

5

Andrea Grignolio

STORIE SUI VACCINI

Dalle epidemie del passato
alle bufale in rete



Andrea Grignolio

STORIE SUI VACCINI

Dalle epidemie del passato
alle bufale in rete



*Dedico questo libro ai numerosi vaccinatori uccisi
durante l'ammirevole esercizio della loro professione
in Pakistan, Afghanistan e Nigeria.*

A. G.

1ª ristampa, dicembre 2018

© copyright 2018 by Percorsi Editoriali di Carocci editore, Roma

Finito di stampare nel mese di dicembre 2018
da Eurolit, Roma

ISBN 978-88-430-9063-1

Progetto grafico di Ulderico Iorillo e Valentina Pochesci

Riproduzione vietata ai sensi di legge
(art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633)
Senza regolare autorizzazione, è vietato riprodurre questo volume
anche parzialmente e con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia,
anche per uso interno o didattico.

Indice

- 05 Prefazione
- 07 Introduzione
- 09 **PARTE PRIMA Storie sui vaccini**
- 10 Come funziona il sistema immunitario?
- 12 Cosa sono i vaccini?
- 14 Uomini, parassiti e guerre
- 17 L'inizio della storia dei vaccini: i cinesi e i figli di una nobildonna inglese
- 20 Vacche, mungitrici e bambini
- 22 I primi eroi della vaccinazione
 -  Pasteur e i vaccini per salvare gli animali
 -  Sabin e Salk
- 27 Cosa sono più rischiosi, i vaccini o le malattie infettive?
- 28 Immunità di comunità o di gregge
- 30 I vaccini proteggono anche i più deboli: il caso del bambino californiano
- 31 Gli eroi moderni della vaccinazione: Balto e i bambini dell'Alaska
- 34 Gli eroi dei paesi in via di sviluppo: religione, frigoriferi e Coca-Cola
- 36 Le bugie sui vaccini
 -  I vaccini causano l'autismo?
 -  Un bambino piccolo non riceve troppi vaccini?
 -  Oggi i vaccini non servono più
 -  I vaccini servono solo per far guadagnare le case farmaceutiche
- 46 I vaccini per grandi e per piccini, di oggi e di domani
- 49 Conclusioni
- 53 **PARTE SECONDA Virus vs Vaccini**
- 67 Glossario

Prefazione

Nel trattato *De morbo sacro* Ippocrate ammoniva quei medici che ritenevano che l'epilessia fosse inviata dagli dei. "È la vostra ignoranza che vi fa dire ciò", affermava, e invitava la gente a diffidare di maghi e ciarlatani che propagandavano nelle piazze improbabili rimedi. Ippocrate segue di poco tempo Talete, il filosofo e scienziato di Mileto che dichiarò l'importanza di chiedersi di cosa è fatto il mondo e come funziona.

Da allora s'impara a "conoscere" con le regole della scienza: è vero quello che è dimostrato e confermato da altri e successive ricerche possono integrare e migliorare quello che oggi riteniamo verità scientifica. Non stancarsi mai di essere "curiosi" di ciò che accade intorno a noi è importante ancora di più oggi, nel nostro mondo globalizzato, in cui la comunicazione corre veloce ed è sempre più difficile distinguere una notizia vera da una *fake*.

L'importanza del metodo della scienza e della conoscenza scientifica tra i giovani è il filo conduttore che unisce tra loro gli 11 volumi che compongono la collana "I ragazzi di Pasteur", realizzata dalla Fondazione IBSA per la ricerca scientifica in collaborazione con l'Istituto Pasteur Italia.

Ogni volume affronta un argomento di grande attualità – il possibile utilizzo delle cellule staminali, le nuove frontiere aperte dall'epigenetica, immunità e vaccini, il tanto discusso concetto di razza – con un approccio nuovo e originale. Tenendo conto delle specificità comunicazionali dei più giovani, il progetto ha infatti individuato nel "fumetto" uno strumento espressivo efficace per visualizzare e comunicare concetti complessi in modo semplice e comprensibile.

I volumi sono così costituiti da due parti: nella prima un docente universitario affronta un argomento di particolare interesse scientifico, presentando le informazioni in modo completo e coerente con l'utilizzo di un linguaggio chiaro ancorché specialistico; nella seconda un fumetto "racconta" visivamente il tema trattato nella prima parte. La realizzazione del fumetto si deve ai professionisti della Scuola Romana dei Fumetti, celebre officina dei più famosi disegnatori italiani, ma la sceneggiatura – e questa è un'ulteriore originalità del progetto – è ideata e scritta da studenti delle scuole medie, selezionate in diverse regioni italiane e nella Svizzera italiana.

Il nostro auspicio è che la lettura di questi volumi susciti interesse non solo per gli argomenti trattati, perché di grande attualità, ma anche per il metodo che traspare (medicina basata sulle evidenze scientifiche), utile palestra per acquisire una coscienza critica da parte del cittadino di domani.

Luigi Frati

Presidente
Istituto Pasteur Italia

Silvia Misiti

Direttore IBSA Foundation
for scientific research

Introduzione

Insieme alla potabilità delle acque e agli antibiotici, la vaccinazione è tra le scoperte mediche che nella storia dell'umanità ha salvato più vite. Nel XX secolo, nel mondo occidentale, le vaccinazioni di massa hanno permesso di evitare la morte di 500 milioni di persone (poco meno della popolazione complessiva dei 28 paesi dell'Unione Europea nel 2014) e in futuro, cioè nel prossimo decennio, permetteranno di evitare globalmente la morte di 25 milioni di persone, ovvero: 2,5 milioni di persone all'anno, 7.000 al giorno, 300 ogni ora, 5 al minuto.

Sin dai tempi antichi, certamente a partire dall'antico Egitto, le malattie infettive affliggevano le popolazioni con terribili ondate epidemiche di peste, lebbra e vaiolo. Solo nel secolo scorso, sono morte per malattie infettive quasi 1,7 miliardi di persone. I numeri di quelle oggi prevenibili con i vaccini sono impressionanti: 400 milioni di morti di vaiolo, 96,7 milioni di morti di morbillo, 38,1 milioni di morti di pertosse, più di 37 milioni di morti di tetano, 22 milioni di morti di meningite e quasi 13 milioni di morti di epatite B.

I vaccini sono i farmaci più efficaci e sicuri attualmente in commercio. Causano, infatti, una reazione avversa grave in meno di un caso su 1 milione di dosi somministrate. Può trattarsi, ad esempio, di una forte reazione allergica che, nella maggior parte dei casi, tuttavia, rientra dopo qualche ora senza conseguenze e senza causare mai la morte, come accade invece con alta frequenza per alcune malattie infettive (il morbillo, ad esempio, causa un decesso ogni 2.500 infetti circa). Per avere un'idea della grande sicurezza dei vaccini è sufficiente comparare i dati sui loro eventi avversi con quelli dei farmaci più comuni: le aspirine, assieme agli antinfiammatori, hanno reazioni avverse 1.500 volte più frequenti. Persino le arachidi sono ben più pericolose...

Eppure, questi dati non riescono a rassicurare una parte della società che continua a nutrire dubbi e timori nei confronti delle vaccinazioni. Nei paesi occidentali, dove i vaccini hanno ottenuto i risultati più strabilianti e dove, paradossalmente, emergono le maggiori resistenze (specie nella parte istruita e benestante della popolazione), le vaccinazioni sono in lieve ma costante calo e diversi paesi, tra cui l'Italia, hanno raggiunto soglie critiche di sicurezza per alcune malattie: la vaccinazione antimorbillo, ad esempio, ha attualmente (2016-17) una copertura dell'86% anziché del 95%, come richiesto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Riportare le vaccinazioni sopra le soglie di sicurezza è compito di tutta la popolazione perché le malattie contagiose, così come le vaccinazioni, sono un fenomeno collettivo: ogni singolo cittadino — compresi gli studenti — deve fare la propria parte.

Questo libro racconta storie *della* e *sulla* vaccinazione, nella speranza di eliminare paure irrazionali e avvicinare i più giovani ai successi del metodo scientifico. Un metodo che ha permesso ai paesi occidentali il miglioramento degli indici legati all'occupazione, al benessere, alla longevità e alle buone pratiche di convivenza sociale. Il rifiuto dell'autorità, il rispetto dei fatti, la trasparenza delle critiche, la libertà di comunicazione e di accesso ai risultati sono alcuni valori chiave propugnati dalla scienza e poi assimilati dalla democrazia.

Ecco perché, scienza, democrazia e impegno civile (tra cui quello di vaccinarsi) sono un insieme di valori comuni, valori di cui l'istruzione pubblica, anche attraverso le scuole, è bene che si occupi.

Andrea Grignolio

PARTE PRIMA 

Storie sui vaccini



Come funziona il sistema immunitario?

Il sistema immunitario è costituito da organi (milza, linfonodi, timo e midollo osseo) e cellule (linfociti e macrofagi circolanti nel sangue) che lavorano insieme per riconoscere, aggredire e ricordare invasori come virus, batteri, funghi e parassiti vari, chiamati agenti **patogeni** o **microbi**. Quando uno di questi patogeni entra nel nostro organismo il sistema immunitario si attiva in modo coordinato, come un'orchestra o un esercito, dove ognuno dei suoi componenti svolge un'azione precisa.

Alcune cellule del sistema immunitario (i **linfociti**) riescono a riconoscere e discriminare i tessuti e le cellule proprie dell'organismo dai corpi estranei, quali virus, batteri e parassiti, grazie al riconoscimento di proteine, dette **antigeni**, localizzate sulla superficie di tali agenti patogeni.

Una volta riconosciuto l'agente estraneo, i linfociti, coadiuvati anche da altre cellule, lo distruggono

Esistono 3 tipi principali di linfociti:

- i linfociti T, che sono i più numerosi e vengono così chiamati perché prodotti dal timo;
- i linfociti B;
- le cellule natural killer.

I **linfociti T** imparano a riconoscere le cellule dell'organismo (cellule self) durante la fase di maturazione nel timo; da qui entrano poi nel circolo sanguigno per funzionare da cellule sentinella in grado di identificare gli antigeni estranei (antigeni non-self), e li distruggono attraverso due meccanismi:

- produzione di speciali molecole, le citochine, che inducono poi l'attivazione di altri "soldati" del sistema immunitario, quali i linfociti B e le cellule natural killer (è il caso dei linfociti T helper);

✎ eliminazione diretta dell'agente patogeno attraverso il legame del proprio recettore con l'antigene estraneo (è il caso dei linfociti T citotossici).

I **linfociti B** vengono prodotti nel midollo osseo e da qui migrano negli organi linfoidi secondari, quali milza e linfonodi, dove subiscono un successivo differenziamento. I linfociti B producono gli anticorpi che si legano all'agente patogeno estraneo per renderlo maggiormente visibile e suscettibile all'azione degli altri soldati del sistema immunitario, quali le cellule fagocitarie (veri spazzini cellulari) e le cellule citotossiche.

Le **cellule natural killer** sono cellule nate per uccidere. Rappresentano i soldati di prima linea del sistema di difesa del nostro corpo. La loro funzione principale è quella di difendere l'organismo da cellule tumorali e cellule infettate da virus.

Infine, una parte di cellule che produce anticorpi continua a riprodursi nel tempo, in modo da creare la **memoria immunologica**, senza la quale sarebbe impossibile l'**immunizzazione** creata dai vaccini.

Quando un agente infettivo vivo e attenuato, oppure morto (inattivato), oppure scomposto nelle sue parti essenziali (subunità), viene introdotto nel circolo sanguigno attraverso il vaccino, le cellule del sistema immunitario lo riconoscono, producono gli anticorpi specifici e creano la memoria immunologica che dura molti anni e talvolta per l'intera vita. Diventiamo cioè **immuni** agli attacchi di quello specifico microbo perché abbiamo già in circolo l'esercito anticorpale pronto ad aggredirlo in modo mirato.

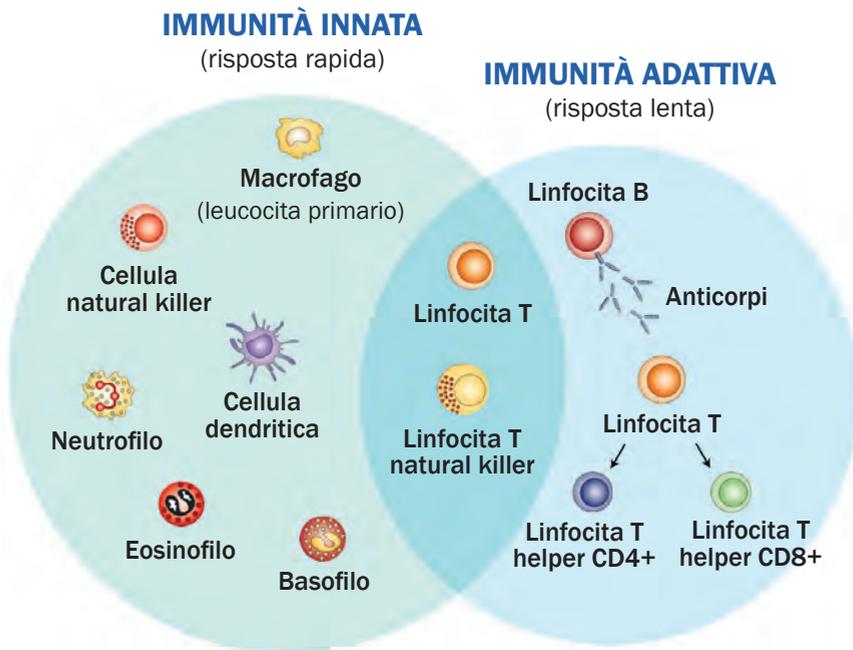
In rapporto agli invasori, le difese immunitarie si dividono in due grandi famiglie  *figura 1:*

✎ le **difese innate (o naturali)** che abbiamo dalla nascita e in parte ereditiamo dal sangue e latte materno; sono poco specifiche e hanno una memoria breve o media;

**Che cosa è
la memoria
immunologica?**

le **difese adattative (o acquisite)** che si formano nel tempo a seconda dei vari incontri con i microbi; sono molto specifiche e possiedono una memoria lunga o media.

 **Figura 1.** Immunità innata e immunità adattiva



Cosa sono i vaccini?

I vaccini sono **farmaci di prevenzione** che si prendono per evitare il rischio di contrarre alcune malattie infettive. Sono farmaci quindi che, a differenza di molte altre medicine, non servono a eliminare la presenza di un dolore o a curare una malattia in corso. Si assumono cioè in salute, quando si sta bene.

