistema del complemento è rappresentato da un insieme di proteine che prendono il nome di fattori del complemento; e l'infiammazione è

caratterizzata da cinque segni: arrossamento, calore, gonfiore, dolore e compromissione della funzione.

*Fonti:*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK27090/>

**Janeway C. and Murphy K. (2012).** Janeway's Immunobiology. 8th ed. London: Garland Science

## **Insetti e risposta immunitaria... ce l'hanno, oppure no?**

Per alcuni sono disgustosi, mentre per altri sono affascinanti. Comunque sia, al di là delle affermazioni puramente personali su quanto possano essere belli o brutti, gli insetti, sono dotati di una risposta immunitaria? Ebbene, la risposta è... sì, ed in questo articolo faremo riferimento ad un particolare stadio dello sviluppo di uno specifico insetto che già da diversi anni sta contribuendo al progresso della ricerca scientifica relativa allo studio delle malattie infettive, soprattutto di quelle umane, alla scoperta di nuovi farmaci antimicrobici e recentemente anche di nuovi anticorpi monoclonali (scusate se è poco). Allora, avete capito di quale stadio dello sviluppo e di quale insetto parleremo riferendoci alla risposta immunitaria degli insetti? Ancora no? Ma, ovviamente, della larva di *Galleria mellonella*, più famosa come camola del miele o tarma maggiore della cera (**Figura**).

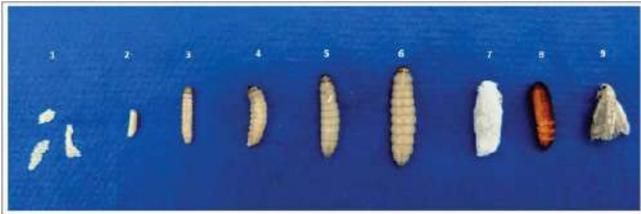
Quindi, gli insetti sono dotati di una risposta immunitaria, e se la dovessimo confrontare con quella umana, dovremmo classificarla come innata. Per

intenderci, mantenendo il confronto con l'uomo, gli insetti hanno una risposta immunitaria innata, ma non sono dotati di una risposta immunitaria acquisita. A questo punto, proviamo a scendere maggiormente nei dettagli, perché la risposta immunitaria innata degli insetti può essere umorale e cellulare. Queste due risposte si integrano tra loro e distinguono le componenti dell'organismo dagli agenti patogeni (batteri, virus, funghi, protozoi, nematodi, uova e larve di altri insetti), in questo caso attaccandoli.

Adesso, cerchiamo di approfondire ulteriormente l'argomento. La risposta umorale comprende la produzione ed il rilascio nell'emolinfa dei peptidi antimicrobici, della melanina e dei radicali liberi (in particolare, delle specie reattive dell'ossigeno). Invece, la risposta cellulare include la fagocitosi, la nodulazione e l'incapsulamento. Per far sì che questi tre processi possano verificarsi, è necessaria la presenza di specifiche cellule che in generale si chiamano emociti. Esistono differenti tipologie di emociti, i plasmotociti e i granulociti sono le tipologie più abbondanti e quelle necessarie per far sì che possa verificarsi la fagocitosi, la nodulazione e l'incapsulamento. Le altre tipologie di

emociti che gli scienziati sono stati in grado di scovare si chiamano proemociti, enocitoidi, sferulociti e coagulociti. Ovviamente, ciascuno di questi emociti possiede una caratteristica morfologia cellulare e svolge funzioni ben precise finalizzate a salvaguardare l'organismo dell'insetto.

Insomma, è molto interessante notare che per quanto possano sembrare distanti dal punto di vista evolutivo, in realtà se andiamo oltre le banalità e quello che presumiamo di sapere, gli insetti ci assomigliano più di quanto crediamo.



**Figura.** Stadi dello sviluppo della falena, insetto dell'ordine dei lepidotteri, del genere *Galleria* e della specie *mellonella*: 1, uova; da 2 a 7, stadi di sviluppo larvali; 8, pupa o crisalide; e 9, falena (Credit:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5955185/>). Le larve di questo insetto, considerando che offrono notevoli vantaggi in più rispetto ad altri modelli sperimentali animali, da diversi anni, stanno contribuendo al progresso della ricerca scientifica relativa allo studio delle malattie infettive dell'uomo, alla scoperta di nuovi farmaci antimicrobici e recentemente anche di nuovi anticorpi monoclonali.

*Fonti:*

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32514067/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32960263/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4871635/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5955185/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6308929/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7683414/>

<https://www.scienzintasca.it/come-puo-essere-immunita-specifica/>

<https://www.scienzintasca.it/farmaci-antimicrobici-e-come-usarli-al-meglio/>

<https://www.scienzintasca.it/il-sistema-immunitario-in-breve/>

## **Proteine: composizione e costruzione di queste fondamentali biomolecole**

Quando uno scienziato decide con grande entusiasmo di scrivere un articolo sulle proteine, in genere, poco dopo realizza con maggiore lucidità che molto probabilmente sarebbe stato meglio pensarne un'altra. Proprio così, perché queste macromolecole biologiche – molecole biologiche con un numero di atomi eccezionalmente elevato – sono davvero difficili da gestire, e allora il rischio è sempre quello di non far passare a pieno la loro reale importanza negli organismi viventi (da quelli unicellulari a quelli pluricellulari) e nei parassiti intracellulari obbligati, come i virus. Il problema è che le proteine non sono solamente tantissime, ma ricoprono anche tantissimi ruoli fondamentali in natura, così quando scegliamo di scomodare queste biomolecole dobbiamo farlo con rispetto e cognizione di causa. Fatta questa breve introduzione sulla grande importanza delle proteine, in questo articolo ci concentreremo sulla composizione chimica e la costruzione di queste macromolecole biologiche.

