

## VIRUS

**Virus.** (Dal latino *virus*, "veleno"), agente infettivo di dimensioni ultramicroscopiche, costituito essenzialmente di materiale genetico circondato da un rivestimento protettivo proteico. Il termine venne usato per la prima volta alla fine del XIX secolo per indicare i microrganismi patogeni più piccoli dei batteri. Da soli i virus sono particelle di materiale organico prive di vita, mentre all'interno delle cellule viventi possono duplicarsi numerose volte, talvolta danneggiando l'ospite. Le centinaia di ceppi virali conosciuti causano un'ampia gamma di malattie nell'uomo, negli animali, negli insetti, nei batteri e nelle piante.

L'esistenza dei virus fu accertata nel 1892, quando lo scienziato russo Dmitrij Iosifovič Ivanovskij scoprì delle particelle microscopiche, conosciute in seguito come virus del mosaico del tabacco. Il termine virus fu attribuito a queste particelle infettive nel 1898, dal botanico olandese Martinus Willem Beijerinck. Pochi anni dopo, anche nei batteri furono isolati dei virus, denominati batteriofagi. Nel 1935 il biochimico statunitense Wendell Meredith Stanley riuscì a cristallizzare il virus del mosaico del tabacco e dimostrò che era formato solo da materiale genetico, l'acido ribonucleico (RNA), e da un rivestimento proteico. Negli anni Quaranta, lo sviluppo della microscopia elettronica rese possibile la visualizzazione dei virus, mentre il successivo sviluppo di centrifughe ad alta velocità permisero di concentrare e purificare il materiale di origine virale. Lo studio dei virus negli animali raggiunse un punto cruciale negli anni Cinquanta, con lo sviluppo dei metodi di coltivazione *in vitro* di cellule in cui si replicavano i virus. Furono così scoperti molti nuovi ceppi virali e negli anni Sessanta e Settanta si poterono determinare le caratteristiche fisiche e chimiche della maggior parte di questi microrganismi.

### Caratteristiche

I virus sono parassiti intracellulari, costituiti di acidi nucleici (RNA o DNA), ma mai di entrambi, e di un rivestimento protettivo di proteine semplici o complesse. L'acido nucleico è, in genere, una molecola unica, a singolo o doppio filamento, anche se in alcuni virus può essere diviso in due o più frammenti. Il rivestimento proteico è detto capside e le subunità proteiche del capside, sono dette capsomeri. Insieme, acido nucleico e capside formano il nucleocapside. Altri virus hanno un ulteriore involucro, che generalmente viene acquisito quando la particella virale fuoriesce per gemmazione dalla membrana della cellula infettata. La particella completa del virus è detta virione. I virus sono parassiti intracellulari obbligati e la loro replicazione può avvenire solo in cellule metabolicamente attive.

Hanno forma e dimensioni molto variabili, e in base alla loro struttura possono essere suddivisi in tre gruppi: i virus isometrici; quelli bastoncellari; e quelli formati dall'unione di una testa e una coda, come alcuni batteriofagi. I virus più piccoli hanno forma icosaedrica, lungo circa 18-20 nanometri (un nanometro è uguale a un milionesimo di millimetro). I virus più grandi hanno, invece, forma bastoncellare e alcuni raggiungono una lunghezza di diversi micron, ma sono, comunque, larghi meno di 100 nanometri. Pertanto, anche i virus più grandi hanno una larghezza inferiore ai limiti di risoluzione del microscopio ottico, usato per studiare i batteri e gli altri microrganismi di dimensioni maggiori.

Molti dei virus con una struttura elicoidale interna hanno un rivestimento esterno (detto anche *envelope*), composto di lipoproteine, glicoproteine o entrambi i tipi di molecole. Questi virus sono grossolanamente sferici e hanno un diametro variabile da circa 60 a più di 300 nanometri. Virus complessi come alcuni batteriofagi presentano una testa e una coda tubulare, usata per attaccarsi al batterio ospite, mentre gli herpesvirus hanno simmetria cubica e sono composti di proteine complesse. Queste due categorie

rappresentano, tuttavia, delle eccezioni, in quanto la maggior parte dei virus ha forma semplice.