C'è un'altra grande differenza tra i vaccini e gli altri farmaci: i vaccini non aumentano soltanto la protezione individuale contro infezioni potenzialmente mortali causate da **agenti infettivi**, quali ad esempio

virus, batteri e funghi, ma anche la protezione collettiva. Si tratta della cosiddetta **immunità di comunità o di gregge**: quando quasi tutti i membri di una collettività (circa il 95%) si vaccina, le malattie contagiose smettono di diffondersi e non causano più focolai infettivi ed **epidemie**. Per questo motivo la scelta di vaccinarsi o meno non è solo un fatto di **libertà personale** ma è una **responsabilità collettiva**.

Il meccanismo biologico su cui si basa il vaccino è la **memoria immunologica**, resa possibile, come abbiamo visto, dalla presenza nel nostro corpo di cellule immunitarie e anticorpi che riconoscono, aggrediscono e memorizzano alcune parti degli agenti infettivi (gli **antigeni**) con cui entrano in contatto, aumentando e specializzando la loro risposta a ogni incontro successivo. I vaccini che, come vedremo, sono costituiti da forme artificialmente attenuate di microbi, da microbi uccisi o dai loro costituenti essenziali, innescano la risposta degli anticorpi senza tuttavia causare la malattia, un po' come se ingannassero il sistema immunitario.

Esistono vaccini per circa 25 malattie infettive e si suddividono in almeno tre grandi categorie:

- i **vaccini vivi attenuati**, nei quali i microbi sono vivi ma hanno subito trattamenti per diventare innocui all'organismo. Hanno il vantaggio di creare una risposta immunitaria duratura, ma devono essere conservati al freddo, una difficoltà per i paesi in via di sviluppo;
- i **vaccini inattivati**, in cui gli agenti infettivi sono stati uccisi. Hanno il vantaggio di essere più stabili, non hanno bisogno della catena del freddo per la conservazione, ma necessitano di più iniezioni di richiamo o booster;
- i **vaccini a subunità e tossoidi**, costituiti soltanto da quelle parti dei microrganismi o delle loro secrezioni tossiche che sono in grado di stimolare la risposta immunitaria.

I vaccini si assumono tramite iniezioni o in gocce da ingerire per bocca e mediamente costano tra i 10 e i 20 euro.



Uomini, parassiti e guerre

La natura non è né buona né cattiva. La natura è fatta da tutti gli esseri viventi che sulla Terra competono per accaparrarsi lo spazio vitale e il cibo per sopravvivere e riprodursi. È ciò che il grande naturalista inglese Charles Darwin nel suo importantissimo libro, *L'origine delle specie* (1859), chiamava “lotta per la sopravvivenza” tramite il principio della **selezione naturale** del più adatto all’ambiente (il più adatto, è sempre bene ricordarlo, non significa affatto il migliore, bensì quello che riesce ad adattarsi meglio all’ambiente in cui vive). Nelle società avanzate e fortunate, come la nostra, siamo abituati a immaginare gli animali pensando a quelli da compagnia, come cani e gatti, o al massimo a qualche animale esotico ben lavato e nutrito nei circhi o nelle gabbie degli zoo cittadini. Si tratta di un errore che, oltretutto, ci offre un’idea di natura sbagliata.

L’essere umano ha una lunga **storia evolutiva** che lo ha visto vivere per milioni di anni a stretto contatto con la natura, ricca di **parassiti** (vermi, insetti) e **agenti infettivi** (virus, batteri, funghi), verso i quali la selezione lo ha dotato di straordinarie armi, tra cui il sistema immunitario, capaci di contrastare la maggior parte degli attacchi infettivi: chi non aveva queste difese immunitarie sviluppate moriva e non lasciava prole.

In tal senso, l’*homo sapiens* ha dovuto ingaggiare con l’ambiente naturale una specie di inseguimento reciproco, una continua ed estenuante guerra tra uomini e germi che ha visto alternarsi periodi di tregua e repentine sconfitte (epidemie). Dopo l’ultima glaciazione, terminata circa 10.000 anni fa, gli uomini passarono da ridotte strutture tribali di pochi individui (i cosiddetti cacciatori-raccoglitori) a gruppi stanziali di agricoltori sempre più numerosi, che si organizzarono in ampi insediamenti urbani e caste sociali, dotati di grandi approvvigionamenti di cibo e uno stile di vita a stretto contatto con gli animali, grazie alla scoperta della domesticazione di piante e specie animali (avicole, bovine e suine) adatte all’allevamento.

Come si svilupparono le prime epidemie?

La nuova densità abitativa e il nuovo contatto con gli animali significarono anche la diffusione degli agenti infettivi dagli animali all'uomo e poi da uomo a uomo. Si svilupparono così le prime epidemie che ancora oggi affliggono le zone meno fortunate del pianeta: molte delle malattie infettive, infatti, provengono dagli animali (**zoonosi**). Si pensi, ad esempio, al morbillo evolutosi dalla peste bovina o all'influenza proveniente da suini e specie avicole (pollame), e al fatto che il vaiolo giunge all'uomo da bovini o cammelli, la pertosse da maiali e cani, la peste da topi, conigli e lepri, e le devastanti febbri emorragiche (tra cui l'Ebola) da pipistrelli e scimmie. Questa eterna guerra tra uomini e parassiti ha spesso segnato il corso della storia. Vediamo due casi noti.

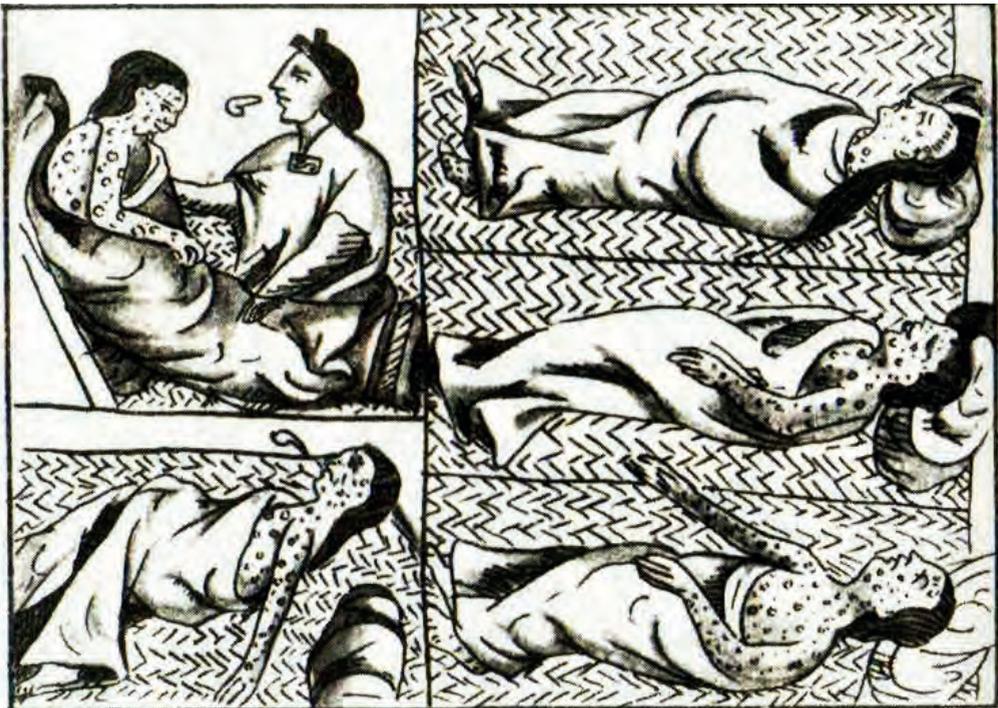
La **prima pestilenza documentata** è quella di **Atene** e risale al 430 a.C., durante la guerra del Peloponneso  *figura 2*. L'esito è noto:

 *Figura 2*. La peste di Atene in un dipinto di Michiel Sweerts



dopo un primo successo dell'esercito ateniese condotto dal valoroso stratega Pericle sulla città attica (sovrapopolata e in condizioni igienico-sanitarie promiscue) si abbatté una terribile epidemia, probabilmente di tifo – o forse si trattò di una forma di febbre emorragica – che ne indebolì gli abitanti e uccise lo stesso Pericle, favorendo la vittoria di Sparta. Tale avvenimento segnò, con la successiva disfatta della seconda spedizione in Sicilia, il definitivo declino militare e politico di Atene, culla della democrazia occidentale. Tucidide, lo storico che ha fornito i dettagli di tale epidemia, nei suoi scritti descrive per la prima volta il fenomeno dell'**immunizzazione naturale** da malattie infettive (differente dunque da quella artificiale inventata duemila anni dopo dai cinesi) quando afferma che chi guarisce «è ormai al sicuro» perché non si «ricade una seconda volta nel male, o almeno l'eventuale ricaduta non porta alla morte».

 *Figura 3.* Indios colpiti dal vaiolo



Oltre alla pestilenza di Atene, c'è un altro grande evento storico in cui le infezioni hanno giocato un ruolo cruciale. Occorre fare un salto di circa duemila anni e cambiare continente per andare ai tempi della **conquista del Messico** da parte di Hernán Cortés (1485-1547), il condottiero spagnolo che nel 1519, con soli cinquecento uomini, riuscì ad annientare il ben più imponente esercito e impero azteco governato da Montezuma. Non furono le armi o la preparazione militare dell'esercito spagnolo ad avere la meglio sugli aztechi, quanto piuttosto **un'infezione di vaiolo** che i *conquistadores* portarono dall'Europa e che era sconosciuta al sistema immunitario degli indigeni americani  *figura 3*.

All'inizio del 1500 la popolazione del Messico era costituita da circa 25 milioni di persone. Le epidemie infettive portate dagli europei la ridussero del 98% nell'arco di soli cento anni: un'ecatombe di 22 milioni di morti! Gli europei, da parte loro, erano più resistenti alle infezioni delle popolazioni indigene americane perché queste, rimaste isolate dall'Europa dai tempi dell'ultima glaciazione (quando poterono utilizzare lo stretto di Bering), non avevano goduto dei vantaggi evolutivi dovuti alla selezione naturale operata dalle epidemie come fenomeno indiretto della domesticazione. Gli amerindi si erano naturalmente adattati alle malattie infettive del proprio ambiente, come per esempio la sifilide — l'unica malattia, tendenzialmente cronica e non letale, che passarono agli europei —, ma sul piano immunologico erano scoperti di fronte alla varietà degli agenti infettivi a cui gli europei erano abituati da millenni.



L'inizio della storia dei vaccini: i cinesi e i figli di una nobildonna inglese

Il principio su cui si basano i vaccini, ovvero che “il simile cura il simile”, si perde nella notte dei tempi. Fin dall'antichità, quando ancora il metodo scientifico non era noto ed esisteva solo il pensiero magico, molte

culture hanno ipotizzato che la salute dell'uomo dipendesse dall'armonia con le leggi della Natura. Immaginando l'esistenza di meccanismi di equilibrio tra gli elementi naturali (aria, terra, acqua, fuoco), guaritori e sciamani tentavano, tramite erbe e riti, di bilanciare o acutizzare gli effetti della malattia al fine di esaurirne la forza. Le popolazioni dell'Asia Minore del I secolo a.C. avevano elaborato quello che oggi chiamiamo il *mitridatismo*, ovvero l'idea che fosse possibile acquisire artificialmente l'immunità ai veleni esponendosi gradualmente a essi.

Ma è in Cina che, attorno all'anno Mille d.C., nascono le prime forme di **immunizzazione artificiale** attraverso la **variolizzazione**, ovvero l'esposizione di persone sane a materiale infetto proveniente da persone malate con forme lievi di vaiolo.

Il **virus del vaiolo** apparve probabilmente per la prima volta in Africa intorno al 10000 a.C. e terrorizzò migliaia di generazioni con i suoi ciclici scoppi epidemici, le deturpazioni che lasciava sul corpo dei sopravvissuti e una mortalità del 30-40%. Nel solo XVIII secolo portò alla morte, ad esempio, 75 milioni di persone. Nel 1979, grazie alla vaccinazione, il vaiolo è sparito, ovvero è stato **eradicato** dalla faccia della Terra.



Figura 4. La variolizzazione in Cina



I medici di corte cinesi, soffiando la polvere di croste estratte da individui affetti da vaiolo nelle narici delle persone sane, scoprirono che esse acquisivano la memoria della malattia, l'**immunizzazione**, restando cioè protette a vita da eventuali ritorni della malattia. In tal modo, la mortalità da vaiolo venne significativamente ridotta, passando da circa il 30-40% al solo 2-3%  *figura 4*.

Tramite gli scambi commerciali, nonché di usi e costumi, lungo la via della seta, la pratica della variolizzazione giunse dalla Cina all'Europa passando per la Turchia. Qui l'immunizzazione da vaiolo veniva effettuata sotto forma di inoculazione: anziché soffiare croste di vaiolo essiccate nelle mucose nasali, i medici ottomani iniettavano, tramite delle lancette appuntite, dei campioni di pus presi dai malati, pungendo o incidendo superficialmente la spalla delle persone sane.

Dalla Turchia la variolizzazione arrivò in Inghilterra grazie alla nobildonna inglese **Mary Wortley Montagu** (1689-1762)  *figura 5*,

 *Figura 5*. Mary Wortley Montagu



consorte dell'ambasciatore britannico a Costantinopoli, sfigurata in gioventù dal vaiolo. Dopo aver osservato questa diffusa pratica sui bambini del luogo, Lady Montagu decise di far variolizzare il suo primogenito presso la corte ottomana. Nel 1721, tornata in Inghilterra, iniziò a promuovere presso le autorità inglesi la tecnica che, dopo essere stata testata su detenuti e bambini orfani, venne effettuata sui due figli della principessa Carolina di Brandeburgo. Da quel momento la variolizzazione si diffuse presso l'aristocrazia e i regnanti d'Europa, cosa che favorì la sua più vasta adozione presso la popolazione europea.



Vacche, mungitrici e bambini

La vaccinazione in senso proprio inizia con il medico britannico **Edward Jenner** (1749-1823) che dimostrò, nel 1798, che era più sicuro ed efficace immunizzare la popolazione umana usando pustole di vaiolo provenienti dalle vacche (il cosiddetto **vaiolo vaccino**) anziché, com'era in voga dai tempi dei funzionari di corte cinesi, pustole di vaiolo umano. Nasceva così il termine "vaccinazione".