Le proteine sono una classe di biomolecole (o molecole biologiche) costituite dalla ripetizione di unità che prendono il nome di amminoacidi. Gli amminoacidi sono molecole organiche composte da atomi di carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto e in alcuni casi anche di zolfo, come la cisteina e la metionina (**Figura**). In maggior dettaglio, un atomo di carbonio centrale lega covalentemente un gruppo carbossilico, un atomo di idrogeno, un gruppo amminico e una catena laterale (la glicina è l'unico amminoacido naturale in cui al posto della catena laterale, l'atomo di carbonio centrale lega un altro atomo di idrogeno). Un amminoacido è diverso da un altro sulla base della composizione chimica della catena laterale. Per intenderci, l'atomo di carbonio centrale, il gruppo carbossilico, l'atomo di idrogeno e il gruppo amminico sono costanti in tutti gli amminoacidi; invece, la catena laterale cambia da un amminoacido a un altro. Per esempio, l'acido aspartico e la lisina sono due amminoacidi diversi, e ciò che li rende diversi l'uno dall'altro è proprio la differente composizione chimica della loro catena laterale. Questo è molto importante perché la catena laterale differenzia un amminoacido da

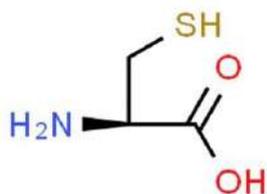
un altro non solo dal punto di vista della composizione chimica, ma anche dal punto di vista chimico-fisico, rendendo quindi unico il modo con cui uno specifico amminoacido interagisce in un determinato ambiente. Gli amminoacidi che si ritrovano con maggior frequenza nelle proteine – in natura – sono 20 e vengono classificati considerando la diversa composizione chimica della loro catena laterale, come (esistono diverse classificazioni degli amminoacidi naturali, in questo articolo per comodità verrà fatto riferimento alla seguente): apolari o idrofobici e polari o idrofilici. Fanno parte dei primi la glicina, l'alanina, la valina, la leucina, l'isoleucina, la metionina, la prolina, la fenilalanina e il triptofano. I secondi comprendono invece quelli acidi, come l'acido aspartico e l'acido glutammico; quelli neutri, come la serina, la treonina, la cisteina, l'asparagina, la glutammina e la tirosina; e quelli basici, come la lisina, l'arginina e l'istidina.

A questo punto, cerchiamo di capire come gli amminoacidi costruiscono le proteine. La reazione chimica che permette di legare un amminoacido con un altro – al fine della formazione di una proteina – prende

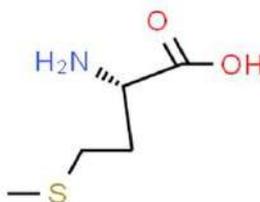
il nome di condensazione. In questo contesto, ogni volta che si verifica una reazione di condensazione, si ha la perdita di una molecola d'acqua e i due amminoacidi (o lo specifico amminoacido della proteina in costruzione con un altro) si legano covalentemente attraverso un legame che si chiama peptidico. In particolare, il legame peptidico si instaura tra l'atomo di carbonio del gruppo carbossilico – legato all'atomo di carbonio centrale – di un amminoacido, e l'atomo di azoto del gruppo amminico – che lega l'atomo di carbonio centrale – di un altro amminoacido. Siccome le proteine sono macromolecole biologiche, il processo che porta alla loro formazione (o sintesi proteica) è caratterizzato da numerose reazioni di condensazione, un'elevata perdita di molecole d'acqua, e un elevato numero di residui amminoacidici legati covalentemente tra di loro attraverso numerosi legami peptidici. Alla fine della sintesi proteica, una proteina sarà di base composta da una estremità carbossi-terminale, in cui il gruppo carbossilico legato all'atomo di carbonio centrale di quell'amminoacido non è impegnato in un legame peptidico; una porzione centrale, in cui il gruppo carbossilico e quello

amminico legati all'atomo di carbonio centrale di quegli amminoacidi sono entrambi impegnati in un legame peptidico; e una estremità ammino-terminale, in cui il gruppo amminico legato all'atomo di carbonio centrale di quell'amminoacido non è impegnato in un legame peptidico. L'estremità ammino-terminale rappresenterà la porzione iniziale della proteina, mentre quella carbossi-terminale la sua porzione finale.

## Cisteina



## Metionina



**Figura.** Formule di struttura dei due amminoacidi naturali solforati: la cisteina (Credit: <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5653.html?rid=ef92bc4a-05d1-46d6-8423-2b262f1da46b>) e la metionina (Credit: <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5907.html?rid=1ccfbf9e-fdb1-47b4-ba31-ce53a4474fd2>).

*Fonti:*

**Garrett R. H. and Grisham C. M. (2002).** Principles of Biochemistry With a Human Focus. Brooks/Cole/Thomson Learning

<http://www.scienzintasca.it/a-spasso-nella-biochimica-le-molecole-della-vita/>

<http://www.scienzintasca.it/la-genetica-e-l'espressione-genica/>

<https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5653.html?rid=ef92bc4a-05d1-46d6-8423-2b262f1da46b>

<https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5907.html?rid=1ccfbf9e-fdb1-47b4-ba31-ce53a4474fd2>

## **Anticorpi, antigeni e... amore**

Le immunoglobuline, chiamate anche anticorpi (il termine “anticorpo” fu coniato dal medico tedesco Paul Ehrlich), sono glicoproteine – macromolecole biologiche di natura proteica a cui si legano dei carboidrati – fondamentali per il nostro organismo perché ci difendono costantemente dagli agenti patogeni, come i batteri, i virus, i funghi e i protozoi.

