

# I VIRUS

## Test di ingresso

1. L'RNA è trascritto a partire dal DNA. 

|   |   |
|---|---|
| V | F |
|---|---|
2. Le proteine sono sintetizzate direttamente a partire dal DNA. 

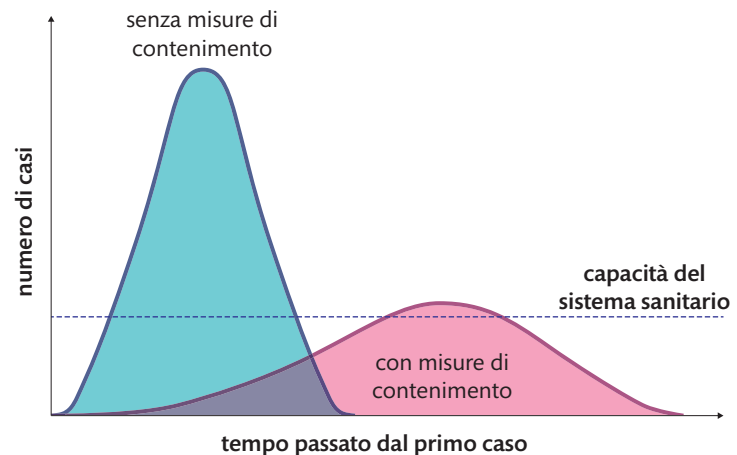
|   |   |
|---|---|
| V | F |
|---|---|
3. Lo scambio dei gas respiratori avviene nella faringe. 

|   |   |
|---|---|
| V | F |
|---|---|
4. Le vaccinazioni si basano sulla memoria del sistema immunitario. 

|   |   |
|---|---|
| V | F |
|---|---|

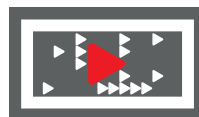
## PRIMA DI INIZIARE A LEGGERE

### Osserva il grafico e rispondi alle domande



Il grafico riporta due curve epidemiche, cioè due curve che mettono in relazione il numero di casi con il tempo passato dalla registrazione del primo caso della malattia. In blu è illustrata la curva corrispondente a un'epidemia in un paese che non osserva le misure di contenimento (distanziamento sociale e *lockdown*, cioè chiusura delle scuole, delle attività produttive e commerciali e obbligo di restare in casa); in rosso invece è rappresentata la curva dell'epidemia in un paese che osserva le misure di contenimento.

1. In quale delle due situazioni l'epidemia dura più a lungo?
2. In quale delle due situazioni l'epidemia registra invece il maggior numero di casi contemporanei?
3. Perché è più ragionevole adottare le misure di contenimento?



Scarica la app

**GUARDA!**

e inquadrami per andare

allo SPECIALE CORONAVIRUS disponibile online

In questa immagine al microscopio elettronico sono visibili alcune particelle di SARS-CoV-2, il virus responsabile della pandemia che ha toccato tutti i paesi del mondo durante l'inverno 2019-2020. Questo virus è nuovo, estremamente infettivo e pericoloso dato che può causare una malattia polmonare molto grave e potenzialmente mortale.

National Institutes of Health/Science Photo Library

Copyright © Zanichelli editore S.p.A. Bologna

Fascicolo a cura di Silvia Saraceni e Giorgio Strumia

I paragrafi 3 e 4 presentano contributi di Giovanni Maga e Lara Rossi; il paragrafo 5, contributi di Giulia Bianconi, Angela Simone e Antonella Amendola; il paragrafo 6, contributi di Giorgio Vacchiano; il paragrafo 7, contributi di Federico Tibone ed Eugenio Melotti.

Disegni di Claudia Saraceni

# 1

## Che cosa sono i virus

Il termine *virus*, che in latino significa «veleno», è stato usato per la prima volta nel 1898 dal biologo olandese M. Beijerinck, che lo impiegò per descrivere l'agente patogeno responsabile della malattia delle piante nota come «mosaico del tabacco».

I virus non sono formati da cellule e non sono capaci di riprodursi autonomamente; tuttavia come i viventi sono capaci di

*evolvere*, cioè di cambiare nel tempo, e sono costituiti da *sostanze organiche* presenti anche negli organismi. Per queste ragioni, i virus sono **entità biologiche**. I virus sono costituiti da particelle che, per potersi replicare producendo copie di se stesse, devono entrare in una cellula, che diventa la cellula ospite del virus. I virus, quindi, sono **parassiti intracellulari obbligati**.

### 1 Com'è fatto un virus

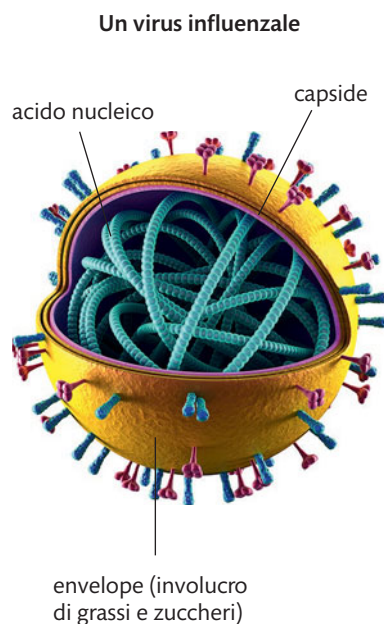
Ogni singola particella virale pronta a infettare una cellula si chiama **virione**. Un virione è formato da un involucro di proteine chiamato **capside** e da una molecola di acido nucleico, cioè di DNA o RNA, che costituisce il *patrimonio genetico* del virus. Il patrimonio genetico contiene le informazioni necessarie alla produzione delle

proteine del virus e alla sua replicazione.