Jenner era un medico condotto di campagna che usava il vecchio metodo della variolizzazione. Durante la sua attività sentì raccontare che alcuni contadini che mungevano le vacche erano stranamente immuni dal vaiolo umano. Approfondendo la questione, scoprì che sia le mammelle delle vacche sia le mani dei mungitori presentavano delle lesioni somiglianti a quelle del vaiolo e ipotizzò quindi che il vaiolo vaccino e quello umano fossero simili. La sua intuizione geniale fu quella di tentare di usare come fonte di infezione non più il vaiolo umano ma quello presente nelle vacche.

Nel 1796 fece un esperimento molto rischioso, oggi deprecabile e impensabile viste le giuste leggi etiche che regolano le sperimentazioni sugli uomini. Ottenne dalle pustole di Sarah Nelmes, una mungitrice locale che aveva contratto il vaiolo vaccino, un estratto di pus che inoculò a un ragazzo di otto anni, James Phipps, che sviluppò una

forma tenue di vaiolo e che venne successivamente esposto al vaiolo umano, risultandone immune. Jenner aveva dimostrato che l'infezione naturale umana di vaiolo non aveva avuto alcun effetto perché il ragazzo era stato già protetto, ovvero immunizzato, dalla varietà attenuata di vaiolo vaccino  *figura 6*.

Il tempo gli diede ragione e mise in luce almeno due vantaggi dell'uso del vaiolo vaccino come fonte infettiva. Innanzitutto, il vaiolo vaccino era una **versione del virus naturalmente attenuata** (il virus è meno aggressivo) rispetto a quello umano, provocava cioè meno morti quando veniva inoculato nelle persone sane. In secondo luogo, mentre con gli uomini occorreva sempre avere come fonte di virus un uomo ammalato in un determinato periodo dell'infezione, sulle vacche il virus poteva esser coltivato in grande scala e trasportato nei villaggi: una risorsa utilissima in caso di epidemia.

 *Figura 6*. Edward Jenner vaccina James Phipps





I primi eroi della vaccinazione

PASTEUR E I VACCINI PER SALVARE GLI ANIMALI

Per molti secoli, sino alla fine dell'Ottocento, l'unica malattia infettiva prevenibile, con la variolizzazione prima e la vaccinazione poi, fu il vaiolo.

Tutto cambiò con l'ingresso in campo del chimico e microbiologo francese **Louis Pasteur** (1822-1895), che tra il 1879 e il 1885 dimostrò la **possibilità di attenuare artificialmente** (e non più solo "naturalmente", come fino a quel momento era possibile), sul modello del vaccino antivaaioloso, **la virulenza di altri agenti patogeni** per l'uomo come il carbonchio (1881) e la rabbia (1885). Egli intuì anche l'importanza sociale ed economica della vaccinazione veterinaria, sviluppando il vaccino per il colera dei polli e quello contro il carbonchio (o antrace) per bovini, equini e ovini. Il metodo usato da Pasteur prevedeva quattro fasi: isolare gli agenti patogeni; coltivarli; tentare di attenuare le colture infettive ottenute (ad esempio, esponendole a fonti di calore o lasciandole decantare per lungo tempo); e, infine, iniettarle negli animali, così da provocare infezioni lievi e la successiva immunità. Una serie di passaggi concettuali fondamentali (isolare, coltivare, attenuare, iniettare) che gettarono le basi della vaccinologia e dell'immunologia.

Anche se sarebbero stati necessari altri sessant'anni prima di capire il meccanismo con cui l'organismo produce in modo attivo **anticorpi adattativi** per contrastare agenti infettivi sempre nuovi — ciò avvenne nel 1957, grazie al virologo premio Nobel australiano Frank Macfarlane Burnet (1899-1985) —, a fine Ottocento Pasteur aveva intuito che si trattava di un meccanismo attivo, ovvero che dopo l'iniezione del siero infettivo attenuato l'organismo produceva qualcosa che proteggeva l'ospite rendendolo immune alle esposizioni successive.

La scoperta di Pasteur si inserì in una nuova fase del pensiero biomedico in cui, grazie ai suoi contributi e a quelli del medico e microbiologo

tedesco **Robert Koch** (1843-1910), si venne a delineare la **teoria dell'origine microbica delle infezioni**: le malattie infettive sono causate da agenti patogeni che, analogamente a un parassita, entrano nell'organismo ospite infettandolo e duplicandosi, per poi propagarsi nella popolazione circostante attraverso umori, saliva, sangue e feci.

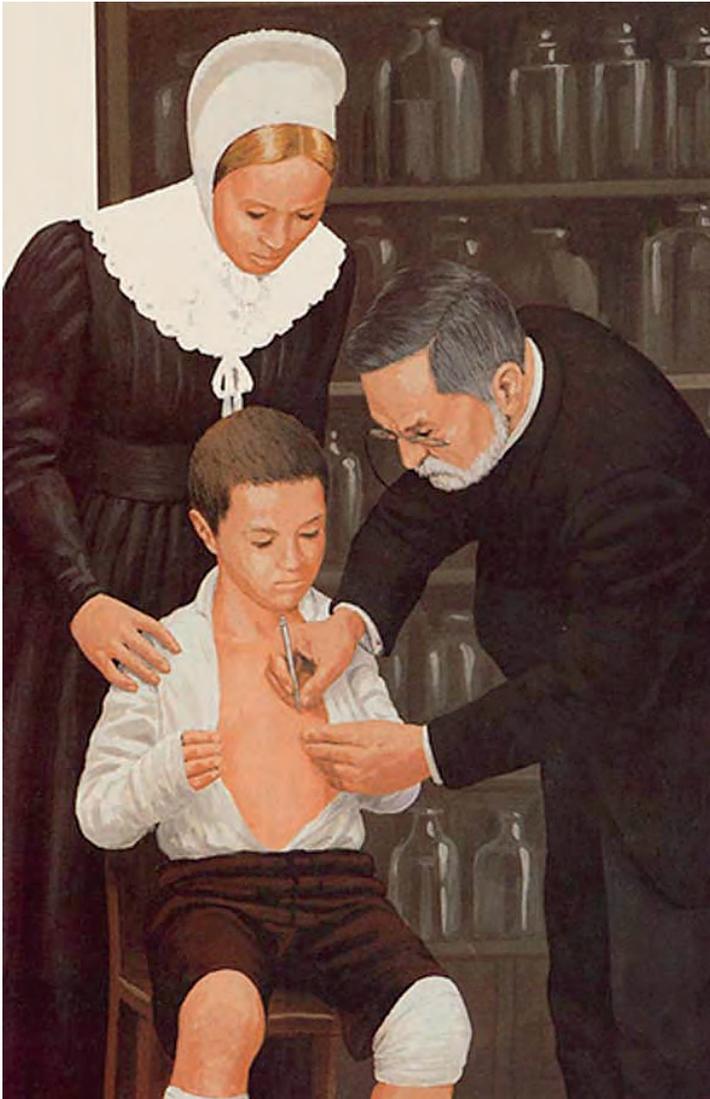
Pasteur è passato alla storia anche per due celebri esperimenti. Nel 1885 vide arrivare nel suo laboratorio una madre disperata con il suo bambino di 9 anni, Joseph Meister, che era stato morso da un cane rabbioso. Nonostante il fatto che non fosse un medico, e non fosse quindi autorizzato a somministrare trattamenti terapeutici, Pasteur decise di trattare il ragazzo con un **vaccino antirabbico** ancora sperimentale (ottenuto grazie al sacrificio di alcuni conigli), precedentemente testato solo sui cani (anch'essi usati come cavie)  *figura 7*. Il trattamento ebbe successo e si trattò del primo caso al mondo di vaccino artificialmente attenuato testato sull'uomo.

Nell'uomo il virus della rabbia, tra i più pericolosi al mondo, causa la morte nell'80-100% dei casi; oggi nel mondo muoiono più di 55.000 persone (il 95% si registra in Asia e Africa); il 99% dei casi nell'uomo dipende da rabbia canina e circa il 30-60% di questi sono minori di 15 anni.

L'altro esperimento fa invece capire anche la grande sensibilità alle relazioni pubbliche dello scienziato. Nei primi mesi del 1881 Pasteur dichiarò all'Accademia delle Scienze francese di aver trovato il **vaccino contro il carbonchio**, una malattia che decimava il prezioso bestiame da pascolo: lo sgomento e l'incredulità furono tali che Pasteur propose una pubblica dimostrazione. A Pouilly-le-Fort, nei pressi di Parigi, il 5 maggio del 1881, di fronte a una folla di allevatori, autorità e stampa internazionale, Pasteur scelse una cinquantina di animali e li divise in due gruppi uguali (ognuno composto da 24 pecore, 6 vitelli, 1 capra): un gruppo fu sottoposto a vaccinazione con il virus attenuato del carbonchio, l'altro no; l'operazione si ripeté una seconda



Figura 7. Pasteur vaccina Joseph Meister



volta due settimane dopo. La terza volta, il 31 maggio, Pasteur inculò il virus naturale (quindi non attenuato) nei due gruppi di animali: dopo due giorni si constatò che il gruppo che era stato vaccinato era sopravvissuto, al contrario dell'altro gruppo dove non sopravvisse nessun animale  *figura 8.* Si trattò di un successo esemplare!



Figura 8. Pouilly-le-Fort: vaccinazione del bestiame contro il carbonchio



Oggi vengono rivolte molte critiche agli scienziati dagli animalisti, che vorrebbero irresponsabilmente eliminare la **sperimentazione animale**, ovvero l'uso di modelli animali per testare terapie farmacologiche dirette all'uomo e agli animali.

Certamente, nel caso del bambino morso dal cane rabbioso e nel caso del bestiame, Pasteur dovette sacrificare alcuni animali per testare i suoi vaccini; questo, tuttavia, gli permise non solo di evitare di usare gli uomini come cavie, ma lo mise nelle condizioni di trovare una cura per malattie mortali che affliggevano sia gli uomini sia gli animali. È bene ricordare che il sacrificio di alcuni, pochi, animali è servito (e serve tuttora) a salvare tutti gli altri animali.

Da Pasteur in poi la corsa verso la produzione dei vaccini è stata impressionante, al ritmo di quasi un nuovo vaccino ogni 4-5 anni.

SABIN E SALK

La **poliomielite**, spesso detta polio, era già diffusa presso gli antichi egizi, come testimonia una stele della XVIII dinastia (1403-1365 a.C.) raffigurante una vittima con la gamba destra offesa dalla malattia. La polio è una grave malattia infettiva che interessa il sistema nervoso centrale e colpisce soprattutto i neuroni motori del midollo spinale.

Che cosa è la poliomielite?

Venne descritta per la prima volta nel 1789 da Michael Underwood (1737-1820), un medico britannico, e la prima epidemia si registrò in Europa all'inizio del XIX secolo.

Fra il 1951 al 1955 la poliomielite ha paralizzato circa 28.500 bambini ogni anno in Europa; negli Stati Uniti raggiunse il picco nel 1952, con oltre 21.000 casi registrati; in Italia furono notificati, nel 1958, oltre 8.000 casi. L'ultimo caso americano risale al 1979, mentre nel nostro paese è stato notificato nel 1982.

L'origine della vittoria della scienza contro questo virus temibilissimo è da ricercare nell'istituzione della Fondazione Nazionale per la Paralisi Infantile — voluta nel 1938 dal presidente americano **Franklin Delano Roosevelt**, che riteneva la poliomielite causa della sua paralisi —, rinominata in seguito *March of Dimes* (marcia dei centesimi), che raccolse ingenti finanziamenti per assistere i malati di polio e sostenere la ricerca sul vaccino.

I vaccini che sconfissero la poliomielite si devono a **Jonas Salk** (1914-1995), che nel 1953 creò un vaccino ucciso (somministrato con iniezione sottocutanea), e ad **Albert Sabin** (1906-1993), che nel 1955 ne ottenne uno attenuato (somministrato per via orale), più efficace quando i casi sono numerosi. In pochi decenni la poliomielite fu eradicata dai paesi sviluppati e oggi solo i pregiudizi religiosi e tribali che contrastano le campagne di vaccinazione (come in Afghanistan, Nigeria, Pakistan e di recente in Siria) impediscono di portare a termine l'eradicazione mondiale.

Infine, come ulteriore prova dei numerosi esempi umanitari e filantropici, e non di solo profitto delle multinazionali, riguardo ai vaccini, va ricordato che sulla polio entrambi gli scopritori rinunciarono al brevetto per ridurre il prezzo e raggiungere il più alto numero di persone. Salk che realizzò per primo il vaccino contro la poliomielite — dal valore, stimato all'epoca, di 7 miliardi di dollari — rinunciò al brevetto, e lo stesso fece il suo collega Sabin.



Cosa sono più rischiosi, i vaccini o le malattie infettive?

I dati scientifici degli ultimi vent'anni ci dicono che le vaccinazioni non hanno causato morti a esse collegabili tramite procedure scientificamente controllate. Come tutti i farmaci, anche i vaccini possono comportare alcune, rarissime, **reazioni avverse** gravi (che prevedono ricovero temporaneo), rispetto alle più comuni, ma sempre rare, reazioni avverse lievi (febbriциattola, pianto, dolore nel punto d'inoculo, cefalea). Nel complesso, l'incidenza delle reazioni avverse gravi è significativamente inferiore a quella dei più banali farmaci in commercio. A titolo di esempio, le aspirine e la categoria dei semplici antinfiammatori (FANS) hanno un numero di reazioni avverse 1.500 volte maggiore dei vaccini.

Le **malattie infettive**, invece, sono **molto pericolose**.

Facciamo alcuni esempi. Tra il 2014 e il 2015 solo nella regione Toscana sono decedute 13 persone per un'infezione da meningococco. Nel mese di marzo 2015, a Roma, una bambina di 4 anni è morta a causa del morbillo in un noto ospedale pediatrico. Nell'ottobre dello stesso anno è stata la volta di una bimba di 1 mese a Bologna per la pertosse — dunque vittima della mancata immunità di gregge, essendo priva di copertura perché in età prevaccinale. Pochi mesi dopo, in Spagna, un bambino di 6 anni è morto per la difterite:

**Le malattie
infettive sono
pericolose?**

un allarmante ritorno, a trent'anni dalla scomparsa di questa malattia, avvenuta nel lontano 1986! Sempre di differite è morta, nel marzo 2016, una bambina olandese di 3 anni, priva di vaccinazioni, presso l'ospedale di Anversa, senza che i medici riuscissero a trovare i medicinali necessari (antisiero difterico) contro una malattia infettiva ritenuta, erroneamente, ormai debellata.