Se dovessimo scegliere soltanto una parola per descrivere gli anticorpi, in molti sarebbero d'accordo nel selezionare “specificità”. Infatti, queste glicoproteine sono delle vere e proprie armi che i linfociti B costruiscono, perfezionandole e ricordandole col passare del tempo (memoria immunologica), su misura per ogni patogeno con il fine di proteggere il nostro organismo. In maggior dettaglio, questa specificità risiede nelle interazioni che si instaurano tra un anticorpo ed il suo specifico antigene. In pratica, l'incontro tra un anticorpo ed il suo antigene può essere paragonato ad un romantico colpo di fulmine, in altre parole, un anticorpo ed il suo antigene sono fatti l'uno per l'altro, è come se fossero anime

gemelle, e quando si incontrano è quasi impossibile che si separino, e davvero molto difficile separarli. Difatti, per definizione, un antigene è una sostanza che interagisce saldamente con uno specifico anticorpo, perciò, un antigene esiste se esiste il suo specifico anticorpo, e viceversa. Attenzione però, perché anche se un antigene interagisce saldamente con il suo specifico anticorpo, non è detto che sia anche in grado di portare allo sviluppo di una risposta immunitaria, ovvero, che sia anche un immunogeno. Quindi, tutti gli immunogeni sono degli antigeni, ma non tutti gli antigeni sono anche immunogeni, proprio perché non tutti gli antigeni sono in grado di originare una risposta immunitaria.

Infine, la parte dell'antigene che viene riconosciuta e interagisce saldamente con lo specifico anticorpo prende il nome di epitopo o determinante antigenico. Praticamente, da un certo punto di vista, quando un anticorpo ed il suo specifico antigene interagiscono, è come se si dessero la mano e se la stringessero fortemente, proprio come fanno due innamorati.

*Fonti:*

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30035936/>

<https://www.jimmunol.org/content/202/5/1582>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10755>

<https://www.scienzintasca.it/come-puo-essere-limmunita-specifica/>

<https://www.scienzintasca.it/il-sistema-immunitario-in-breve/>

## **Quante classi di anticorpi esistono?**

Gli anticorpi, chiamati anche immunoglobuline, sono macromolecole biologiche di natura proteica a cui si legano dei carboidrati, quindi, sono glicoproteine. Queste glicoproteine fanno parte della risposta immunitaria acquisita (specificità) umorale, vengono perfezionate e ricordate col passare del tempo (memoria immunologica), vengono prodotte e rilasciate dalle plasmacellule (linfociti B che si sono differenziati), e sono fondamentali per il nostro organismo perché contribuiscono a proteggerci dai patogeni, come alcuni batteri, virus, funghi e protozoi. Quello che caratterizza gli anticorpi è la loro elegante, raffinata e straordinaria specificità che risiede nelle interazioni che si instaurano tra uno specifico anticorpo, prodotto e rilasciato da una plasmacellula del nostro organismo, ed il suo antigene, prodotto invece da un patogeno. Quindi, ogni anticorpo è in grado di riconoscere, interagire saldamente e inibire la funzione biologica del suo specifico antigene. Quando un anticorpo interagisce con il suo antigene si forma un immunocomplesso.

Inoltre, gli anticorpi, sono anche capaci di distinguere le componenti del nostro organismo senza aggredirle, dagli antigeni dei patogeni, in questo caso attaccandoli. In alcuni casi però, possono essere prodotti e rilasciati degli anticorpi che interagiscono con il nostro organismo, ovvero, degli autoanticorpi. La presenza degli autoanticorpi rappresenta una caratteristica tipica delle malattie autoimmuni.

Esistono tanti anticorpi che vengono prodotti e rilasciati da altrettante plasmacellule del nostro organismo, proprio perché esistono tanti antigeni diversi dal punto di vista chimico, fisico e biologico che vengono prodotti da altrettanti patogeni. Però, tenendo comunque in considerazione la notevole diversità degli anticorpi, queste glicoproteine possono essere raggruppate in classi (o isotipi).

Infatti, le immunoglobuline umane vengono raggruppate, sulla base della composizione chimica delle regioni costanti delle loro catene pesanti, in cinque classi: A; D; E; G; e M. Le immunoglobuline della classe A vengono ulteriormente raggruppate in due sottoclassi, A1 e A2; mentre, quelle della classe G

vengono raggruppate in quattro sottoclassi, G1, G2, G3 e G4.

Ciascuno di questi isotipi, grazie alla sua struttura, azione immunologica e localizzazione, contribuisce costantemente e in maniera decisiva nel difendere il nostro organismo dai patogeni.

*Fonti:*

<https://www.issalute.it/index.php/la-salute-dalla-a-alla-z-menu/a/autoimmunita>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513460/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3670108/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9463208/>

<https://www.scienzintasca.it/anticorpi-antigeni-e-amore/>

<https://www.scienzintasca.it/a-spesso-nella-biochimica-le-molecole-della-vita/>

<https://www.scienzintasca.it/la-straordinaria-celebrita-degli-anticorpi/>

## **La straordinaria celebrità degli anticorpi**

Chi non ha mai sentito parlare delle immunoglobuline, meglio conosciute come anticorpi? Infatti, queste glicoproteine, prodotte dai linfociti B, sono tra le macromolecole biologiche più famose. E non credo che ci si debba stupire così tanto della straordinaria celebrità degli anticorpi.

Queste glicoproteine, che fanno parte della risposta immunitaria acquisita (specifica) umorale, sono estremamente importanti per il nostro organismo poiché ci difendono dagli agenti patogeni, come i batteri, i virus, i funghi e i protozoi.

Le immunoglobuline, possono essere considerate come delle vere e proprie armi estremamente specifiche, costruite su misura per ogni patogeno, che vengono perfezionate e ricordate col passare del tempo (memoria immunologica).

La specificità, elegante e raffinata, che caratterizza queste macromolecole biologiche risiede nelle interazioni che si instaurano tra un anticorpo, prodotto da un linfocita B del nostro organismo, ed il suo specifico antigene, prodotto invece, da un particolare

agente patogeno. Tra l'altro, un antigene, per definizione è una sostanza capace di indurre la produzione di un anticorpo.

Quindi, esistono tanti anticorpi che vengono prodotti da altrettanti linfociti B del nostro organismo, proprio perché esistono tanti antigeni diversi dal punto di vista chimico, fisico e biologico che vengono prodotti da altrettanti agenti patogeni.