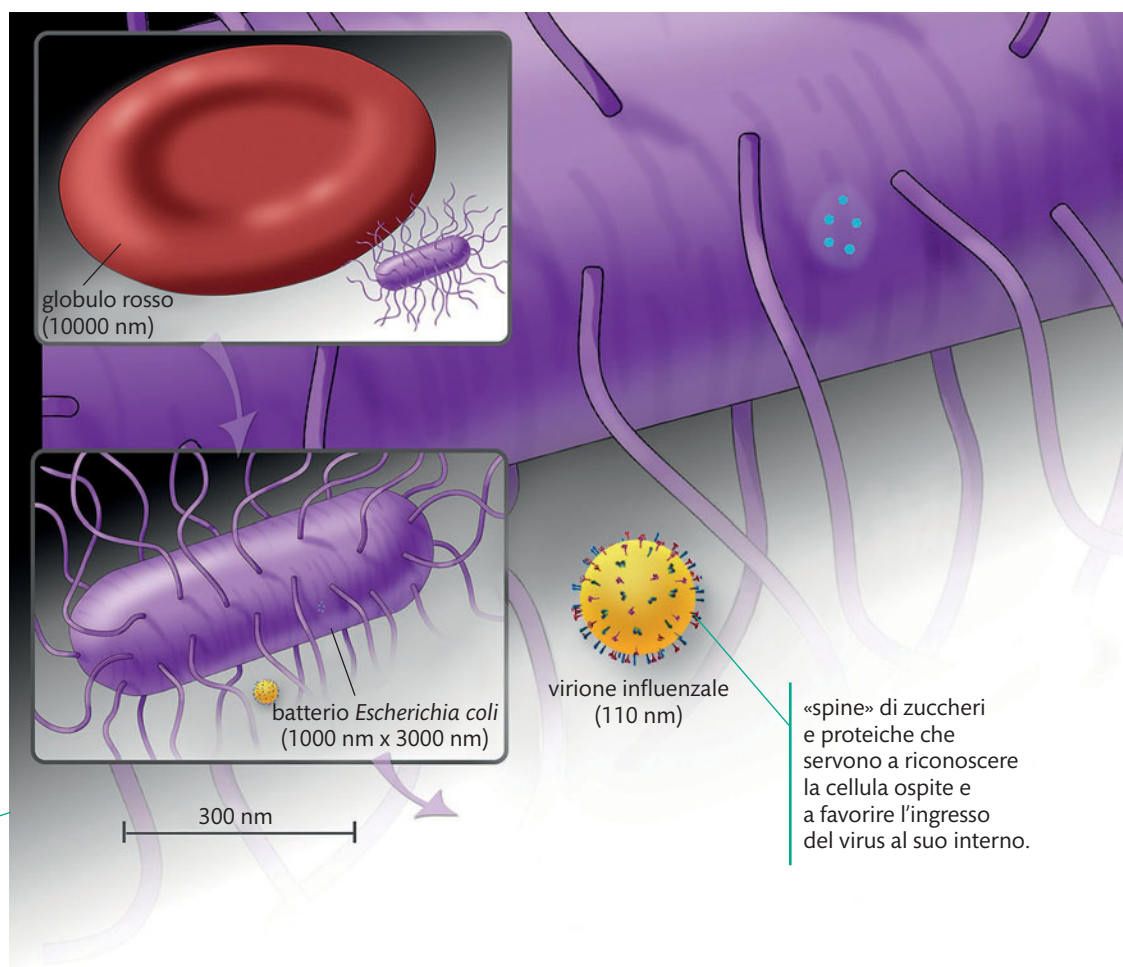
Talvolta, la superficie esterna del capside virale è rivestita da uno strato di lipidi e carboidrati, detto **envelope** (o *pericapside*), che serve ai virus a sfuggire ai sistemi di difesa dell'ospite in cui penetrano.

I virioni hanno una grande varietà di forme e dimensioni, anche se in genere sono molto piccoli: in media hanno di-

mensioni circa tremila volte più piccole di un millimetro e sono cento volte più piccoli di un batterio, che a sua volta è circa 5000 volte più piccolo dello spessore di un capello. Per questa ragione la maggior parte dei virus non è visibile al microscopio ottico, ma può essere osservata solo usando un microscopio elettronico.