Nel caso del **morbillo** si sa che il virus naturale causa la morte di **1 individuo su 2.000-3.000 infettati**, mentre il vaccino può causare un'encefalite (che nella quasi totalità dei casi guarisce senza conseguenze) su un milione di somministrazioni. La pertosse causa la morte in 1 caso su 100 di infezione (ma anche 1 encefalite su 20 e 1 polmonite su 18); il vaccino può causare da 0 a 10 encefalopatie ogni milione di somministrazioni; il tetano causa 3 decessi su 100 individui infetti, il vaccino al massimo crea convulsioni non severe (con recupero) in un caso su 2.000. La terribile **meningite** causa la morte in **un caso su 10**, mentre il vaccino al massimo provoca un'insensibilità transitoria degli arti in 1 caso su 10.000.

Non si tratta di un rapporto vantaggioso, né di una lotta impari: di fatto, non c'è storia tra i rischi alti, talvolta letali, che si corrono non vaccinandosi e quelli infinitesimali che si potrebbero correre vaccinandosi. Chi evita le vaccinazioni per il timore di queste cifre irrilevanti, numeri alla mano, dovrebbe evitare rischi più probabili come l'uso dell'automobile, dei prodotti per la pulizia della casa, di diversi cibi (arachidi, uova, crostacei ecc.) e di quasi tutti i farmaci.



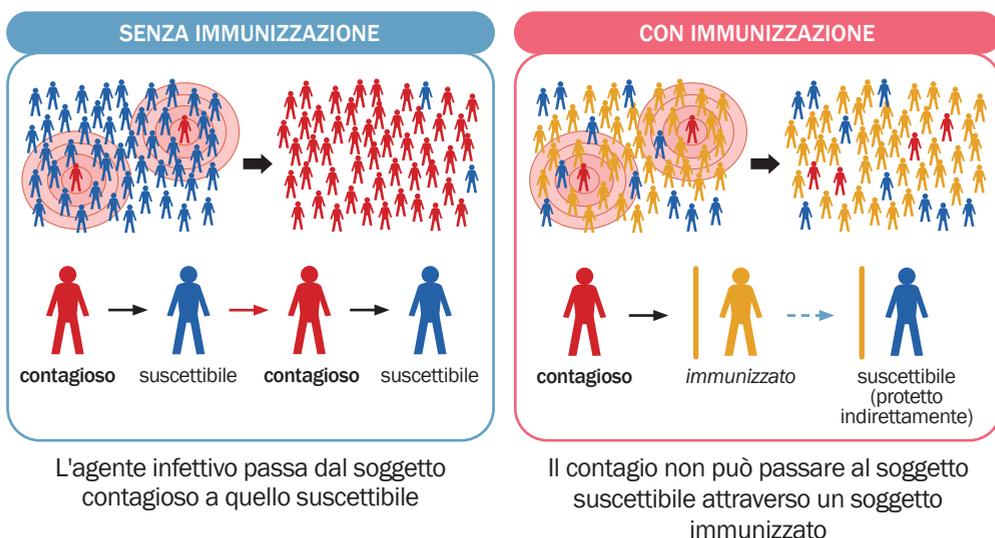
Immunità di comunità o di gregge

Se in una classe di 20 ragazzi ve n'è uno che non è vaccinato (quindi 19 su 20, ovvero il 95%, possiedono copertura immunitaria) e arriva, poniamo, il virus del morbillo, questo infetterà con molta probabilità l'unico ragazzo non immunizzato. Se però nella stessa classe vi sono due ragazzi non vaccinati (quindi solo il 90% possiede la copertura)

allora è possibile che il virus del morbillo, dopo aver infettato il primo ragazzo, passi al secondo membro della comunità che non ha la copertura vaccinale. In questi due passaggi, il virus si sarà riprodotto molte volte, compiendo cioè diverse **mutazioni** secondo la strategia di **camuffamento** tipica dei microrganismi, così da diventare irriconoscibile anche al sistema immunitario di chi è stato immunizzato, visto che il vaccino è costruito con una forma standard del virus attenuato del morbillo. La situazione diventa naturalmente ancora più grave se nella classe vi sono tre ragazzi privi di vaccinazione: in questo caso si arriva a una copertura dell'85%, che è molto pericolosa, cioè a rischio epidemia. Questa, purtroppo, era vicina alla soglia della copertura per il morbillo in Italia nel 2016  *figura 9*.

Immunità di comunità, o di gregge, significa quindi che se vi è una **copertura del 95% della popolazione** i microrganismi non riescono a diffondersi perché viene impedito loro di sopravvivere. Essendo parassiti, gli agenti infettivi possono vivere solo se continuano, in una comunità, a passare da un individuo-ospite a un altro, secondo

 *Figura 9*. Immunizzazione



Come si diffonde un'infezione?

i meccanismi classici del **contagio infettivo** — grazie a sangue, saliva, feci, urine o animali vettori (ratti, pulci, insetti). Ciò è possibile solo se riescono a trovare un individuo-ospite non vaccinato che serva da serbatoio o da vettore del microrganismo. Con il 95% di copertura vaccinale una popolazione crea una protezione sufficiente per interrompere la circolazione degli agenti infettivi che, non trovando più ospiti dove replicarsi, si riducono al minimo e talvolta spariscono dal globo, come il vaiolo, verso cui nessuno oggi si vaccina più. Anche per la **poliomielite** siamo **vicini all'eradicazione**; i casi infettivi nel mondo sono qualche decina e infatti oggi, nel mondo occidentale, si usa un vaccino molto tenue dato il rischio limitato del ritorno della malattia.

In generale, quindi, se si riuscisse a raggiungere la copertura ideale per tutte le vaccinazioni potremmo via via eliminare i vaccini delle malattie eradiccate, secondo la logica: **vaccinarsi di più, per non vaccinarsi più**.



I vaccini proteggono anche i più deboli: il caso del bambino californiano

Abbiamo detto che se il 95% della comunità ha fatto i vaccini, le malattie infettive smettono di circolare. Un concetto che spiega anche perché le vaccinazioni non vanno considerate come una scelta individuale, grazie a cui i singoli cittadini decidono se rischiare di ammalarsi o meno; sono una scelta di responsabilità collettiva, visto che funzionano solo se quasi tutti le fanno.

È in questa logica che i vaccini proteggono anche i più deboli, quelli cioè che non possono ricevere vaccinazioni. Si tratta di bambini in età prevaccinale (troppo piccoli per ricevere vaccinazioni) o individui con malattie autoimmuni, tumori o che hanno subito trapianti e che quindi sono **immunodepressi** o immunocompromessi, ovvero con poche difese immunitarie (in Italia sono circa 1.500, a cui vanno aggiunti i

neonati in età prevaccinale: in totale sono 120.000). Queste persone sono fragili e altamente a rischio: per loro contrarre una malattia come il morbillo significa spesso morire.

Per capire questo concetto ci può aiutare la storia di un bambino americano. Gli Stati Uniti sono un bellissimo paese che ama molto le libertà individuali e la California è uno degli Stati più individualisti e liberi di tutta la nazione. Proprio in California, nel 2014, si registrò un grande scandalo: un solo visitatore affetto da morbillo, soggiornando in un parco giochi Disney, infettò in poche settimane quasi 150 persone, segno che la regione aveva perso la copertura di comunità. A quell'evento seguirono mesi di aspre discussioni sull'opportunità o meno di reintrodurre l'obbligo scolastico per le vaccinazioni.

Nel dibattito giocò un ruolo rilevante il caso di Rhett Krawitt, un bambino californiano di sei anni che la passata leucemia, ormai in remissione dopo un'efficace chemioterapia, rendeva vulnerabile alle malattie infettive e non sottoponibile alla vaccinazione antimorbillo. Il padre si rivolse alle autorità competenti dichiarando che, come tutti gli individui immunocompromessi, la vita del figlio poteva essere garantita dall'immunità di comunità e che essa veniva seriamente messa a repentaglio dagli alunni non vaccinati della scuola di Rhett. La storia del piccolo Rhett convinse i cittadini e i politici che era giusto reintrodurre l'obbligo per tutelare anche i cittadini più fragili.



Gli eroi moderni della vaccinazione: Balto e i bambini dell'Alaska

Al Central Park c'è una curiosa statua di bronzo che raffigura un cane e riporta una didascalia che purtroppo viene ignorata dai molti genitori e bambini che frequentano, durante il fine settimana, lo splendido polmone verde di New York. Il cane scolpito è Balto e la sua storia rappresenta la fase eroica, un tempo socialmente riconosciuta, delle vaccinazioni, di cui oggi purtroppo si è persa traccia  *figura 10.*



Figura 10. La statua di Balto al Central Park



A metà dicembre del 1924 a Nome, un villaggio di 10 mila anime sulla costa dell'**Alaska** orientale affacciato sullo stretto di Bering, dove il territorio degli Stati Uniti confina con la Russia, il medico condotto Curtis Welch iniziò a notare nella popolazione infantile un preoccupante aumento di tonsilliti che dopo qualche giorno si rivelò essere un'incipiente **epidemia di difterite**.

Le cose precipitarono in breve tempo: nel giro di un mese morirono cinque bambini per il soffocamento dovuto alle tossine del batterio, Welch scoprì che le dosi di siero antidifterico del villaggio erano scadute, e comunque insufficienti, e i mesi invernali rendevano impossibili i trasporti in nave o aereo. L'unica possibilità di salvezza dell'intero villaggio, ormai in **quarantena**, fu consegnata a un telegramma nel quale si chiedeva a Washington un'immediata spedizione di un milione di dosi di siero che trasferiva passivamente

l'immunità perché conteneva già gli anticorpi contro le tossine. Venne riunito un gabinetto di crisi che votò quella che appariva l'unica soluzione: organizzare una staffetta di cani da slitta, ma la distanza che separava Nome da Nenana, l'unico punto agibile di partenza del siero, era di 1.085 chilometri e richiedeva di norma venticinque giorni di viaggio. Troppi.

Vennero dunque reclutate le migliori squadre da corsa e trasporto per un totale di venti uomini e centocinquanta cani che riuscirono a percorrere quella distanza in cinque giorni e sette ore, a temperature che raggiungevano i 40 gradi sotto zero. Radio e giornali dell'epoca seguirono l'evento con grande coinvolgimento del pubblico, tanto che il cane che compì l'ultima staffetta, Balto, balzò agli onori della cronaca – nonostante la parte più difficile del percorso fosse stata compiuta da un altro cane, Togo  figura 11.

 *Figura 11.* Foto di Balto all'arrivo a Nome



Nei mesi successivi venne dedicato a Balto un cortometraggio e la statua di New York, ma il risultato più importante di tale successo mediatico fu che la copertura antidifterica nella popolazione USA registrò un incremento senza precedenti. Ancora oggi in Alaska ogni anno si tiene a Iditarod una corsa di cani da slitta per commemorare l'evento.

La storia di Balto, fatta di freddo e luoghi sperduti, racconta bene il paradosso delle società moderne verso le vaccinazioni: sono il comfort, l'istruzione e l'alto livello sociale a creare dubbi sui vaccini. A dubitare non sono quasi mai i genitori delle parti meno fortunate del pianeta, se non in casi isolati dovuti al radicalismo religioso.



Gli eroi dei paesi in via di sviluppo: religione, frigoriferi e Coca-Cola

Nei paesi in via di sviluppo è molto difficile vaccinare la popolazione almeno per tre ordini di motivi. Spesso si tratta di paesi con un sistema sanitario che per ragioni economiche e di organizzazione non è in grado di raggiungere facilmente l'intera popolazione. In secondo luogo, questi paesi sono caratterizzati da territori ampi e impervi, dove le reti di comunicazione stradale sono talvolta inefficienti per il trasporto di vaccini refrigerati. Da ultimo, alcuni di questi paesi sono governati da sistemi politico-religiosi non sempre favorevoli alle vaccinazioni.

Anche questi paesi hanno le loro storie eroiche sulla vaccinazione. Storie tragicamente raccontate dalle cronache, come quella delle numerose vittime che ogni anno si contano tra i vaccinatori della poliomielite, uccisi perché ritenuti veicolo di farmaci, comportamenti o politiche sanitarie occidentali, e dunque sospette. Negli ultimi anni nel Pakistan controllato dai talebani sono morte 80 persone tra vaccinatori e guardie loro assegnate per la protezione, 9 operatrici in Nigeria nel solo 2013 e 4 in Afghanistan nell'ultimo biennio.

La sfida del freddo e il raggiungimento di villaggi reconditi caratterizzano anche la suggestiva soluzione ghanese alla vaccinazione. Alcuni vaccini (quelli vivi attenuati) hanno bisogno di essere conservati a una bassa temperatura nei frigoriferi, dalla fase della produzione sino al momento dell'inoculo: un serio problema che molti paesi caldi affrontano con gravi difficoltà, essendo dotati di un'inefficace **catena del freddo**.

Il Ghana era uno di questi paesi e corse ai ripari dopo che alcuni lotti di vaccino esposti al caldo non riuscirono a impedire un'epidemia di morbillo nonostante l'ampia copertura della popolazione. Alcuni funzionari locali si posero una domanda semplice e curiosa: qual è l'unica cosa che arriva ghiacciata in tutti gli angoli del mondo? La Coca-Cola! Con il sostegno della Bill Gates Foundation e Accenture, iniziò tra il 2012 e il 2014 una collaborazione tra il sistema sanitario ghanese e l'azienda della Coca-Cola per l'implementazione della catena del freddo che ha dato risultati molto positivi  *figura 12*.



Figura 12. Vaccinazione di un bambino africano



Collaborando, essi furono in grado di portare i vaccini, assieme alle bibite, là dove non erano mai arrivati prima. Storie vere di eroi che hanno salvato molte vite umane. Eppure i genitori critici verso le vaccinazioni che raccolgono sul web informazioni inattendibili (bufale e *fake news* sui vaccini) si fidano incomprensibilmente delle storie inautentiche raccontate dal ciarlatano di turno, come quella celebre narrata da Wakefield che inventò un'inesistente relazione tra vaccino e autismo.



Le bugie sui vaccini

I VACCINI CAUSANO L'AUTISMO?