Attenzione però, noi non nasciamo con i linfociti B già in grado di produrre tutte queste immunoglobuline, infatti, i linfociti B acquisiranno la capacità di produrre le immunoglobuline, per via naturale e artificiale, durante il corso della nostra vita.

La regola è relativamente semplice: prima, il nostro organismo incontra un determinato antigene, quindi, un particolare agente patogeno; successivamente, il nostro organismo riconosce quel determinato antigene, prodotto da quel particolare agente patogeno, come sostanza estranea; ed infine, i linfociti B si differenziano diventando plasmacellule ed iniziano a produrre e a rilasciare quello specifico anticorpo, in grado di riconoscere e interagire saldamente con quel

determinato antigene con il fine di proteggere il nostro organismo.

*Fonti:*

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556082/#NBK556082\\_pubdet](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556082/#NBK556082_pubdet)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6456432/>

<https://www.scienzintasca.it/anticorpi-antigeni-e-amore/>

<https://www.scienzintasca.it/a-spasso-nella-biochimica-le-molecole-della-vita/>

<https://www.scienzintasca.it/come-puo-essere-limmunita-specifica/>

<https://www.scienzintasca.it/il-sistema-immunitario-in-breve/>

## **Come può essere l'immunità specifica?**

La risposta immunitaria acquisita può essere suddivisa in naturale e artificiale (**Figura**). Della prima ne fanno parte quella passiva e quella attiva. L'immunità acquisita naturale passiva ha una breve durata (**Tabella**) e si sviluppa in due modi: quando gli anticorpi (immunoglobuline di classe G) prodotti dalla madre passano al feto attraverso la placenta; e quando la madre allatta il bambino, anche in questo caso passandogli i suoi anticorpi (immunoglobuline di classe A) soprattutto inizialmente con il colostro ma anche successivamente con il latte. Quella naturale attiva dura invece più a lungo (con questa s'istaura la memoria immunologica) e si sviluppa ogni volta che il nostro organismo incontra un nuovo agente patogeno.

Anche l'immunità acquisita artificiale comprende quella passiva e quella attiva. La prima non dura a lungo ed è rappresentata dalla cosiddetta sieroprofilassi, ovvero la somministrazione di sieri contenenti specifici anticorpi diretti contro un determinato agente patogeno; la seconda ha invece una lunga durata (anche con questa s'istaura la memoria

immunologica) ed è rappresentata dalla vaccinazione. Il grande vantaggio di quest'ultima è che i vaccini simulano l'incontro tra il nostro organismo e i patogeni, permettendoci di sviluppare una risposta immunitaria specifica e duratura contro malattie potenzialmente mortali o fortemente invalidanti che non saremmo in grado di affrontare in tempo per via naturale.



**Figura.** Rappresentazione grafica della classificazione dell'immunità acquisita.

Immunità acquisita	Durata
Immunoglobuline G dalla madre	Mesi
Immunoglobuline A dalla madre	Fino allo svezzamento
Agente patogeno	Anni
Sieroprofilassi	Settimane
Vaccinazione	Anni

**Tabella.** Immunità acquisita e durata (generale) della protezione. Il bordo orizzontale spesso separa quella naturale (sopra) da quella

artificiale (sotto). Le immunoglobuline di classe G circolano nel sangue, mentre quelle di classe A si localizzano nelle mucose della bocca, nelle vie aeree, nella gola e nell'intestino del neonato. Gli anticorpi che la madre passa al figlio hanno una breve durata, per questo è fondamentale che il bambino venga vaccinato rispettando il calendario vaccinale, al fine di proteggere se stesso e chi lo circonda.

*Fonti:*

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3068](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3068582/)

[582/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3068582/)

<https://iovaccino.wordpress.com/2018/10/03/che-tipo-di-protezione-fornisce-la-mamma-al-proprio-bambino/>

## **Perché i vaccini ci salvano la vita?**

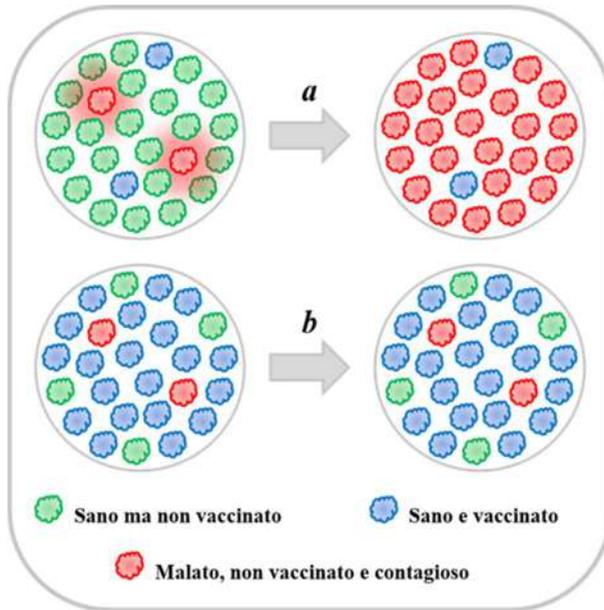
Un vaccino è un preparato biologico che stimola il sistema immunitario a produrre una risposta immunitaria specifica contro uno o più agenti patogeni. Questa definizione è molto importante perché sebbene il nostro sistema immunitario sia altamente efficiente nel proteggerci dai patogeni, esistono molte malattie infettive che non è in grado di combattere autonomamente in tempo e che quindi potrebbero essere potenzialmente fatali per ciascuno di noi. Così, i vaccini educano il nostro sistema immunitario a difenderci, in maniera tale da non farci ammalare di queste gravissime malattie; questo significa che i vaccini non servono a curare le malattie, ma a prevenirle, ovvero a non farci ammalare affatto. Infatti, molte di queste malattie infettive sono estremamente difficili da riconoscere abbastanza in tempo, la loro diagnosi può arrivare quando ormai è fin troppo tardi e le relative cure che abbiamo a disposizione risultare quindi inefficaci. Le conseguenze possono così essere devastanti per la nostra salute, andando dalla comparsa

di condizioni mediche fortemente invalidanti fino al decesso del soggetto.