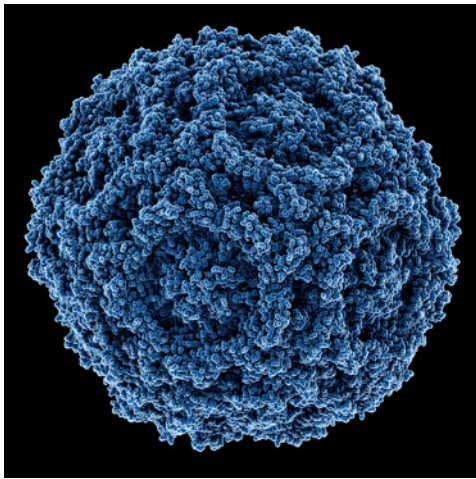
dimensioni relative di un globulo rosso, un batterio e un virione influenzale.





## 2 La forma dei virus

La forma dei virus è molto varia. Per esempio, esistono capsidi virali che hanno la forma di un icosaedro regolare, un solido geometrico composto da 20 facce triangolari identiche, dai cui vertici spuntano 12 «spine» che servono al virus per agganciarsi alla cellula da infettare. In altri tipi di virus, il capside può essere formato da 60, 320 e persino 430 facce. Molti virus hanno queste forme perché sono facili



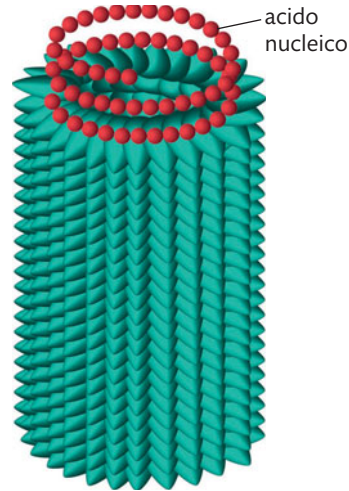
LAGUNA DESIGN/SPL

**Parvovirus**, uno dei virus più piccoli conosciuti (20 milionesimi di millimetro), ha un capside icosaedrico con 20 facce triangolari.

da assemblare: con una varietà limitata di proteine si possono costruire, come puzzle tridimensionali, involucri anche molto grandi.

Altri virus, come quelli responsabili di alcune malattie delle piante, hanno la forma di un tubetto cavo, al cui interno è «incollata» la molecola di acido nucleico.

Esistono virioni di forma più complessa, come quelli di alcuni batteriofagi (virus che infettano i batteri) che hanno una «te-



Il **virus del mosaico del tabacco**, un parassita di cellule vegetali, ha la forma di un tubetto cavo formato da 2130 copie di una proteina.

sta icosaedrica» montata su una «coda» a sua volta appoggiata su un «trespolo» a sei zampe. Nel batteriofago, la testa è il capside vero e proprio che contiene l'acido nucleico, mentre la coda e le zampe costituiscono una struttura che serve a iniettare l'acido nucleico del virus all'interno della cellula batterica ospite.



Stocktrek Images, Inc./Alamy/IPA

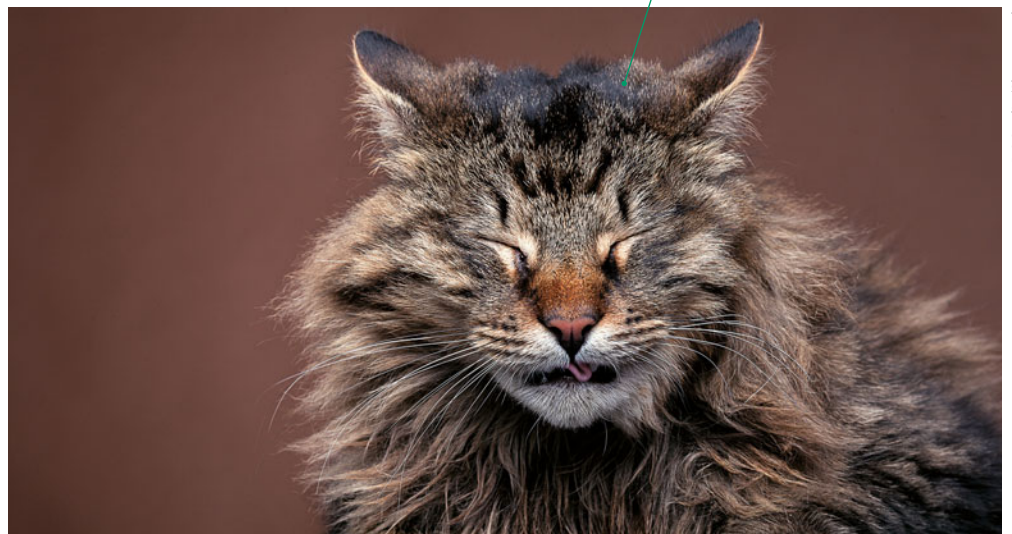
Per infettare una cellula batterica, il **batteriofago** vi si ancora con le fibre che formano le «zampe». Poi la «coda» si abbassa e perfora la parete cellulare del batterio, permettendo la discesa del genoma virale al suo interno.