### **Riproduzione**

Le particelle virali generalmente non contengono [enzimi](#), né i precursori metabolici necessari per riprodursi e quindi devono ricavare queste molecole dalle cellule che infettano. La riproduzione dei virus comprende, pertanto, una fase di sintesi delle varie componenti e una fase di assemblaggio della nuova particella virale. Questi processi hanno inizio quando il virus penetra nella cellula ospite e dirige la sintesi delle proteine specificate dal materiale genetico virale. Quindi viene duplicato l'acido nucleico e sono sintetizzate le subunità proteiche che costituiscono il rivestimento virale. Infine, queste due componenti sono assemblate in un nuovo virus. Da una singola particella virale possono avere origine migliaia di nuovi virus, che possono essere liberati per distruzione della cellula infetta oppure per gemmazione dalla membrana cellulare, senza uccidere la cellula.

I virus a RNA si distinguono da quelli a DNA per alcune particolarità nel sistema di replicazione. Un gruppo particolare di questi virus è rappresentato dai [retrovirus](#), che comprendono l'[HIV](#), l'agente eziologico dell'AIDS.

### **I virus in medicina**

I virus rappresentano una grande sfida per le scienze mediche, in quanto ne esiste un'enorme varietà e molti di essi causano gravi malattie nell'uomo.

Malattie virali pericolose, e a volte addirittura fatali, comprendono la [rabbia](#), la febbre emorragica, l'[encefalite](#), la [poliomielite](#), la [febbre gialla](#), l'[epatite](#) e la [sindrome da immunodeficienza acquisita](#) (AIDS). La maggior parte dei virus causa, tuttavia, malattie che in genere provocano solo disturbi acuti, a meno che il paziente non sviluppi gravi complicazioni. Alcune di queste malattie sono il [raffreddore](#), che colpisce milioni di persone ogni anno, l'[influenza](#), il [morbillo](#), la [parotite](#), l'[herpes simplex](#) e zoster, la [varicella](#), alcune malattie respiratorie, la diarrea acuta e le [verruche](#). Altri virus, come il virus della [rosolia](#) e il citomegalovirus, possono provocare gravi anomalie o morte del feto. Alcuni ceppi virali che infettano l'uomo sembrano essere correlati a specifiche forme di [cancro](#). Sempre maggiori prove indicano, inoltre, che alcuni virus possono essere coinvolti in patologie croniche come la [sclerosi multipla](#) e altre malattie degenerative.

Con metodi di laboratorio lunghi e laboriosi vengono tuttora scoperti, isolati e identificati nuovi virus che causano gravi malattie nell'uomo. Tra quelli individuati più di recente vi sono l'HIV e il virus [Ebola](#).

### **Trasmissione**

Per provocare nuovi casi di una malattia, i virus devono essere trasmessi da persona a persona. Molti, come quelli responsabili dell'influenza e del morbillo, sono trasmessi attraverso le vie respiratorie, nelle goccioline emesse nell'aria con starnuti e colpi di tosse. Altri virus, come quelli che provocano la diarrea, sono trasmessi per via oro-fecale. Altri ancora, come i virus della febbre gialla e i cosiddetti arbovirus, sono trasmessi tramite vettori animali come gli insetti. Le malattie virali possono essere [endemiche](#) o epidemiche.

### **Trattamento**

Attualmente non esiste alcun trattamento completamente soddisfacente delle infezioni virali, poiché la maggior parte dei farmaci che distrugge i virus danneggia anche la cellula ospite.