Oltre che proteggerci individualmente, i vaccini ci proteggono anche collettivamente grazie all'istaurarsi della cosiddetta immunità di gregge o di gruppo (**Figura**). Questa si basa sul fatto che se almeno il 95% degli individui di una popolazione sono stati vaccinati contro un patogeno, coloro che non hanno potuto ricevere quella vaccinazione (per l'età o per motivi di salute) oppure che non rispondono in maniera efficace a quel vaccino potranno comunque sentirsi ugualmente protetti per via indiretta, questo perché verrà interrotta la circolazione di quel patogeno.

Infine, un altro concetto molto importante legato ai vaccini è quello dell'eradicazione. In questo contesto, il termine "eradicare" significa eliminare completamente e definitivamente un agente patogeno e tutte le malattie di cui è responsabile. Grazie alle vaccinazioni anche questo traguardo può essere raggiunto, un classico esempio è infatti quello dell'eradicazione del vaiolo, dichiarata ufficialmente nel 1980 dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, in

cui a svolgere un ruolo decisivo furono proprio i vaccini.



**Figura.** Rappresentazione grafica dell'immunità di gregge o di gruppo. Se una popolazione è costituita da pochi individui vaccinati contro una malattia contagiosa, quando qualcuno dei non vaccinati si ammalerà, contagierà anche gli altri non vaccinati causando la diffusione della malattia (*a*); invece, se la stessa popolazione è composta da molti individui vaccinati, la malattia non si diffonderà e coloro che non hanno potuto ricevere quella vaccinazione potranno sentirsi ugualmente protetti (*b*).

*Fonti:*

<https://www.epicentro.iss.it/infettive/>

<https://www.epicentro.iss.it/vaiolo/>

## **Reverse vaccinology: una strategia rivoluzionaria contro le malattie infettive**

Un vaccino è un preparato biologico in grado di stimolare il sistema immunitario a sviluppare una risposta immunitaria specifica contro uno o più agenti patogeni. Il processo che porta allo sviluppo di questa risposta immunitaria prende il nome di immunizzazione artificiale attiva. In particolare, i vaccini educano il nostro sistema immunitario a difenderci, in maniera tale da non farci ammalare di malattie infettive che potrebbero avere delle conseguenze devastanti per la nostra salute, andando dalla comparsa di condizioni mediche fortemente invalidanti fino al decesso del soggetto.

Infatti, anche se il nostro sistema immunitario è altamente efficiente nel proteggerci dai patogeni, esistono molte di queste malattie infettive che, appunto, non è capace di combattere autonomamente in tempo e che quindi potrebbero essere potenzialmente fatali per ciascuno di noi. Perciò, vaccinandoci, proteggiamo noi stessi e gli altri da queste drammatiche patologie, e contribuiamo a contrastare il fenomeno

dell'antibiotico-resistenza, una grave minaccia per la salute pubblica.

La reverse vaccinology nasce verso la fine degli anni '90 grazie alla collaborazione tra Rino Rappuoli e John Craig Venter, ed è un approccio innovativo e rivoluzionario per la progettazione di nuovi vaccini che si basa sul sequenziamento del materiale genetico (acido desossiribonucleico o DNA, e acido ribonucleico o RNA) dei patogeni. Attraverso la reverse vaccinology, i ricercatori riescono ad individuare un numero di antigeni maggiore, e al tempo stesso più velocemente, rispetto all'approccio tradizionale.

Dopo che questi antigeni sono stati identificati, a partire dal materiale genetico dei patogeni, si cerca di comprendere il loro ruolo biologico. Questo, permette ai ricercatori di escludere gli antigeni che non avrebbe senso includere nella formulazione di un vaccino, come ad esempio quelli che si localizzano all'interno dei patogeni, o quelli che subiscono maggiori cambiamenti nel corso dell'evoluzione, e ancora, quelli che non sono immunogenici. A questo punto, i ricercatori possono concentrarsi su quegli antigeni che vengono secreti o

che si localizzano sulla superficie esterna dei patogeni, che vengono maggiormente conservati nel corso dell'evoluzione, e che sono immunogenici.

Seguendo l'approccio della reverse vaccinology, i ricercatori possono ottenere queste fondamentali informazioni, insieme a tante altre, sugli antigeni da poter prendere in considerazione per lo sviluppo di nuovi vaccini, a partire dal materiale genetico dei patogeni e attraverso l'utilizzo di sofisticati mezzi bioinformatici.

Ad oggi, la reverse vaccinology rappresenta una delle più importanti strategie scientifiche per la lotta contro i patogeni, per la prevenzione delle malattie infettive e per il miglioramento del benessere della salute pubblica.

*Fonti:*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3320742/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4821650/>

<https://www.scienzintasca.it/anticorpi-antigeni-e-amore/>

<https://www.scienzintasca.it/come-puo-essere-limmunita-specifica/>

<https://www.scienzintasca.it/farmaci-antimicrobici-e-come-usarli-al-meglio/>

<https://www.scienzintasca.it/perche-i-vaccini-ci-salvano-la-vita/>

## **È più rischioso vaccinarsi o non vaccinarsi?**

Sappiamo tutti che camminare fa bene alla nostra salute fisica e mentale, ma immaginiamo se un bel giorno, mentre stiamo facendo una piacevole e rilassante passeggiata, dovessimo imbatterci in un gruppo di personaggi che manifesta, con tanto di striscioni, urlando a squarciagola che camminare fa male ed è un'attività rischiosissima per la salute di ognuno di noi. Continuando a immaginare, sugli striscioni notiamo dei messaggi molto particolari, come: “No alle passeggiate!”, “Camminare causa l'autismo!”, “Non permettere a tuo figlio di passeggiare!” e “Vogliamo la verità! Camminare fa male!”. Intanto, un cameraman e un giornalista di una rete televisiva locale si avvicinano a uno di questi personaggi, e il giornalista gli chiede: «Qual è il nome del vostro movimento? Quali sono le ragioni della vostra protesta?». Il personaggio del gruppo di manifestanti, sicuro di sé, prende il microfono dalla mano del giornalista e risponde: «Noi siamo gli antipasseggiatisti e oggi stiamo manifestando perché vogliamo che tutti si rendano conto di quanto sia pericoloso camminare! Quanti incidenti si verificano