## 3 Dove si trovano i virus

I virus si trovano ovunque: sono presenti in ogni ambiente in cui ci sono organismi da parassitare, anche nei fondali oceanici e nel terreno. Si stima, per esempio, che in una sola goccia d'acqua marina possano essere contenuti anche un milione di virioni e che ci siano molte più particelle virali sulla Terra che stelle nell'Universo. Gli scienziati hanno identificato sino ad oggi circa 5000 tipi di virus, ma stimano che siano almeno 1000 volte di più. Inoltre, virus dello stesso tipo possono presentare molte varianti del loro DNA o RNA. I virus hanno una elevata selettività per l'ospite: ogni tipo virale infetta cioè un particolare tipo di organismo e di cellula. Esistono virus parassiti di animali, di piante, di funghi, di batteri e persino di altri virus. Talvolta, però, un virus che infetta una certa

specie può cambiare la sua natura e diventare infettivo anche per una specie diversa. Questo passaggio da una specie all'altra è detto **salto di specie** (*spillover*, in inglese).

Il virus del raffreddore che colpisce i gatti è diverso da quello del raffreddore degli esseri umani; per questo non possiamo essere contagiati da un gatto, né possiamo contagiarlo.



DC Studio/Shutterstock

# 2

## Come funzionano i virus

L'**infezione virale** inizia con il **riconoscimento** da parte del virus della sua cellula ospite. Il virione si lega alla cellula ospite attraverso un legame chimico tra le proteine e gli zuccheri che si trovano sulla propria superficie e quelle presenti sulla superficie esterna della cellula ospite, dette *recettori*. Un virus può riconoscere le proteine presenti su alcune cellule ma non su altre: per questa ragione, per esempio, il virus dell'influenza infetta solo le cellule dell'apparato respiratorio ma non quelle dei muscoli o di un altro apparato del corpo.

Dopo che è avvenuto il riconoscimento, si verifica l'**introduzione** da parte del virus del proprio patrimonio genetico all'interno della cellula. Il modo in cui questo avviene dipende dal tipo di virus e dal tipo di cellula ospite: per esempio, molti virioni parassiti di cellule animali fondono l'*envelope* (il rivestimento di lipidi e carboidrati) con la membrana plasmatica della cellula, formata anch'essa principalmente da lipidi, e liberano all'interno della cellula il loro acido nucleico, DNA o RNA.

### 1 Il ciclo litico

Il ciclo di replicazione virale si chiama **ciclo litico** perché al termine di questo processo si verifica la rottura (*lisi*) della cellula ospite. Il meccanismo di replicazione dipende dal tipo di acido nucleico posseduto dal virus; in questo paragrafo descriviamo quello di un virus a DNA.

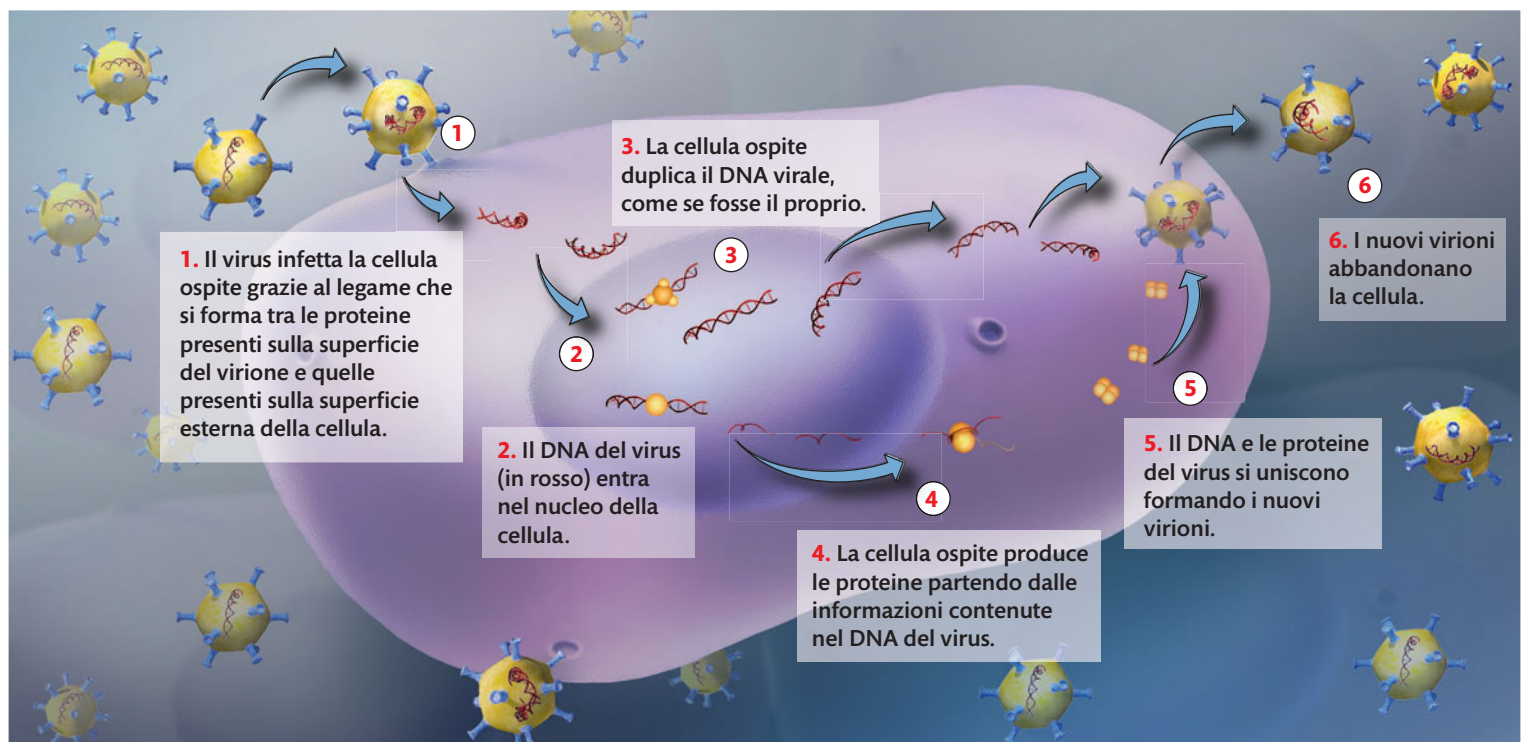
Dopo l'introduzione del genoma nella cellula ospite, il virus ne sfrutta gli organuli e i meccanismi molecolari per produrre copie di se stesso. La cellula ospite è costretta a leggere le istruzioni contenute nel patri-