Chi sostiene che i vaccini fanno venire l'autismo non sa che si tratta non solo di una semplice bugia, ma di una delle più note frodi scientifiche del Novecento. La storia, in sintesi, è questa. Nel 1998 il chirurgo e gastroenterologo britannico **Andrew Wakefield** pubblicò su una nota rivista americana un articolo in cui affermava che un piccolo campione di 12 bambini, dopo aver ricevuto da circa 10 giorni la vaccinazione trivalente contro morbillo-parotite-rosolia, aveva sviluppato l'autismo. L'associazione tra questi due eventi — trivalente e autismo — non trovò riscontro in nessuna delle numerose ricerche scientifiche condotte negli anni successivi su popolazioni umane ben più vaste (infantili e non). La comunità scientifica diede per scontato che il lavoro di Wakefield fosse autentico e si dibatté molto sui media sulla sicurezza dei vaccini.

Come si
smaschera
una frode?

Chi scoprì che si trattava di una frode non fu un ricercatore ma un giornalista, **Brian Deer** del *Sunday Times*, dopo 7 anni di accurate indagini documentali e interviste ai familiari. Deer scoprì tre cose fondamentali.

In primo luogo che Wakefield nel 1997 (dunque otto mesi prima dell'articolo scientifico sull'autismo) aveva registrato un brevetto per un vaccino alternativo (in particolare: un vaccino singolo, monodose) contro il morbillo, che avrebbe dovuto

sostituire il trivalente allora disponibile: l'idea era di gettare discredito sulla vaccinazione trivalente esistente, accusandola di provocare l'autismo, così da poter vendere sul mercato il proprio prodotto concorrente (questo conflitto di interessi, gravissimo nella condotta scientifica, non venne mai dichiarato, nemmeno alla fine dell'articolo scientifico, come di norma richiesto).

In secondo luogo, Deer controllò i dati raccolti da Wakefield: emerse così il piano di una «frode deliberata». Il campione era stato creato ad arte per provare la nocività del vaccino trivalente, ovvero i 12 bambini non erano stati scelti a caso tra i pazienti dell'ospedale Royal Free Hospital di Londra (come affermato nell'articolo), bensì reclutati tra famiglie antivaccinali che stavano promuovendo un'azione legale, *class action*, contro una casa farmaceutica con l'aiuto di uno studio legale che, stranamente, aveva versato alla società intestata alla moglie di Wakefield 435.643 sterline! Nessuno dei pazienti era residente a Londra, uno addirittura veniva dagli Stati Uniti. Wakefield, inoltre, falsificò le cartelle cliniche: alcuni dei bambini avevano mostrato caratteristiche autistiche *prima* dell'esposizione al vaccino, altri non erano nemmeno autistici.

In terzo luogo, Wakefield aveva sottoposto i bambini con deficit mentali a esami diagnostici invasivi e superflui, come la colonscopia e le punture lombari, senza il consenso dei genitori.

Per queste tre documentate serie di ragioni l'Ordine dei medici britannici aprì un'inchiesta sulla cattiva condotta scientifica (*scientific misconduct*) di Wakefield e ritenne il suo comportamento «disonesto, immorale e insensibile», specie contro giovani pazienti disabili. Nel 2010 l'Ordine decise di radiarlo dall'albo dei medici britannici, vietandogli di praticare la professione nel Regno Unito. Wakefield si è poi trasferito negli Stati Uniti, dove continua tutt'oggi a professare le sue "teorie". Dopo 12 anni dalla pubblicazione, la rivista scientifica americana eliminò (tecnicamente: ritrattò) l'articolo incriminato che quindi non fa più parte delle pubblicazioni scientifiche di riferimento  *figura 13*.

 **Figura 13.** Il caso Wakefield



Dal 1998 a oggi più di cento articoli hanno dimostrato che **tra autismo e vaccino trivalente non c'è alcuna relazione causale** ma solo “coincidenza temporale”, ovvero l'autismo si manifesta nei bambini attorno all'anno e mezzo di età, lo stesso periodo in cui si fa il trivalente. Il fatto che la malattia insorga *dopo* la vaccinazione non è differente da quando erroneamente pensiamo di bucare la ruota della macchina dopo che è passato un gatto nero.

Gli studi scientifici hanno dimostrato, invece, che nella popolazione che si vaccina con il trivalente e in quella che non si vaccina l'autismo si manifesta con la stessa frequenza (se invece il vaccino fosse responsabile della malattia, nella popolazione vaccinata avremmo, ovviamente, più casi di malattia). E questo è valido anche nelle famiglie che hanno una predisposizione genetica (maggiore frequenza parentale) alla malattia.

La correlazione autismo-vaccini è stato uno dei temi più rappresentati nei fumetti realizzati dai ragazzi che hanno partecipato, nell'anno scolastico 2016-17, al concorso **Bufale in rete: come riconoscerle**. Il concorso, promosso sempre nell'ambito del progetto "I ragazzi di Pasteur" e rivolto a tutti gli studenti delle scuole secondarie italiane di 1° e 2° grado, prevedeva la realizzazione di un fumetto su una bufala "scoperta" in rete. Nella  **figura 14** sono riportate alcune tavole di uno dei fumetti vincitori.

In considerazione del grande successo riscosso, il concorso è stato bandito anche per l'anno scolastico 2017-18. Il tema, questa volta, è **Professione: cacciatore di bufale (in rete)**, ovvero come imparare a smascherare le falsità scientifiche che girano sul web!

 **Figura 14.** Uno dei fumetti vincitori al concorso "Bufale in rete: come riconoscerle" (IIS di via delle Scienze - Liceo Scientifico Colferro, RM)



UN BAMBINO PICCOLO NON RICEVE TROPPI VACCINI?

Un altro mito da sfatare riguarda il cosiddetto **sovraccarico vaccinale**, ovvero l'idea erronea che i vaccini multipli (come ad esempio il tetravalente morbillo-parotite-rosolia-varicella, o l'esavalente polio-difterite-tetano-epatite B-pertosse-*Haemophilus influenzae* di tipo b)

stimolino eccessivamente il sistema immunitario sino a indebolirlo e causare maggiori infezioni, allergie o addirittura tumori rispetto a chi ha poche o nessuna vaccinazione. Per spiegare che si tratta di un falso problema bisogna considerare due argomenti.

Le vaccinazioni indeboliscono il sistema immunitario?

Il primo riguarda le ricerche scientifiche che hanno messo a confronto popolazioni normalmente vaccinate con quelle maggiormente vaccinate per verificare se ci sono effettivamente differenze di salute nei due gruppi. Ebbene, diversi studi hanno dimostrato che anche nel caso dei militari, soggetti a programmi vaccinali intensivi perché potrebbero essere inviati in missione in zone insicure da un punto di vista igienico e microbiologico, non vi è un indebolimento del sistema immunitario rispetto alla popolazione civile.

Inoltre, per dimostrare l'infondatezza dei timori alimentati dagli antivaccinisti, sono stati condotti alcuni esperimenti specifici nei bambini. Il primo studio ha esaminato oltre mille bambini statunitensi (di 7, 12 e 24 mesi), misurando come il loro sistema immunitario veniva stimolato dai diversi vaccini per valutare possibili effetti neurofisiologici e mentali durante le diverse fasi dello sviluppo (controllate fino ai 7-10 anni d'età). Il risultato ha dimostrato che a una maggiore o minore esposizione ai vaccini non corrisponde alcun effetto o ritardo sullo sviluppo neurocognitivo dei bambini.

Un secondo esperimento, invece, ha confrontato la reattività del sistema immunitario alle malattie di 13.000 bambini e adolescenti compresi tra gli 1 e i 17 anni suddivisi in due gruppi, uno vaccinato e uno no. La ricerca, in particolare, ha misurato la prevalenza di tre

categorie di malattie: quelle “infettive prevenibili con le vaccinazioni” (parotite, morbillo, rosolia, pertosse), quelle “non prevenibili dalle vaccinazioni” (influenza, tonsillite, infezione da herpes virus, bronchite, infezione gastrointestinale, cistite e/o uretrite, congiuntivite purulenta batterica, laringotracheite) e alcune malattie generiche e allergiche (rinocongiuntivite allergica, eczema, asma bronchiale, bronchite, otite ecc.). Il risultato è stato duplice. Innanzitutto, il gruppo non vaccinato ha avuto ovviamente un’incidenza di morbillo, pertosse e parotite molto più alta rispetto al gruppo vaccinato, dimostrando di essere più a rischio di infezione di malattie gravi o mortali. Per gli altri due tipi di malattie, ovvero quelle non prevenibili dalle vaccinazioni e quelle varie e allergiche, i due gruppi non hanno mostrato variazioni statisticamente significative: entrambi si sono ammalati con la stessa frequenza, a riprova che il sistema immunitario di chi riceve vaccini multipli non è affatto indebolito.

Il secondo argomento spiega il perché di questi risultati scientifici. Come abbiamo visto in precedenza, la specie *homo sapiens* è stata selezionata per vivere in un ambiente ricco di stimoli immunogenici, provocati da un millenario contatto con agenti infettivi, che ha dotato l’uomo di un sistema immunitario e anticorpale allenato a rispondere a una quotidiana lotta alle infezioni. Molte ricerche confermano che semmai esiste il rischio contrario: se si cresce in un ambiente troppo igienico, privo di stimoli patogeni, il sistema immunitario rischia di dirigere le proprie difese verso l’interno dell’organismo, innescando malattie autoimmuni (si determinano quando il sistema immunitario per un malfunzionamento attacca cellule sane appartenenti all’organismo stesso), oppure diventare iperreattivo, favorendo allergie. Questo tipo di spiegazione, infatti, è nota come ipotesi dell’igiene!

Troppa igiene, e quindi poche stimolazioni ambientali (tra cui i vaccini), può alterare il buon funzionamento del sistema immunitario.



**Cosa sono
le malattie
autoimmuni?**

Infine, va chiarito che oggi non è possibile sostenere che vaccini multipli sovraccarichino il sistema immunitario perché la ricerca degli ultimi vent'anni ha permesso di ridurre drasticamente le stimolazioni provocate dagli antigeni presenti nei vaccini.

Negli ultimi trent'anni siamo riusciti a ridurre le stimolazioni antigeniche di tutti i vaccini richiesti dalla legge italiana raggiungendo un numero di stimolazioni immunitarie ben inferiori alle più classiche infezioni stagionali che regolarmente colpiscono i bambini a scuola. Fino a pochi anni fa gli antigeni presenti nei pochi vaccini disponibili per le varie malattie infettive erano oltre 3.000. Ora, il totale degli **antigeni** (e quindi delle stimolazioni da essi provocate) **presenti nei 10-15 vaccini richiesti** sono scesi a **meno di 100**. Questo perché si è riusciti a identificare quei pochi pezzi da ogni microrganismo funzionali nel sollecitare il nostro sistema immunitario. In particolare, sono 6 antigeni per il vaccino contro il meningococco B e C, e 25 per l'esavalente. Oggi sappiamo anche con certezza quali vaccini è utile somministrare in contemporanea (ad esempio, il tetravalente e l'esavalente) e quali invece no (come i vaccini antimeningococco B e C).

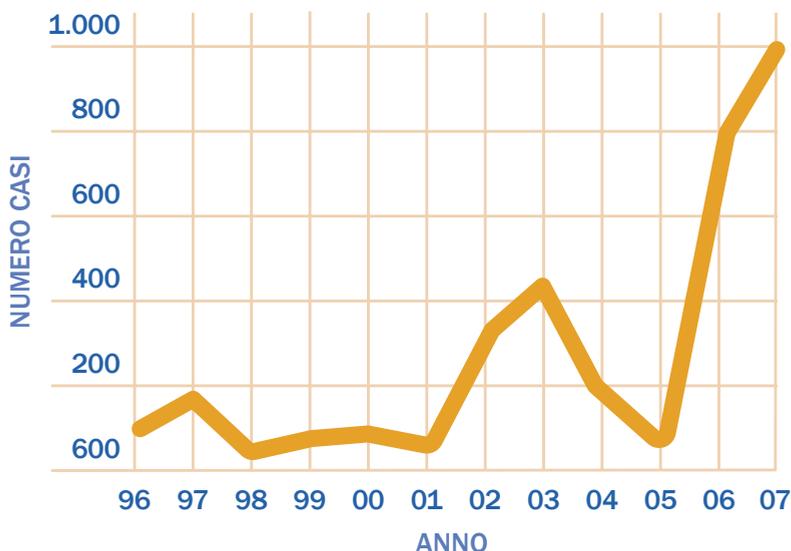
OGGI I VACCINI NON SERVONO PIÙ

Un altro mito sostenuto dagli antivaccinisti è che i vaccini sarebbero stati utili in passato, quando le condizioni igienico-sanitarie e l'alimentazione erano scarse, ma oggi sarebbero inutili o dannosi. Se ciò fosse vero ci si dovrebbe aspettare che eliminando o anche solo abbassando la soglia di copertura vaccinale in una società senza problemi igienico-sanitari, come ad esempio un paese europeo, le malattie infettive non ritornino. Purtroppo non è affatto così, perché invece gli agenti infettivi ritornano immediatamente e in modo piuttosto aggressivo.

Prendiamo il caso dell'Inghilterra, dove la campagna mediatica orchestrata da Wakefield e dagli antivaccinisti a partire dal 1998 ha convinto molti genitori a non vaccinare i figli con il trivalente morbillo-



Figura 15. Casi di morbillo in Inghilterra e Galles, aumento verticale dopo il 2000



parotite-rosolia. Esattamente **dieci** anni dopo — arco di tempo in cui se è avvenuto un cambiamento nelle condizioni igienico-sanitarie è certamente avvenuto in meglio — il morbillo è stato di nuovo dichiarato endemico in Inghilterra e Galles, per la prima volta dopo molti anni, con 2.500 casi di infezione  *figura 15*.

L'epidemia però è divampata solo nel 2012, con quasi 10.000 casi di parotite che hanno causato la morte di 14 bambini sotto i tre mesi, e con la contemporanea epidemia di morbillo che tra il 2012 e il 2013 ha registrato 3.303 casi, di cui 257 ospedalizzazioni, 39 casi gravi tra encefalite, meningite, polmonite e gastroenterite, il decesso di un ragazzo, più altri 2 decessi nel biennio successivo.