ogni giorno a causa delle passeggiate? Tantissimi! È tutto un magna magna, gli scienziati ci dicono che camminare fa bene alla nostra salute ma non è vero, tutte balle! Loro dicono che passeggiare fa bene perché sono d'accordo con le multinazionali delle scarpe, così noi consumiamo le scarpe rischiando la vita e loro si arricchiscono grazie agli accordi segreti, questa è la verità! Non dobbiamo camminare!». A questo punto, il giornalista riprende il microfono e pone al personaggio un'ultima domanda: «Quali sono le prove che dimostrano le sue affermazioni e le sue accuse?». Improvvisamente, il personaggio perde la sua iniziale sicurezza, non risponde e si riunisce al gruppo di manifestanti per proseguire con la protesta.

Probabilmente, se ci trovassimo di fronte a questo scenario non daremmo alcun peso alle strane affermazioni di questi particolari manifestanti, continueremmo per la nostra strada, magari facendoci una bella risata perché sappiamo benissimo che camminare fa bene alla nostra salute; eppure, oggi purtroppo stiamo assistendo a qualcosa di molto simile, non con le passeggiate ma con le vaccinazioni.

Ogni attività umana (per esempio camminare, guidare un veicolo, assumere un farmaco o sottoporsi a un intervento chirurgico) ha dei rischi, non per questo però decidiamo di non fare più nulla e di protestare contro chi offre dei servizi per cercare di risolvere dei problemi, perché al di là dei rischi i benefici sono di gran lunga superiori. Lo stesso vale per le vaccinazioni, anche se minimo, esiste il rischio che possano verificarsi degli effetti avversi dopo la somministrazione di un vaccino; però, se non ci vacciniamo il rischio è nettamente superiore perché in questo caso potremmo facilmente ammalarci e trasmettere agli altri malattie infettive potenzialmente mortali o fortemente invalidanti. Quindi, se dovessimo fare un confronto tra i rischi e i benefici delle vaccinazioni, il risultato sarebbe totalmente a favore dei benefici, per il singolo individuo e l'intera collettività, come dimostrano ogni anno milioni di vite salvate proprio grazie ai vaccini.

Quando ci vacciniamo, non scegliamo “solamente” di proteggere noi stessi da gravi malattie infettive, ma anche tutti coloro che ci circondano, e ogni persona che si vaccina rappresenta un grande passo in avanti

dell'uomo nella lotta contro queste drammatiche patologie, affinché un giorno i nostri figli e i nostri nipoti possano vivere in un mondo più sicuro.

*Fonti:*

<https://www.epicentro.iss.it/vaccini/documentazione-mondo>

<https://www.epicentro.iss.it/vaccini/ReazioniAvverse>

***In memoria di Marco Ponticelli (4 giugno 1990 - 1 novembre 2016), un amico che ci ha lasciati troppo presto.***

## **I vaccini NON causano l'autismo!**

Quando gli scienziati si trovano di fronte a un problema, cercano di risolverlo seguendo e rispettando onestamente dei punti sequenzialmente logici e fondamentali, raggruppati nel cosiddetto metodo sperimentale galileiano, in ordine: osservazione del fenomeno, proposta di un'ipotesi, verifica sperimentale, formulazione di una legge ed elaborazione di una teoria. Questa è la maniera corretta attraverso cui opera la ricerca scientifica.

Invece, quello che è stato fatto per valutare se il vaccino MPR (Morbilli-Parotite-Rosolia) potesse essere causa di autismo non ha niente a che vedere con l'onestà, il metodo sperimentale galileiano, la ricerca scientifica, il buonsenso e il benessere della salute pubblica, ma ha a che vedere con l'irresponsabilità, l'illegalità, la mancanza di rispetto della scienza, dell'umanità e della vita. Infatti, lo "studio" in questione presentava gravi e basilari errori prima del suo inizio, durante, dopo la sua conclusione e falsificazione della storia clinica dei pazienti (bambini) allo scopo di supportare i risultati ottenuti, manomessi anche questi, e successivamente

ritirati collettivamente in modo formale dagli autori. Inoltre, i bambini con autismo inclusi nello “studio” erano stati sottoposti a procedure mediche molto invasive non necessarie, in parte pericolose (ad esempio anestesie, ileo colonscopie, elettroencefalogrammi, punture lombari, radiografie cerebrali e con somministrazione di isotopi radioattivi) e senza le approvazioni da parte di un Comitato Etico, infrangendo ogni deontologia e il giuramento di Ippocrate. Riassumendo questi ultimi fatti e cercando di visualizzarli da un’altra prospettiva, è come se avessero giocato a fare gli scienziati sulla pelle di esseri umani indifesi, senza giudizio e regole. Il paradosso è che gli antivaccinisti reputano fortemente esemplare lo “studio” in questione, quando invece, analizzando la realtà degli eventi non c’è nulla di esemplare in tutto questo. Infine, la “ricerca” era stata commissionata e finanziata con l’obiettivo di dimostrare (non di valutare) che il vaccino MPR fosse causa di autismo, quindi non c’era niente da verificare sperimentalmente; e come se non bastasse, il tutto era accompagnato da profondi interessi economici e pubblicitari, visto che Andrew Jeremy Wakefield, all’epoca responsabile

dello “studio”, aveva registrato una serie di prodotti farmaceutici, tra i quali guarda caso, un vaccino contro il morbillo e un trattamento per l’autismo. Così, nel 2010 Wakefield fu riconosciuto dal General Medical Council colpevole di più di 30 capi d’accusa, tra cui disonestà e abuso di bambini con problemi dello sviluppo, mentre nel 2012 è stato definitivamente radiato dall’Ordine dei medici inglese.