monio genetico virale: alcuni virus a DNA utilizzano l'enzima **DNA polimerasi** della cellula ospite per replicare il proprio DNA; altri, invece, contengono nel proprio patrimonio genetico le informazioni per produrre la propria **polimerasi virale**.

Nei virus a DNA il patrimonio genetico virale è trascritto in RNA virale, che serve per produrre le proteine virali nei ribosomi della cellula ospite. Al termine di questo processo, il DNA virale e le proteine virali si assemblano per formare un nuovo virione.

Dopo che si è replicato in migliaia di copie, il virus può abbandonare la cellula. Il processo descritto provoca molti danni alla cellula ospite. Alcune cellule sono distrutte quando i virioni le abbandonano: uscendo dalle cellule animali, per esempio, i virioni portano via una parte della membrana cellulare; in altri casi la cellula muore per lo stress causato dall'intensa azione di replicazione del virus.

I nuovi virioni abbandonano la cellula pronti a invaderne altre e a cominciare un nuovo ciclo litico.





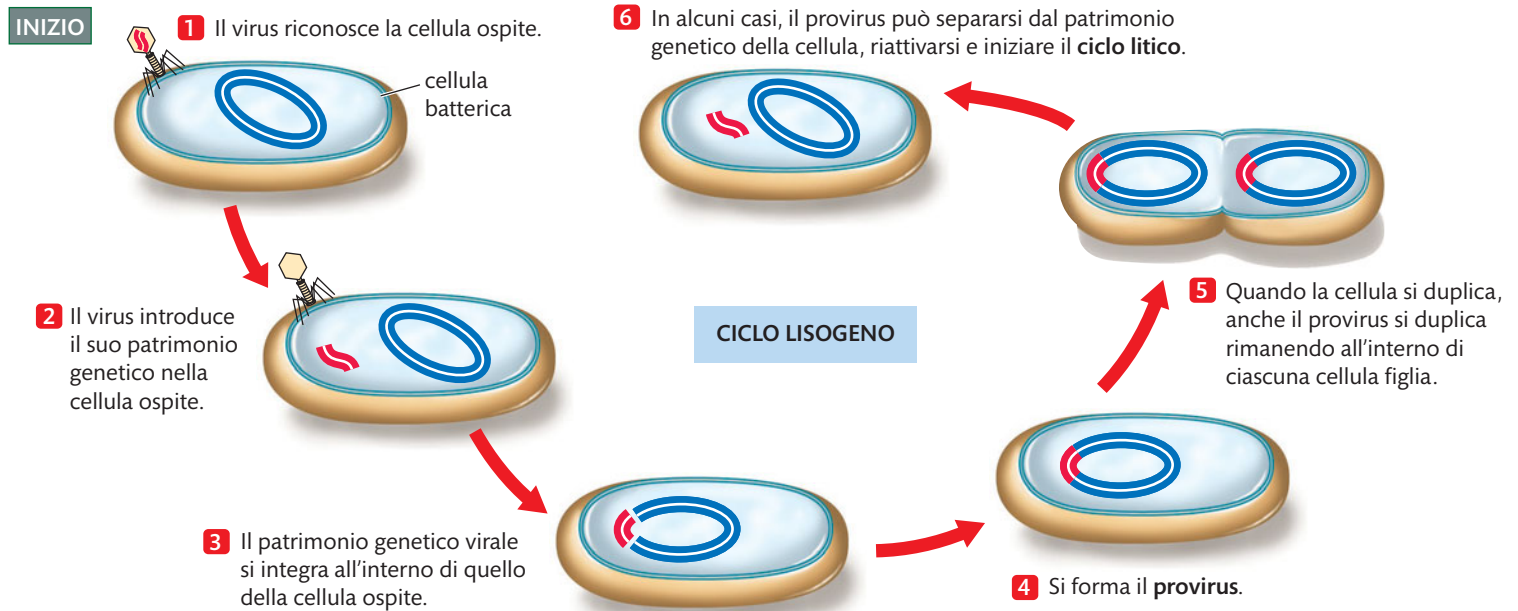
## 2 Il ciclo lisogeno

In alcuni casi, al posto del ciclo litico, il virus va incontro a un processo di replicazione diverso, chiamato **ciclo lisogeno**. Ciò avviene quando, subito dopo l'infezione della cellula ospite, il patrimonio genetico del virus si inserisce all'interno del patrimonio genetico della cellula ospite, formando un **provirus**. Il provirus non si