Un agente antivirale molto promettente sembra essere l'[interferone](#), una molecola con funzioni antivirali, prodotta naturalmente dalle cellule di molti mammiferi e impiegata nella terapia di alcune forme di epatite cronica. Oggi si sta valutando l'uso dell'interferone anche nel trattamento di alcune forme di cancro. Solo fino a qualche

tempo fa, questi studi erano limitati dalla scarsa disponibilità di questa molecola in forma pura, mentre oggi, grazie alle tecniche di **ingegneria genetica**, è possibile ottenerne rapidamente grandi quantità.

Il solo metodo efficace per prevenire le infezioni virali è l'uso dei vaccini. Negli anni Settanta, ad esempio, la vaccinazione antivaiolosa ha contribuito a debellare il vaiolo da tutto il pianeta, grazie a un programma di immunizzazione portato avanti su scala mondiale. La maggior parte dei vaccini antivirali è stata sviluppata per l'uomo o per altri animali; fra quelli umani vi sono i vaccini contro il morbillo, la rosolia, la poliomielite e l'influenza. L'immunizzazione con un vaccino antivirale stimola il sistema immunitario dell'organismo a produrre **anticorpi** specifici, diretti contro il virus immunizzante. I virus impiegati per elaborare i vaccini vengono prima alterati o uccisi, in modo da non essere più patogeni.

### **Le infezioni virali delle piante**

I virus possono provocare una grande varietà di **malattie delle piante**, che spesso causano gravi danni ai raccolti. I più comuni virus patogeni per le piante sono quello del mosaico giallo della rapa, il virus X della patata e il virus del mosaico del tabacco. Le cellule vegetali hanno pareti cellulari rigide che le particelle virali generalmente non riescono ad attraversare; pertanto questi virus sono trasmessi soprattutto da vettori animali, come gli **insetti** o i **nematodi**, che si cibano di vegetali infetti. Il metodo di infezione utilizzato da questi virus limita anche gli studi delle interazioni tra particelle virali e cellule vegetali, poiché in assenza del vettore animale non è sempre facile riprodurre l'infezione in laboratorio.

I virus delle piante possono accumularsi in enormi quantità all'interno delle cellule contagiate; ad esempio, il virus del mosaico del tabacco può costituire anche il 10% del peso secco di una pianta infetta.

### **Ruolo dei virus nella ricerca scientifica**

Lo studio dei virus e delle loro interazioni con la cellula ospite ha avuto grande rilevanza per lo sviluppo della **biologia** a livello molecolare. Ad esempio, l'esistenza dell'RNA messaggero, la molecola responsabile della trasmissione delle istruzioni contenute nel DNA all'apparato cellulare che sintetizza le proteine, fu scoperta nel corso delle ricerche sulla duplicazione dei batteriofagi. Inoltre, la comprensione dei meccanismi di controllo della moltiplicazione dei virus è fondamentale per lo studio dei processi biochimici degli organismi superiori.

La ragione per cui i virus sono modelli tanto utili nello studio dei meccanismi di regolazione dell'informazione genetica sta nel fatto che essi possiedono un patrimonio ereditario di piccole dimensioni e diverso da quello della cellula ospite. Ciò consente ai ricercatori di studiare un sistema di replicazione più piccolo e più semplice di quello della cellula ospite, ma funzionante in base agli stessi principi. Gran parte delle ricerche sui virus è finalizzata a comprenderne i sistemi di duplicazione e a cercare metodi per controllarne la crescita e, pertanto, sconfiggere le malattie da essi provocate. Gli studi sulle malattie virali hanno, inoltre, fornito enormi contributi alla comprensione della risposta immunitaria dell'organismo agli agenti infettivi. Alcuni dettagli della funzione degli anticorpi presenti nel sangue sono stati, ad esempio, caratterizzati studiando le reazioni di queste molecole alle infezioni virali. Attualmente un grande interesse scientifico è concentrato sui progetti che cercano di isolare alcuni **geni** virali, che possono essere usati per produrre, con le tecniche di ingegneria genetica, le corrispondenti proteine virali, da impiegare, a loro volta, per produrre vaccini.