Negli ultimi 15 anni sono stati condotti oltre 25 lavori scientifici da diversi centri di ricerca d’eccellenza mondiale, come l’Institute of Medicine, l’American Academy of Pediatrics e i Centers for Disease Control and Prevention statunitensi, giungendo sempre e indipendentemente alla stessa conclusione: il vaccino MPR non causa l’autismo.

*Fonti:*

<http://www.epicentro.iss.it/vaccini/autismo>

<http://www.epicentro.iss.it/vaccini/CommentoSalmaso>  
2014

[http://www.epicentro.iss.it/vaccini/MPR\\_autismo](http://www.epicentro.iss.it/vaccini/MPR_autismo)

<https://www.sip.it/2018/04/24/settimana-europea-delle-vaccinazioni-autismo-nasce-la-teoria-del-complotto/>

<https://www.vaccinarsi.org/scienza-conoscenza/contro-la-disinformazione/vaccini-non-causano-autismo>

## **I vaccini a mRNA NON sono “sieri genici sperimentali”!**

Esistono diversi termini che anche se non hanno nessun significato, purtroppo, diventano particolarmente popolari. Uno di questi, è il termine “siero genico sperimentale”. Per intenderci, il termine “siero genico sperimentale” può essere paragonato ad una chimera. La chimera, nella mitologia greca, è una creatura mostruosa capace di sputare fuoco, velenosa, e con il corpo formato da parti di leone, capra e serpente.

Ovviamente, la chimera della mitologia greca non esiste in natura, non si possono mischiare insieme parti di animali diversi pensando di dar vita ad una nuova creatura. Lo stesso vale per il termine “siero genico sperimentale”, non si possono mischiare insieme delle parole diverse, che singolarmente hanno un significato, e pensare che formino un nuovo termine che abbia senso.

Nessuno, probabilmente, crede che la chimera della mitologia greca possa realmente esistere in natura; mentre, in molti invece, credono ancora fermamente che il termine “siero genico sperimentale” abbia un

significato, quando in realtà, non solo non significa nulla, ma è anche profondamente sbagliato dal punto di vista scientifico.

Il problema è che il cavallo di battaglia degli antivaccinisti e dei complottisti è il veicolare la paura attraverso la disinformazione incontrollata del web, così è quindi fondamentale che ognuno di noi impari a proteggersi riconoscendo le informazioni vere e quelle false. Per esempio, in questo contesto, un'informazione vera è che i vaccini ad acido ribonucleico messaggero, meglio conosciuti come vaccini a mRNA, non sono “sieri genici sperimentali”, proprio perché il termine “siero genico sperimentale” non vuol dire nulla ed è scientificamente sbagliato.

Dobbiamo riflettere molto bene quando ci troviamo a dover scegliere il meglio per la nostra salute, affidarsi agli esperti e alla comunità scientifica internazionale è sicuramente la scelta più saggia, mentre affidare la nostra vita agli antivaccinisti e ai complottisti è indubbiamente la scelta peggiore, fin tanto che potrebbe essere una delle ultime che prendiamo per noi stessi.

*Fonti:*

<https://www.iss.it/primo-piano/->

[/asset\\_publisher/3f4alMwzN1Z7/content/covid-dall-iss-un-vademecum-contro-le-fake-news-sui-vaccini](https://www.iss.it/primo-piano/-/asset_publisher/3f4alMwzN1Z7/content/covid-dall-iss-un-vademecum-contro-le-fake-news-sui-vaccini)

<https://www.nature.com/articles/d41586-021-02483-w>

<https://www.nature.com/articles/s41573-021-00283-5>

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm082>

9

[https://www.scienzintasca.it/la-genetica-e-](https://www.scienzintasca.it/la-genetica-e-lespressione-genica/)

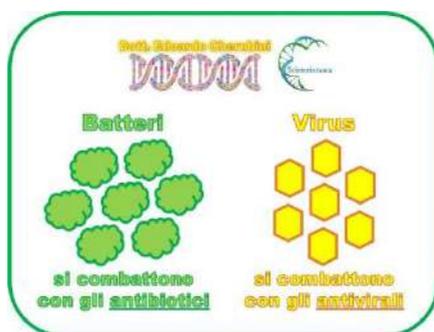
[lespressione-genica/](https://www.scienzintasca.it/la-genetica-e-lespressione-genica/)

## **Farmaci antimicrobici e come usarli... al meglio!**

Sentiamo parlare o leggiamo molto spesso dei farmaci antimicrobici, ma sappiamo davvero cosa sono, come vengono classificati e quando devono essere utilizzati? I farmaci antimicrobici comprendono tutte quelle sostanze in grado di inibire un processo metabolico o una via di sintesi sfruttata da un patogeno durante l'infezione. Questi farmaci, vengono classificati sulla base della tipologia del patogeno infettante che contrastano, in: antibiotici, che servono per combattere le infezioni causate dai batteri (**Figura**); antivirali, per combattere le infezioni causate dai virus (**Figura**); antimicotici, per combattere le infezioni causate dai funghi; e antiparassitari, per combattere le infezioni causate dai protozoi, dagli elminti e dagli artropodi. Quindi, se ci dovessimo ammalare di una malattia di origine virale, non avrebbe alcun senso cominciare ad assumere antibiotici a caso, perché il virus non sarebbe suscettibile agli antibiotici e contribuiremmo ad amplificare il fenomeno dell'antibiotico-resistenza, una grave minaccia per la salute pubblica.

I farmaci antimicrobici svolgono un ruolo estremamente importante nella sanità, il problema è che più li utilizziamo male oggi, meno funzioneranno bene domani, ed è proprio per questo che dovremmo impegnarci ad usarli con maggiore attenzione, parsimonia e solamente quando ce lo dicono i medici, come ci dicono i medici e per il periodo di tempo che ci viene detto dai medici.