replica, ma quando la cellula ospite duplica il proprio DNA prima della divisione cellulare, duplica anche il patrimonio genetico del virus: le cellule figlie conterranno quindi il provirus. Generalmente i provirus non danneggiano le cellule e quindi non producono sintomi o malattie.

Talvolta un provirus può riattivarsi e cominciare un ciclo litico. Funziona in que-

sto modo, per esempio, il virus dell'*Herpes simplex* (HSV): dopo l'infezione il virus va incontro al ciclo lisogeno e può rimanere allo stadio di provirus per tutta la vita dell'individuo senza provocare disturbi; talvolta però il virus si riattiva, passa al ciclo litico e provoca la cosiddetta «febbre labiale», cioè la comparsa di vescicole intorno alla bocca.



## 3 I virus a RNA

I **virus a RNA** contengono all'interno del capsido una molecola di RNA anziché di DNA. Questi virus sono responsabili di molte malattie umane: alcune con sintomi in genere non molto gravi, come il raffreddore e l'influenza, altre invece molto più gravi, come l'AIDS e la SARS (un'infezione dei polmoni detta *sindrome respiratoria acuta*).

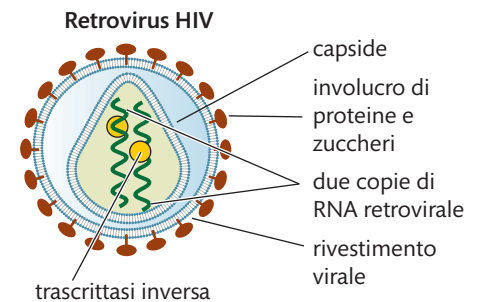
L'infezione di una cellula da parte di un virus a RNA avviene in modo simile a quello descritto per i virus a DNA e permette al virus di introdurre la sua molecola di RNA nella cellula ospite.

Le cellule non duplicano l'RNA, ma costruiscono le loro molecole di RNA a partire dal proprio DNA; per questo motivo, esse non replicano la molecola di RNA del virus. I virus a RNA riescono però ugualmente a procedere nell'infezione in due modi.

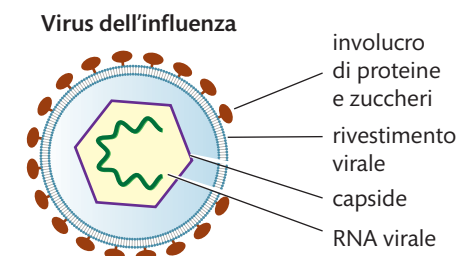
1. Alcuni virus, detti **retrovirus**, al mo-

mento dell'infezione introducono nella cellula, oltre al proprio RNA, anche una particolare proteina, l'enzima **trascrittasi inversa**, che serve a produrre una molecola di DNA virale a partire da quella di RNA del virus. Al termine di questa operazione, all'interno della cellula ospite sarà presente una molecola di DNA che contiene le informazioni necessarie a produrre nuove copie dell'RNA virale e le sue proteine.

2. Altri virus, come quelli dell'influenza e della SARS, introducono nella cellula ospite solo il proprio RNA. Tra le istruzioni contenute nell'RNA virale vi sono anche quelle per creare un enzima, detto **RNA replicasi**, che interviene nel processo di produzione di molecole di RNA a partire da altre molecole di RNA e permette la replicazione dell'RNA virale. In questo modo si creano numerose copie del virus che distruggono la cellula e procedono nell'infezione di altre cellule.



I **retrovirus**, come il virus HIV che provoca l'AIDS, sono virus a RNA che all'interno del capsido possiedono l'enzima *trascrittasi inversa*.



I **virus a RNA**, come quello che provoca l'influenza, all'interno del capsido possiedono esclusivamente una molecola di RNA.

# 3

## I coronavirus e il virus SARS-CoV-2

I **coronavirus** sono una famiglia di virus a RNA caratterizzata dalla presenza di proteine che, sporgendo dall'involucro del virus, formano delle «punte» che ricordano quelle di una corona. Le proteine della corona si legano ad altre proteine presenti sulle cellule ospiti, determinando i tipi di cellule (e quindi di specie) che il virus può infettare.

Fino al 2019 erano noti sei coronavirus umani: quattro virus

che causano malattie con sintomi lievi simili al raffreddore, e due virus che provocano infezioni più gravi: il coronavirus responsabile dell'epidemia di SARS (*sindrome respiratoria acuta grave*) del 2003 e il virus che provoca la MERS (*sindrome respiratoria medio-orientale*) comparso nel 2012.