Per capire le responsabilità dirette di questa pandemia e dei decessi occorre osservare le fasce d'età maggiormente aggredite dal morbillo. Se si analizza la popolazione di due ampie regioni britanniche nel 2012 e nel 2013, emerge che la fascia d'età che ha registrato il

maggior numero di casi di morbillo, e che presenta minore copertura vaccinale, è quella degli adolescenti (10-15 anni), ovvero i figli dei genitori che sono stati influenzati dalle falsità promosse da Wakefield. È la prova drammatica e lampante di come una frode scientifica, e rilanciata dal web in modo acritico, possa diventare un pericolo concreto per l'intera comunità.

Un altro caso interessante è offerto dall'India, dove si ha una situazione opposta, ovvero dove le condizioni igienico-sanitarie sono spesso scarse e quindi l'effetto dell'introduzione dei vaccini è ancora più evidente; inoltre, il breve arco temporale (3 anni) dell'esperimento naturale esclude anche qui eventuali miglioramenti socio-sanitari. L'India, tra il 2009 e il 2011, grazie a una campagna di vaccinazioni costata più di un miliardo di dollari, fortemente sostenuta dalla Fondazione Bill and Melinda Gates (Bill è il padre della Microsoft), è passata dal registrare quasi la metà dei casi di polio al mondo, a zero casi; un'eradicazione definitiva e rimasta valida sino a oggi, visto che l'India è, come si dice in gergo, *polio-free* (libera dalla polio).

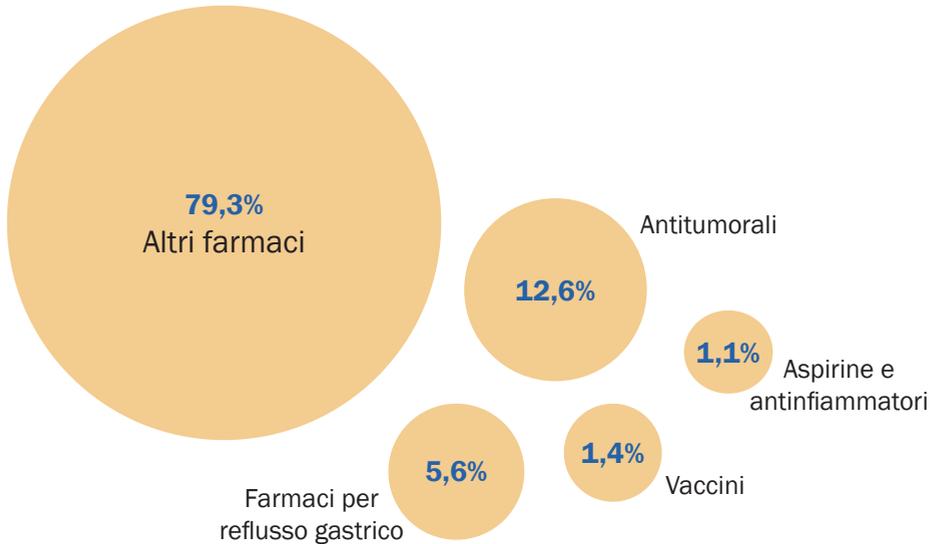
I VACCINI SERVONO SOLO PER FAR GUADAGNARE LE CASE FARMACEUTICHE

Gli antivaccinisti sostengono spesso le teorie del complotto; la più nota afferma che i vaccini sono imposti alla popolazione a causa delle pressioni e degli esorbitanti interessi delle case farmaceutiche. Questa tesi, sostenuta persino da chi non è contrario ai vaccini, non è vera, e lo dimostrano i dati.

Se prendiamo i dati economico-sanitari dell'ultimo anno disponibile, il 2015, vediamo che la spesa nazionale per i vaccini è stata l'1,4% rispetto alla spesa totale che il sistema sanitario eroga per tutti i farmaci. Tranne il gruppo che accorpa aspirine e antinfiammatori che costa l'1,1%, quasi tutti i farmaci costano di più, ad esempio quelli per il reflusso gastrico costano 4 volte di più, quelli per il cancro (antitumorali) ben 9 volte di più  *figura 16.*



Figura 16. Spesa sanitaria in Italia, anno 2015



Quella per i vaccini è una **spesa di 5,23** euro, pari a poco più di cinque caffè all'anno **per ogni cittadino italiano**. Cinque caffè grazie ai quali milioni di bambini, ragazzi, adulti e anziani sono stati protetti contro terribili malattie come pertosse, poliomielite, epatite B, morbillo, parotite, tetano, difterite, rosolia, *Haemophilus influenzae*, meningiti e polmoniti.

Questi dati non sono validi solo per l'Italia: una recente indagine su alcuni dei maggiori paesi europei (Germania, Inghilterra, Francia, Spagna, Portogallo e Svizzera) dimostra che nessuno supera lo 0,5% del budget del Sistema Sanitario Nazionale per le vaccinazioni. Ma forse il dato più convincente è che molte multinazionali del farmaco stanno abbandonando il settore perché poco redditizio: basti pensare che oggi solo 5 grandi case farmaceutiche producono la maggior parte dei vaccini, mentre negli 1980 erano 17 e nel 1967 ben 26.



I vaccini per grandi e per piccini, di oggi e di domani

La storia della vaccinazione si è concentrata, giustamente, sulle vittime infantili delle malattie infettive. Raggiunti risultati eccellenti (a fine Ottocento morivano in media in Italia 4 bambini su 10 nei primi anni di vita) – in quanto sono state eradicte tutte le maggiori infezioni letali nei paesi avanzati e l'Italia possiede un indice di mortalità infantile tra i più bassi al mondo – possiamo oggi concentrarci sulle altre fasce di popolazione.

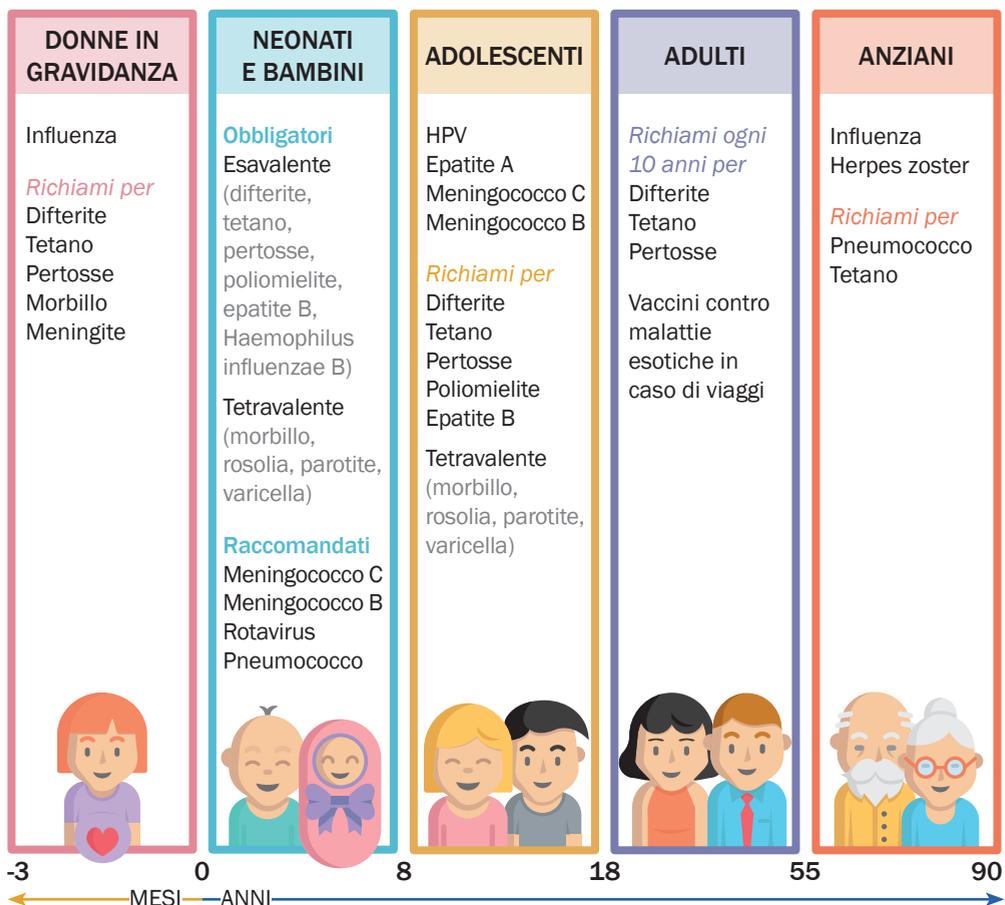
Oggi i vaccini vengono suddivisi in 5 fasce, a seconda delle malattie infettive tipiche di ognuna delle fasi della vita  *figura 17:*

-  per le donne in gravidanza è consigliabile fare l'antinfluenzale e i richiami per la pertosse, morbillo e meningite;
-  per i bambini i già citati tetravalente ed esavalente più quelli contro i meningococchi C e B, rotavirus, pneumococco;
-  per gli adolescenti il vaccino contro il Papillomavirus (HPV) per maschi e femmine, quello contro epatite A e meningococchi; i richiami per epatite B, morbillo, tetano, difterite, polio e pertosse;
-  per gli adulti i richiami per pertosse, tetano, difterite e malattie esotiche in caso di viaggi a rischio;
-  per gli anziani il vaccino antinfluenzale e quello contro l'herpes zoster, detto fuoco di Sant'Antonio, e i richiami dell'antipneumococco e tetano.

Grazie a un ricercatore italiano, Rino Rappuoli, stiamo entrando oggi in una nuova era della vaccinazione: la vaccinologia inversa (*reverse vaccinology*). Con gli avanzamenti compiuti sul piano delle conoscenze e delle tecnologie nel campo della biologia molecolare, la vaccinologia inversa permette di progettare i vaccini “a tavolino”, ovvero partendo dalle informazioni computazionali su genomica e struttura



Figura 17. I vaccini obbligatori e raccomandati in Italia



dell'agente patogeno, nonché delle parti in grado di reagire con il sistema immunitario umano, così da creare un vaccino essenziale e specifico (dunque più sicuro e più efficace) verso le componenti molecolari dei microrganismi. Con questa tecnologia fortemente innovativa, che ha permesso di perfezionare il virus della pertosse e di creare l'anti-meningococco B, oggi si stanno cercando nuovi vaccini per nuove malattie quali, ad esempio, il vaccino contro l'ebola (uno dei due vaccini in fase di sperimentazione, che hanno dato eccellenti risultati sull'uomo, è stato inventato da un italiano, recentemente scomparso, Riccardo Cortese) e il virus respiratorio sinciziale.

Sono attualmente in fase sperimentale o ancora di primo studio, con risultati di volta in volta buoni o solo incoraggianti, i vaccini contro la malaria e il virus Zika.



Figura 18. I vaccini per la società del futuro

PAESI POVERI	INFEZIONI EMERGENTI	VIAGGIATORI	PAZIENTI CON MALATTIE CRONICHE	IMMUNOTERAPIA/ VACCINI TERAPEUTICI?
Colera	AIDS	Colera	Citomegalovirus	Allergia
Dengue	Antrace	Dengue	Infezioni fungine	Alzheimer
Dissenteria	Colera	Dissenteria	Influenza	Cancro
Encefalite giapponese	Dengue	Epatite A	<i>P. aeruginosa</i>	Infezioni croniche (epatite C, epatite B, Papillomavirus, HIV...)
Epatite A	Difterite	Epatite B	Parainfluenza	Malattie autoimmuni
Epatite B	Ebola	Encefalite giapponese	RVS (Respiratory Syncityal Virus)	Malattie metaboliche
Epatite E	Enterovirus 71	Febbre tifoide	Staphylococcus aureus	Tossicodipendenza
Febbre tifoide	Influenza aviaria	Febbre gialla	Tubercolosi	
Infezioni parassitarie	Malaria	Influenza		
Influenza	Peste	Malaria		
Malaria	SARS	Meningococco		
Meningococco B	Tubercolosi	Paratifo		
Paratifo	Vaiolo	Rabbia		
Rabbia	Virus West Nile	Shigella		
Rotavirus		Tubercolosi		
Salmonella				
Salmonella enterica				
Salmonella typhi				
Shigella				
Tubercolosi				

Fonte: Rappuoli R, Mandl CW, Black S, De Gregorio E. Vaccines for the twenty-first century society. Nat Rev Immunol. 2011 Nov 4;11(12):865-72, mod.

Infine, la comunità scientifica è concorde nel vedere il futuro della vaccinologia non solo nei vaccini preventivi, ma anche nei **vaccini terapeutici**, ancora fermi, va detto, a una fase elementare di sperimentazione. Le due linee di ricerca finora instradate riguardano i vaccini terapeutici **oncologici**, capaci di attivare il sistema immunitario verso alcune parti del tumore o di riprogrammare le cellule immunitarie in modo da impedire al cancro di svilupparsi (ad esempio, diminuendo l'infiammazione), e i vaccini terapeutici per **malattie degenerative** come l'arteriosclerosi, l'Alzheimer, la Corea di Huntington e il Parkinson, in cui i vaccini potrebbero dirigere il sistema immunitario verso le molecole che favoriscono la degenerazione dei tessuti cerebrali



figura 18.



Conclusioni

Gli eventi che hanno spinto il governo italiano a reintrodurre nuove restrizioni circa l'obbligo — che in realtà non è mai decaduto nel nostro Paese — sono stati diversi: a dieci anni dall'annullamento dell'obbligo, il Veneto aveva tassi di vaccinazioni più bassi della media nazionale, dimostrando che in Italia il modello basato sulla raccomandazione era poco efficace; nel 2015 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha ufficialmente richiamato l'Italia per il calo nella copertura dei vaccini pediatrici; nel 2016 viene confermato un focolaio infettivo di meningite in Toscana che lascia sul campo 13 morti; nello stesso anno, l'Emilia-Romagna reintroduce l'obbligo per i servizi educativi della prima infanzia (nido e asili); infine, nei primi mesi del 2017, l'incidenza dei casi di morbillo risulta triplicata rispetto all'anno precedente, confinando la copertura dell'Italia al penultimo posto tra i Paesi dell'Unione Europea.