Se vogliamo che un domani i nostri figli e i nostri nipoti siano in grado di combattere i patogeni e le malattie infettive, dobbiamo prendere delle scelte decisive a partire da oggi, decidere di smettere di assumere i farmaci antimicrobici in maniera irresponsabile è sicuramente una di queste scelte.



**Figura.** Le infezioni causate dai batteri si combattono con gli antibiotici, mentre quelle causate dai virus si combattono con gli antivirali.

*Fonti:*

[http://www.salute.gov.it/portale/p5\\_1\\_2.jsp?lingua=italiano&id=219](http://www.salute.gov.it/portale/p5_1_2.jsp?lingua=italiano&id=219)

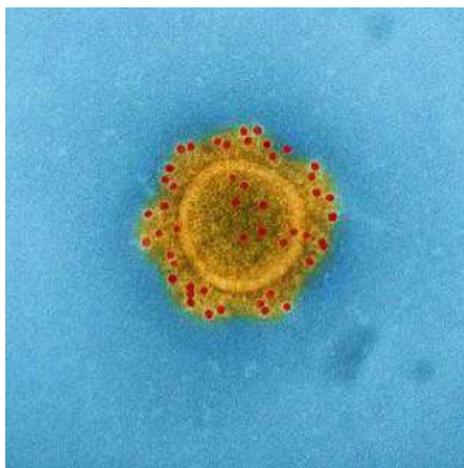
<https://www.issalute.it/index.php/la-salute-dalla-a-alla-z-menu/f/farmaci-antivirali>

## **Il coronavirus SARS-CoV-2... in breve: errori e insegnamenti**

La pandemia partita nel 2019 dalla città cinese di Wuhan, causata dal coronavirus (**Figura**) SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2), responsabile della malattia COVID-19 (coronavirus disease 2019), ci ha lasciato in eredità degli insegnamenti estremamente preziosi. Uno di questi, nasce dalla seguente domanda: come mai un parassita intracellulare obbligato è stato capace di scatenare tanto scompiglio nella popolazione? Per rispondere, bisogna prima specificare una cosa molto importante. SARS-CoV-2 può essere trasmesso molto facilmente da un soggetto malato a uno sano, infatti il suo contagio può verificarsi per via aerea (per esempio parlando, tossendo o starnutando), per contatto diretto con persone infette (ad esempio portando le mani sulla bocca, sul naso oppure sugli occhi), e raramente per via oro-fecale. Così, con il diffondersi di SARS-CoV-2, anche le notizie hanno iniziato a circolare, non si è parlato d'altro, siamo stati costantemente bombardati di informazioni, gran parte delle volte provenienti da fonti

senza nessuna attendibilità scientifica; insomma, in breve tempo il coronavirus è diventato l'ingrediente mancante di una perfetta catastrofe epidemiologica, ideale per le testate giornalistiche, i giornalisti e gli scienziati in cerca di pubblicità e denaro.

Ritornando però alla domanda iniziale, sebbene le linee guida promosse dal Ministero della Salute e dall'Istituto Superiore di Sanità abbiano svolto un ruolo fondamentale nel prevenire la diffusione del patogeno, a causare tanto scompiglio è stato il fatto che di fronte alla minaccia coronavirus eravamo totalmente indifesi, senza antivirali e soprattutto senza vaccini.



**Figura.** Micrografia elettronica del coronavirus responsabile della MERS (middle east respiratory syndrome). Il termine

“coronavirus” deriva dalla particolare forma che assumono i virioni di questi virus, la quale ricorda proprio quella di una corona (*Credit*: National Institute of Allergy and Infectious Diseases, National Institutes of Health).

*Fonti:*

<http://www.salute.gov.it/portale/malattieInfettive/dettaglioFaqMalattieInfettive.jsp?lingua=italiano&id=228>

<http://www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioOpuscoliNuovoCoronavirus.jsp?lingua=italiano&id=433>

<https://www.epicentro.iss.it/coronavirus/>

National Institute of Allergy and Infectious Diseases,  
National Institutes of Health

## ***Ringraziamenti***

Dott.ssa Gabriella Vittoria Durante

Dott. Marco Panico

Dott.ssa Claudia Cinquegrana

Dott. Giovanni Sambiasi

Giovanni Tribuzio

Dott.ssa Anna D'Eramo

Dott.ssa Emanuela Simone

Dott.ssa Lucia Mattera

Dott.ssa Daniela Di Giorgio

Dott.ssa Michela Zizza

Dott.ssa Daniela Vitiello

Dott.ssa Daniela Coniglio

Dott.ssa Andrea Paola Mandelli

**IMMUNITÀ E SALUTE**  
**Informarsi consapevolmente nell'era**  
**dell'infodemia**

Edoardo Cherubini

Con il patrocinio del Master in Divulgazione  
Scientifica dell'Università degli Studi di  
Siena, dell'Associazione USiena Alumni, del  
Rotary Club di Pitigliano, Sorano e Manciano  
(Grosseto) e del Comune di Manciano  
(Grosseto)



Gran parte della disinformazione e delle fake news nel campo scientifico, oggigiorno, vengono veicolate per mezzo di internet, con particolare riferimento ai social networks. Gli scienziati non possono stare a guardare, hanno il dovere e la responsabilità di intervenire al fine di arginare questa tendenza, estremamente pericolosa quando è volta nei confronti di tematiche fortemente legate al benessere della salute pubblica, come la prevenzione delle malattie infettive con la vaccinazione ed il corretto utilizzo dei farmaci antimicrobici, poiché l'antibiotico-resistenza rappresenta una grave minaccia per tutti noi.

Lo scopo di questo libro digitale non è quello di guadagnare, ma piuttosto è quello di contribuire alla corretta divulgazione scientifica, anche di tematiche fortemente legate al benessere della salute pubblica, con il fine di divulgare la scienza anche per salvare la vita delle persone.