A questi coronavirus si è aggiunto, alla fine del 2019, un nuovo virus chiamato **SARS-CoV-2**.

### 1 Il virus SARS-CoV-2

Il virus **SARS-CoV-2** è il coronavirus responsabile della malattia **COVID-19** (da CO per *corona*, VI per *virus*, D per *disease* e 19 per l'*anno* in cui si è manifestata), una malattia che può portare a polmoniti anche molto gravi. Questo virus è il responsabile della **pandemia** (l'epidemia globale) che ha colpito praticamente tutti i paesi del mondo durante i primi mesi del 2020.

La maggior parte dei coronavirus infetta le cellule del naso e della gola e causa un raffreddore o un mal di gola. Anche il SARS-CoV-2 provoca dei **sintomi respiratori** che ricordano quelli di un raffreddore o di un'influenza e che, nella maggior parte dei casi, non hanno complicazioni. Tuttavia, rispetto alle infezioni stagionali, la pandemia di COVID-19 è caratterizzata da una maggiore percentuale di sintomi respiratori gravi, con polmoniti che possono portare all'insufficienza respiratoria e alla necessità di ricorrere a cure ospedaliere e anche alla morte.

Come avviene per la maggior parte delle infezioni respiratorie, anche il virus SARS-CoV-2 si trasmette attraverso colpi di tosse o starnuti, che spargono nell'ambiente piccole goccioline di saliva (*droplet* e *aerosol* in base alle dimensioni delle gocce) che veicolano il virus. A seconda del peso, queste goccioline possono cadere a distanze diverse: si stima che nella maggior parte dei casi la caduta si verifichi nel raggio di circa un metro; da qui viene la raccomandazione di mantenersi almeno a questa distanza dalle altre persone.

La trasmissione può avvenire tramite *contatti diretti* e ravvicinati con persone infettate dal virus oppure tramite *contatti indiretti*, per esempio toccando una superficie infetta e portando poi le mani contaminate alla bocca, al viso, al naso o agli occhi.

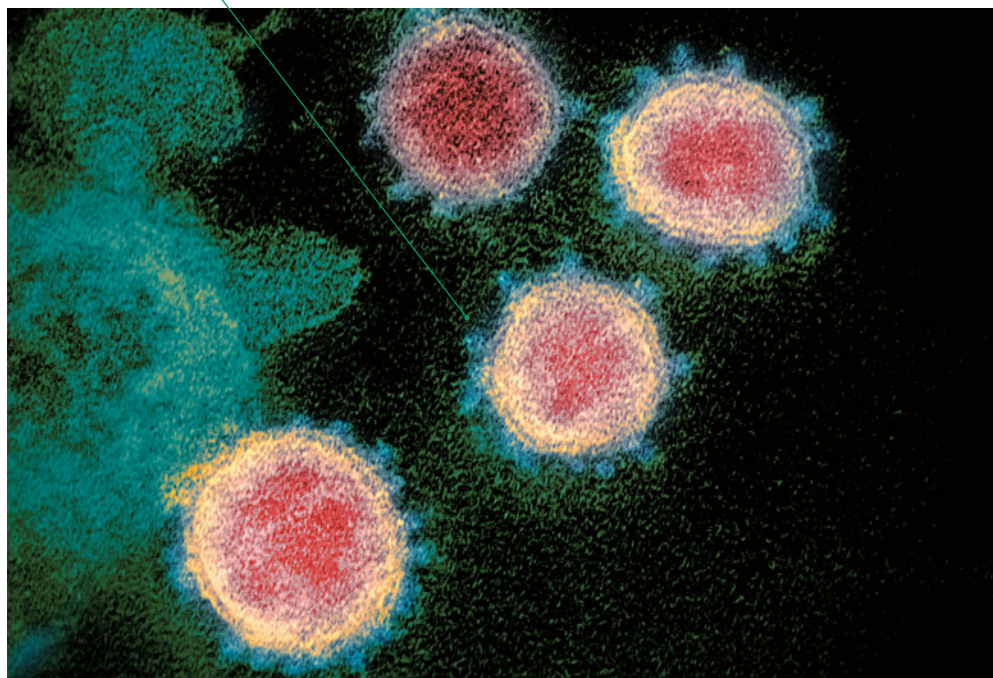
Il **periodo di incubazione** del virus SARS-CoV-2 (cioè il tempo che passa dal momento dell'infezione alla comparsa dei sintomi) è stato stimato tra un minimo di 2 giorni e un massimo di 14 giorni (il periodo più comune è di circa 5 giorni).

In questa immagine al microscopio elettronico sono visibili alcuni virioni del SARS-CoV-2. Osserva le proteine dell'involucro del coronavirus che sporgendo ricordano le punte di una corona.



Estrada Anton/Shutterstock

Nella maggior parte dei casi, il virus SARS-CoV-2 è trasmesso da persone che presentano sintomi evidenti, come mal di gola, raffreddore, tosse, febbre, difficoltà respiratorie, ma possono essere infettive anche persone asintomatiche o con sintomi molto lievi.