Dopo un acceso dibattito, nel luglio 2017 entra dunque in vigore una legge (Legge 119/2017) che porta le vaccinazioni obbligatorie (e gratuite) a dieci (pertosse, HIB, morbillo, rosolia, parotite, varicella; oltre

alle quattro già obbligatorie), rendendole un requisito per la frequenza scolastica di bambini e ragazzi di età compresa tra 0 e 16 anni, tenendo però conto del diritto allo studio, ovvero non impedendo che nelle scuole dell'obbligo (quella che va dai 6 ai 16 anni) possa andare anche chi non è vaccinato. Per le famiglie che non sono in regola con i vaccini obbligatori è prevista la convocazione dei genitori presso l'Azienda Sanitaria Locale per sollecitarne l'adempimento e, in caso di rifiuto — qualora non vengano dimostrate specifiche condizioni cliniche che sconsiglino o impediscano la vaccinazione —, preclude l'iscrizione dei figli agli asili nido e alle scuole materne, mentre il mancato rispetto dell'obbligo da parte di bambini e ragazzi della scuola dell'obbligo comporta una multa da 100 a 500 euro.

La legge italiana era stata preceduta da una nordamericana, non troppo dissimile. Nello Stato della California, nel 2015, sono state introdotte severe restrizioni per l'esenzione vaccinale, impedendo, di fatto, l'iscrizione a scuola a chi non era vaccinato. La Francia ha recentemente instradato una legge per rendere obbligatori 11 vaccini e, nel 2017, la Germania, Paese nel quale non vige l'obbligo, ha introdotto una legge per sanzionare con ammende economiche (sino a 2.500 euro) i genitori che non segnalano alle autorità il loro rifiuto di vaccinare i figli al momento dell'iscrizione al nido.

Questi casi internazionali hanno aperto un aspro dibattito sull'efficacia dell'obbligo per rialzare i tassi di vaccinazione. L'Europa, in questo senso, è un buon modello di analisi perché caratterizzato da un approccio bilanciato. Dei 27 Stati membri dell'Unione Europea, più Islanda e Norvegia, 15 non hanno vaccinazioni obbligatorie, mentre 14 ne prevedono almeno una. Ne emerge che alcuni Paesi in cui la vaccinazione è obbligatoria (ad esempio, alcuni Paesi baltici) non sempre raggiungono una copertura migliore o simile a quella di Paesi dove non v'è l'obbligo (ad esempio, i Paesi scandinavi). Allo stesso tempo, alcuni Paesi privi d'obbligo, come l'Inghilterra, hanno avuto cali di copertura tali da indurre alcune epidemie di pertosse e morbillo che altri

Paesi dotati di obbligo — come alcuni Paesi dell'Est Europa — non hanno avuto proprio grazie a tassi di vaccinazione attorno al 95%. Come trarre dunque delle conclusioni?

Ciò che è emerso dal dibattito sull'obbligo è che potendo scegliere è meglio informare i cittadini, optando per le raccomandazioni, anziché obbligarli. Allo stesso tempo, però, se in un Paese i tassi di copertura vaccinale sono particolarmente bassi (sotto il 90%), e ci sono focolai epidemici in atto (come nel caso del morbillo e della meningite batterica in Italia), è bene, quantomeno temporaneamente, correre ai ripari attraverso una legge che attraverso l'obbligo ottenga nel giro di pochi mesi un rialzo della copertura di gregge. In gioco c'è la salute dell'intera società e alcuni Stati e governi ritengono che il loro ruolo sia di proteggere l'intera comunità, talvolta ricorrendo alle maniere forti.

Non va dimenticato che tra le persone da proteggere vi è una parte della popolazione fragile, neonati e immunocompromessi, che può sopravvivere solo se tutta la comunità offre loro la protezione indiretta della vaccinazione. Se un numero troppo alto di cittadini si comporta in modo egoista rifiutando le vaccinazioni, le leggi possono compensare forzando tutti a prendersi la propria responsabilità: in nome della collettività.

PARTE SECONDA 

Virus vs Vaccini

Testi

La sceneggiatura è tratta dal lavoro della classe 3E della Scuola secondaria di primo grado dell'Istituto Comprensivo Nicolò Barabino, Genova.

Con il coordinamento delle professoresse
Anna Parodi (docente di Lettere), responsabile
Patrizia Merchiori (docente di Scienze)
Monica Lenti (docente di Arte)

Istituto Comprensivo Nicolò Barabino, Genova
GEIC85200A@istruzione.it

Dirigente Scolastico: Prof.ssa Cinzia Baldacci

Disegni

Realizzazione, per la Scuola Romana dei Fumetti, di Andrea Canolintas.

IN UN LUOGO QUALSIASI DEL NOSTRO PIANETA...

VIRUS VS VACCINI



PAPÀ, HO FAME...



...E FREDDO!

LO SO, FIGLIO MIO,
LO SO... MA ABBIAMO
FINITO CIBO E FUOCO...



MA PERCHÉ
SIAMO COSÌ POVERI?

TUTTA COLPA
DEGLI UMANI!...

QUI, NEL MONDO
OCIDENTALE... A NOI, POVERI VIRUS,
HANNO DECISO DI DISTRUGGERCI... PENSA
CHE NEL XX SECOLO LE VACCINAZIONI
DI MASSA HANNO SALVATO LA
VITA DI 500 MILIONI
DI PERSONE...



E SEMBRA CHE NEL PROSSIMO
DECENNIO EVITERANNO LA MORTE
DI ALTRI 25 MILIONI...



"SOLO POCHI SECOLI FA LA NOSTRA
RAZZA PROSPERAVA..."





UCCIDIAMOLI
TUTTI!



LA NAVE È DESERTA... SI
SARANNO NASCOSTI NELLA STIVA
QUEI VIGLIACCHII!



ANDIAMO A
STANARLI!



CORPO DI MILLE
SPINGARDE!



ARRIVI TARDI, MALEDETTO!...
LA NAVE È GIÀ STATA INVASA
DAL VAIOLO!



IL VIRUS, ANCHE SE MORTO O FIACCATO, È CAPACE DI STIMOLARE I SOLDATI DEL SISTEMA IMMUNITARIO CHE LO RICONOSCONO E COMINCIANO A PRODURRE DELLE ARMI MICIDIALI, GLI ANTICORPI, CREANDO COSÌ LA MEMORIA IMMUNITARIA CHE DURA MOLTI ANNI E, IN ALCUNI CASI, LA VITA INTERA...



MA È SPAVENTOSO!
COSÌ GLI UMANI DIVENTANO
IMMUNI AI NOSTRI ATTACCHI
PERCHÉ HANNO GIÀ IN CIRCOLO
L'ESERCITO ANTICORPALE
PRONTO AD AGGREDIRCI!

ESATTO! NON BASTAVANO LE
DIFESE IMMUNITARIE NATURALI, CHE
HANNO DALLA NASCITA, E QUELLE
ADATTATIVE, CHE SI FORMANO NEL TEMPO...
...HANNO VOLUTO FARE PURE I VACCINI, UN
VERO SCUDO CONTRO LA NOSTRA SPECIE!



PAPÀ, MA CHI È STATO A
INVENTARE I VACCINI?

...IL PRINCIPIO CHE IL SIMILE CURA IL SIMILE,
PER IL QUALE SE VOLEVI ESSERE PROTETTO DAL MORSO DI
UN SERPENTE O DA PIANTE VELENOSE DOVEVI ASSUMERNE
PICCOLE DOSI SEMPRE MAGGIORI, SI PERDE
NELLA NOTTE DEI TEMPI...

QUANDO ANCORA IL METODO
SCIENTIFICO NON ERA
NOTO ED ESISTEVA SOLO
IL PENSIERO MAGICO.

"...MA È IN CINA, INTORNO ALL'ANNO MILLE D.C.,
CHE NASCONO LE PRIME FORME DI
IMMUNIZZAZIONE ARTIFICIALE..."

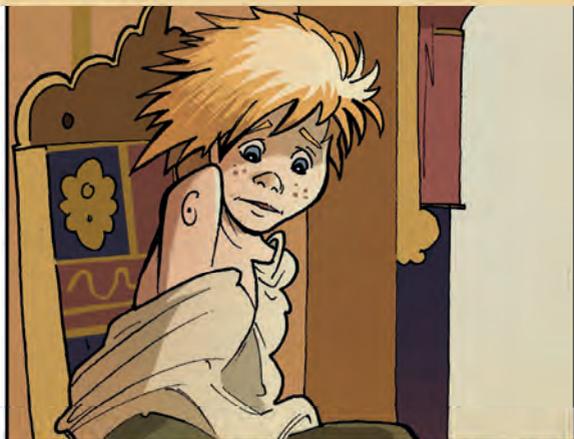


"...ATTRAVERSO LA VARIOLIZZAZIONE... OVVERO L'ESPOSIZIONE DI PERSONE SANE A MATERIALE PROVENIENTE DA PERSONE MALATE CON LIEVI FORME DI VAIOLO..."



"...I MEDICI DI CORTE CINESI, SOFFIANDO POLVERE DI CROSTE INFETTE NELLE NARICI DELLE PERSONE SANE, SCOPRIRONO CHE ESSE SI AMMALAVANO LIEVEMENTE E POI ACQUISIVANO LA MEMORIA DELLA MALATTIA..."

"...POI LA VARIOLIZZAZIONE ARRIVÒ IN INGHILTERRA GRAZIE ALLA NOBILDONNA MARY WORTLEY MONTAGU, MOGLIE DELL'AMBASCIATORE BRITANNICO, SFIGURATA IN GIOVENTÙ DAL VAIOLO..."



"...LA TECNICA DELLA VARIOLIZZAZIONE ARRIVÒ IN TURCHIA DALLA CINA, ATTRAVERSO LA VIA DELLA SETA, E IN QUESTO LUNGO VIAGGIO LA TECNICA DI INOCULAZIONE DEL VAIOLO MIGLIORÒ, DIVENTANDO UNA SPECIE DI PUNTURA ATTRAVERSO PICCOLE LANCETTE DI FERRO O DI AVORIO..."

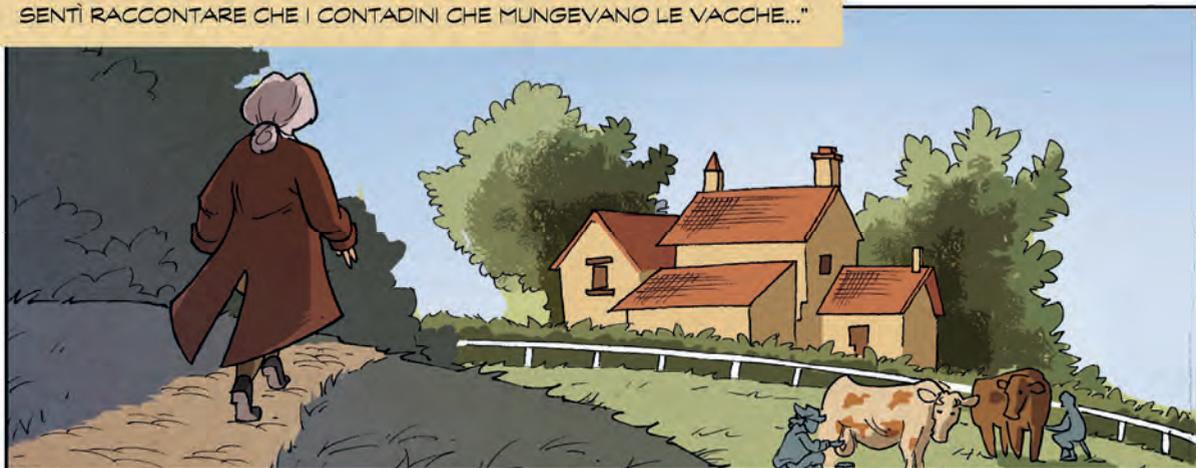
LA PRATICA SI DIFFUSE PRESTO PRESSO L'ARISTOCRAZIA E I REGNANTI D'EUROPA FAVORENDO LA SUA PIÙ VASTA ADOZIONE PRESSO LA POPOLAZIONE EUROPEA...



LA VACCINAZIONE IN SENSO PROPRIO, PERÒ, INIZIA CON QUEL DANNATO MEDICO BRITANNICO... EDWARD JENNER...



"...DURANTE LA SUA ATTIVITÀ DI MEDICO CONDOTTO IN CAMPAGNA, SENTÌ RACCONTARE CHE I CONTADINI CHE MUNGEVANO LE VACCHE..."



"...ERANO STRANAMENTE IMMUNI DAL VAIOLO UMANO..."



"...SCOPRÌ CHE LE MAMMELLE DELLE VACCHE E LE MANI DEI MUNGITORI PRESENTAVANO DELLE LESIONI SOMIGLIANTI A QUELLE DEL VAIOLO..."



MA ALLORA IL VAIOLO UMANO E IL VAIOLO VACCINO SONO SIMILI!



ECCO COME CHIAMERÒ LA MIA SCOPERTA... VACCINO!

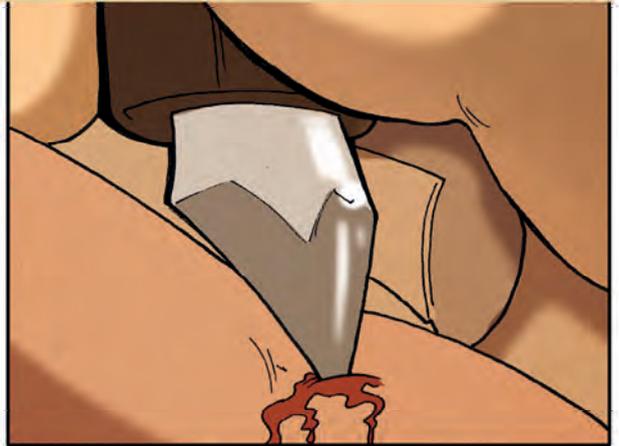


" ERA IL 1796 E JENNER FECE UN ESPERIMENTO MOLTO RISCHIOSO, OGGI DEPRECABILE E IMPENSABILE VISTE LE LEGGI ETICHE CHE REGOLANO LE SPERIMENTAZIONI SUGLI UOMINI..."



"...OTTENNE DALLE PUSTOLE DI SARAH NELMES, UNA MUNGITRICE CHE AVEVA CONTRATTO IL VAIOLO VACCINO, UN ESTRATTO DI PUS CHE INOCULÒ A UN RAGAZZO DI 8 ANNI, JAMES PHIPPS, CHE CONTRASSE UNA FORMA TENUE DELLA MALATTIA E DOPO ALCUNI GIORNI GUARÌ..."

"...DOPO UN PO' DI TEMPO GLI INOCULÒ IL VAIOLO UMANO... IL RAGAZZO NON SI AMMALÒ: ERA STATO VACCINATO E QUINDI ERA DIVENTATO IMMUNE AL VAIOLO!"



"...JENNER AVEVA DIMOSTRATO CHE L'INFEZIONE NATURALE UMANA DI VAIOLO NON AVEVA AVUTO ALCUN EFFETTO PERCHÉ IL RAGAZZO ERA GIÀ STATO IMMUNIZZATO DALLA VARIETÀ ATTENUATA DI VAIOLO VACCINO!"



E PER NOI VIRUS FU L'INIZIO DELLA FINE...



COMUNQUE, SINO ALLA FINE DELL'800, L'UNICA MALATTIA INFETTIVA PREVENIBILE, CON LA VARIOLIZZAZIONE PRIMA E LA VACCINAZIONE POI, FU IL VAIOLO...



" TUTTO CAMBIÒ CON IL CHIMICO E MICROBIOLOGO FRANCESE LOUIS PASTEUR..."



"...CHE DIMOSTRÒ LA POSSIBILITÀ DI ATTENUARE ARTIFICIALMENTE E NON SOLO NATURALMENTE LA VIRULENZA DI ALTRI AGENTI PATOGENI PER L'UOMO..."



"...COME IL CARBONCHIO... UNA GRAVE INFEZIONE CHE COLPISCE BOVINI, OVINI E TALVOLTA L'UOMO..."

"...E LA RABBIA!"





LA PREGO DOTTORE, MI AIUTI...
MIO FIGLIO È STATO MORSO DA UN
CANE RABBIOSO!

NON SONO MEDICO,
SIGNORA...

POTREI ESSERE PERSEGUITO
DALLA LEGGE SE PRATICASSI
LA MEDICINA...

LA PREGO... MI HANNO
DETTO CHE SOLO LEI PUÒ
SALVARE MIO FIGLIO...
O MORIRÀ!

IN EFFETTI HO TESTATO UN
VACCINO PER LA RABBITA
SUI CANI, GRAZIE AL
SACRIFICIO DI ALCUNI
CONIGLI...

...PURTROPPO IL
TRATTAMENTO EBBE SUCCESSO...
FU IL PRIMO CASO AL
MONDO DI VACCINO ARTIFICIAMENTE
ATTENUATO TESTATO
SULL'UOMO!

DA PASTEUR IN POI
LA CORSA VERSO LA
PRODUZIONE DI VACCINI È
STATA IMPRESSIONANTE...
AL RITMO DI QUASI UN
NUOVO VACCINO
OGNI QUATTRO O
CINQUE ANNI...

COMUNQUE, A QUELL'EPOCA,
ANCORA NON TUTTO ERA PERDUTO...
CI AVEVANO TOLTO IL VAIOLO, LA RABBIA,
IL CARBONCHIO MA CI RESTAVA ANCORA
LA POLIOMIELITE...



...UNA GRAVE MALATTIA INFETTIVA
CHE INTERESSA IL SISTEMA NERVOSO
CENTRALE E COLPISCE SOPRATTUTTO I
NEURONI MOTORI DEL
MIDOLLO SPINALE...



"...PENSA CHE ERAVAMO RIUSCITI A COLPIRE TANTI BAMBINI,
MOLTI DEI QUALI VENNERO COSTRETTI A VIVERE SULLA SEDIA
A ROTELLE..."

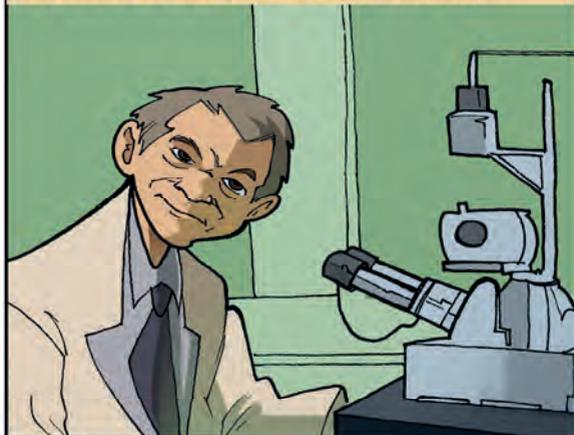


"POI IL PRESIDENTE DEGLI STATI UNITI... FRANKLIN DELANO ROOSEVELT...
ANCHE LUI SULLA SEDIA A ROTELLE... DECISE DI RACCOLGERE I FONDI
PER LA RICERCA CONTRO LA POLIO CON "LA MARCIA DEI CENTESIMI..."

"QUINDI, ANNI DOPO, JONAS SALK, NEL 1953,
CREÒ UN VACCINO UCCISO SOMMINISTRATO
PER VIA SOTTOCUTANEA..."



"...POI ALBERT SABIN, NEL 1955, NE OTTENNE
UNO ATTENUATO SOMMINISTRATO PER
VIA ORALE, PIÙ EFFICACE QUANDO I CASI SONO
NUMEROSI... E IN POCHI DECENNI PURE LA POLIO
FU ERADICATA DAI PAESI PIÙ SVILUPPATI..."







Agenti infettivi patogeni

Microrganismi patogeni come batteri, virus, funghi (miceti), molto diffusi in natura, presenti nell'ambiente e negli organismi viventi. Si possono suddividere in due categorie: i **parassiti**, che possono vivere solo a spese di altri organismi (tra cui l'uomo), nutrendosi cioè delle cellule, tessuti o materiali organici di cui sono costituiti; e i **saprofiti**, che sono in grado di sopravvivere e moltiplicarsi utilizzando come nutrimento organismi morti o sostanze organiche in decomposizione. Si definiscono **patogeni** gli agenti infettivi responsabili dell'insorgenza di una malattia. Il meccanismo infettivo, caratterizzato dalla penetrazione e moltiplicazione nei tessuti degli agenti infettivi, è un processo morboso (detto **patogenesi**) legato alla capacità del patogeno di generare malattia nell'organismo ospite.

Anticorpi

Detti anche immunoglobuline, gli anticorpi sono costituiti da proteine prodotte da un tipo di cellule immunocompetenti (i linfociti B), e sono capaci di legarsi in modo specifico ad alcune parti dell'agente patogeno note come **antigeni**. Gli anticorpi si trovano sia sulla superficie dei linfociti B sia nei liquidi biologici come il sangue e svolgono una funzione protettiva. Parte dei linfociti B che generano gli anticorpi continuano a riprodursi nel tempo, anche una volta cessata l'infezione o lo stimolo, in modo che se in futuro dovesse ripresentarsi l'agente infettivo la produzione anticorpale sarebbe già presente per difendere l'ospite. Tale processo garantisce la memoria immunologica, senza la quale sarebbe impossibile l'immunizzazione creata dai vaccini e dalle infezioni naturali.

Antigene

Sostanza estranea all'organismo che innesca una reazione immunitaria stimolando la produzione di anticorpi che reagiscono a essi in modo specifico. Le vie d'ingresso dell'antigene sono varie: tramite iniezione (farmaco), inalazione (patogeni, pollini), ingestione (patogeni, alimenti) o contatto diretto.

Camuffamento

Metodo di occultamento che consente agli animali di non attirare l'attenzione, confondendosi con l'ambiente circostante, imitandone alcune parti. Nelle relazioni tra preda e predatore o di competizione tra due sistemi, quali ad esempio sistema immunitario e agenti patogeni, è stata dimostrata l'esistenza di strategie di camuffamento che spingono la preda (per esempio agenti patogeni) a camuffarsi con l'ambiente per evitare il riconoscimento e, di conseguenza, la cattura (da parte delle cellule del sistema immunitario). Differente dal camuffamento è il **mimetismo**, in cui un organismo ne imita un altro sia per nascondersi al suo predatore sia per aggredire la sua preda. Il camuffamento e il mimetismo sono usati sia per difesa sia per offesa.

Catena del freddo

Alcuni vaccini per conservare efficacia e sicurezza necessitano di rimanere a una temperatura costante (che generalmente varia dai 2 agli 8 gradi centigradi) lungo tutto il percorso che va dalla produzione al trasporto e stoccaggio sino all'inoculazione. Per molti Paesi questa linea continua, o catena, di refrigerazione è carente e rende difficile o impossibile una diffusa copertura vaccinale.

Cellule natural killer

Sottopopolazione di linfociti in grado di riconoscere e distruggere cellule infettate e/o danneggiate (come quelle tumorali) secernendo proteine (citochine) infiammatorie. Accanto alla funzione di difesa, le cellule natural killer hanno anche una funzione regolatoria, essendo capaci di interagire con altre cellule immunocompetenti come, ad esempio, i macrofagi e le cellule T. Non necessitando dell'attivazione mediata da altre cellule, esse svolgono un'importante azione come prima linea di difesa, tipica dell'immunità innata.

Contagio infettivo

Trasmissione di una malattia infettiva da una persona infetta a una sana. Tale propagazione può avvenire direttamente tramite contatto di fluidi del corpo (ad esempio, sangue, saliva, sudore, escrezioni), mediante materiali o mezzi inquinati (vestiti, oggetti, acqua, alimenti ecc.), oppure attraverso "vettori" animali (ad esempio, topi o insetti) capaci di veicolare nell'uomo i microrganismi infettivi.

Immunità di gregge o di comunità

Protezione indiretta contro le malattie infettive che si raggiunge quando quasi tutti i membri di una popolazione (circa il 95%) o di un allevamento si vaccina, impedendo così che le malattie contagiose possano circolare e diffondersi, causando focolai infettivi o epidemie. L'immunità di gregge è importante, quindi, sia per diminuire o eradicare le malattie infettive (come nel caso del vaiolo), sia per proteggere gli individui fragili, quelli cioè che non possono essere sottoposti a vaccinazione perché in età prevaccinale (neonati e bebè), o perché affetti da malattie che li rendono immunodepressi e quindi non vaccinabili.

Linfociti

Cellule del sangue appartenenti alla famiglia dei globuli bianchi che sovrintendono la risposta dell'immunità acquisita, offrendo una risposta specifica. Esistono **linfociti B** e **T**: i primi producono anticorpi contro l'antigene specifico dell'agente infettivo e ne provocano la distruzione, i secondi (la T ricorda che essi nascono nel timo) sono a loro volta suddivisi in **linfociti T citotossici**, che hanno capacità distruttive dirette, e **linfociti T helper**, che orchestrano la risposta delle cellule immunitarie (ad esempio, linfociti B e macrofagi) e stimolano la produzione di anticorpi.

Macrofagi

Globuli bianchi presenti nei tessuti dell'organismo (fegato, polmoni, intestino, pelle ecc.) adibiti alla distruzione tramite **fagocitosi**, ovvero la capacità di inglobare microrganismi o particelle estranee, allo scopo di eliminarli. I macrofagi svolgono un ruolo molto importante nelle risposte immunitarie naturali e specifiche.

Memoria immunologica

Meccanismo reso possibile dalla presenza nel nostro corpo di cellule immunitarie (linfociti T e B) e anticorpi che riconoscono, aggrediscono e memorizzano alcune parti degli agenti infettivi (gli antigeni) con cui entrano in contatto. La memoria immunologica costituisce la base per la cosiddetta risposta immunitaria secondaria, la quale interviene in caso di contatto con un agente patogeno già incontrato in precedenza. A ogni incontro con l'agente infettivo questo meccanismo aumenta e specializza la risposta immunitaria.

Mutazione

Modifica ereditabile della struttura del materiale genetico — ovvero la sequenza delle 4 basi del DNA —, che avviene o spontaneamente (legata al caso) o perché indotta da agenti ambientali mutageni fisici o chimici.

Patogeni vedi **Agenti infettivi patogeni**

Quarantena

Si riferisce ai quaranta giorni di isolamento forzato in porto che in passato venivano richiesti alle navi provenienti da zone colpite dalla peste allo scopo di limitare la diffusione di una malattia contagiosa. Oggi la quarantena ha assunto il valore generico di isolamento precauzionale e può avere durata variabile.

Reazioni avverse

Una qualsiasi reazione nociva non intenzionale dovuta all'uso di un medicinale. L'allergia è un esempio di reazione avversa a un farmaco. Questa nozione viene spesso confusa con quella di **evento avverso**, che è un qualsiasi fenomeno clinico spiacevole e indesiderato che si presenta durante un trattamento farmacologico, ma che non ha necessariamente un rapporto di causalità o di relazione con il trattamento stesso. In altre parole, nell'evento avverso non è possibile accertare che sia proprio il farmaco a provocarlo. Con **effetto collaterale** (o **indesiderato**) si intende, invece, un qualsiasi effetto non previsto o non desiderato (e non necessariamente nocivo) legato all'azione farmacologica di una sostanza terapeutica; tali effetti sono generalmente presenti nel foglietto illustrativo, come ad esempio: cefalea, spossatezza e nausea. La confusione di questi termini è spesso utilizzata dagli antivaccinisti per instillare dubbi sulla sicurezza dei vaccini che, ricordiamolo, sono invece tra i farmaci più sicuri attualmente in commercio.

Selezione naturale

È il meccanismo principale della teoria dell'evoluzione delle specie scoperto dal naturalista britannico Charles Darwin nel 1859. Poiché le popolazioni animali possiedono individui tra loro diversi (diversità genetica), questo meccanismo spiega perché sopravvivono e si riproducono con più facilità gli individui meglio adattati all'ambiente.

Sperimentazione animale

Consiste nell'uso scientifico di modelli animali a scopo di studio e ricerca, perlopiù mirata a testare terapie farmacologiche dirette a migliorare la salute dell'uomo e degli animali. La sperimentazione animale è autorizzata e rigorosamente controllata dal Ministero della Salute.

Zoonosi

Sono malattie e/o infezioni che si trasmettono dagli animali all'uomo e viceversa. Molte delle malattie infettive, infatti, provengono dagli animali.



Una collana per imparare la scienza divertendosi!

Come sono nate le prime forme di immunizzazione? E cosa sono i vaccini? È vero che sono più rischiosi delle malattie infettive? Perché è necessario che il maggior numero di persone si vaccini?

Questo libro racconta storie *della* e *sulla* vaccinazione, nella speranza di eliminare paure irrazionali e avvicinare i più giovani alle verità e ai successi del metodo scientifico.

Andrea Grignolio, Unità e Museo di Storia della Medicina, Dipartimento di Medicina Molecolare, Sapienza Università di Roma.

All'interno il fumetto:

Virus vs Vaccini.

La sceneggiatura è tratta dal lavoro della classe 3E della Scuola secondaria di primo grado dell'Istituto Comprensivo Nicolò Barabino, Genova.

Disegni realizzati, per la Scuola Romana dei Fumetti, da Andrea Canolintas.