Niaid-Rml/National Institutes Of Health/Science Photo Library



## 2 Il salto di specie del SARS-CoV-2

I coronavirus sono naturalmente presenti nei pipistrelli e non provocano loro alcun disturbo o malattia. Dai pipistrelli il virus può passare ad altri mammiferi e da questi agli esseri umani. Nel caso della SARS, comparsa nel 2003, il virus è passato dai pipistrelli alla civetta delle palme (un mammifero asiatico) e da questa agli esseri umani. L'epidemia si è probabilmente originata in un mercato della Cina meridionale dove la civetta delle palme era conservata viva in attesa di essere venduta per il consumo della sua carne.

Nel caso della MERS, invece, l'ospite intermedio è stato identificato nel dromedario. La MERS causa una grave forma respiratoria acuta caratterizzata da febbre, tosse e difficoltà respiratorie, che in oltre il 30% dei casi porta alla morte della persona infettata. Il primo caso accertato di MERS risale al 2012, in Arabia Saudita, il paese più colpito. Dato che il virus passa con difficoltà da un essere umano all'altro, il contagio è stato relativamente contenuto e, in

8 anni, in tutto il mondo si sono verificati meno di 3000 casi.

Il **salto di specie** avviene grazie a una modifica nel patrimonio genetico del virus che lo rende in grado di infettare nuove specie animali, tra cui anche gli esseri umani. Il salto di specie è un evento relativamente comune nel caso dei virus a RNA perché questi virus presentano un tasso di mutazioni, cioè di cambiamenti delle sequenze di basi, molto elevato: durante la replicazione dell'RNA, infatti, si verificano molti errori che determinano la comparsa di virioni con genomi diversi. Alcuni di questi possono acquisire nuove caratteristiche, tra cui la capacità di infettare cellule di specie diverse da quella di cui in origine erano parassiti.

Nel caso del coronavirus SARS-CoV-2, il focolaio dell'infezione sembra essere stato il mercato del pesce di Wuhan. Al mercato di Wuhan non c'erano pipistrelli in vendita e questo suggerisce che nel passaggio alla specie umana probabilmente sia stata coinvolta una specie intermedia. La specie intermedia non è stata an-

cora individuata con certezza: alcuni studi preliminari hanno indicato una certa somiglianza tra il virus SARS-CoV-2 e un coronavirus presente nel pangolino, un mammifero usato nella medicina tradizionale cinese. Tale ritrovamento, però, non è ritenuto una prova sufficiente.

Una prova più sicura si avrebbe se si trovasse un virus identico al SARS-CoV-2 in una specie selvatica. In realtà, anche questo ritrovamento potrebbe lasciare dei dubbi sulla natura dell'ospite intermedio, dato che qualsiasi specie potrebbe comunque a sua volta essere stata infettata dagli esseri umani.

Il mercato di animali vivi è un luogo dove le infezioni possono moltiplicarsi e il salto di specie può essere favorito da diversi fattori: la presenza di un alto numero di persone, la vicinanza con animali selvatici e la manipolazione di animali vivi. Per limitare l'insorgenza di future epidemie, le autorità sanitarie cinesi stanno cercando di impedire alcune pratiche rischiose, come la macellazione di animali selvatici e il consumo di carne cruda.

### SALTO DI SPECIE



Rudmer Zwerver/Shutterstock



Narupon Nimpaiboon/Shutterstock

I pipistrelli sono gli animali «serbatoio» dei coronavirus. Dai pipistrelli il coronavirus può passare agli esseri umani transitando attraverso specie intermedie.

Nonostante il nome italiano faccia pensare a un uccello, la civetta delle palme (*Paguma larvata*) è un mammifero che vive sugli alberi delle foreste tropicali asiatiche. È lunga circa un metro e pesa intorno ai 5 kg. La civetta delle palme è la specie intermedia dalla quale è transitato il coronavirus della SARS nel suo passaggio dai pipistrelli agli esseri umani.

### SALTO DI SPECIE



Sandra Eminger/Alamy/IPA

Il commercio di specie selvatiche e la presenza nei mercati di animali vivi può causare il diretto contatto tra gli esseri umani e gli animali che ospitano i virus. Ciò favorisce il **salto di specie**, cioè il passaggio del virus da una specie a un'altra e in particolare verso gli esseri umani.

Combattere i virus è difficile: i virus infatti sono parassiti molto efficaci, che spesso si trasmettono con grande facilità da un individuo all'altro. Per evitare la propagazione è indispensabile adottare alcune **misure di sicurezza**, che dipendono dal tipo di virus e dal modo in cui si trasmette. Inoltre, nel caso di infezioni respiratorie particolarmente gravi, come l'epidemia di Covid-19, è importante individuare e isolare le persone infette e asintomatiche, in modo che non possano contagiare inconsapevolmente gli altri.

Questo è possibile facendo un **tampone faringeo**, un prelievo di muco che è successivamente analizzato.

L'arma più efficace contro le malattie virali è l'immunità che si ottiene grazie ai **vaccini**: per i virus nuovi, come il coronavirus SARS-CoV-2, il vaccino non è però disponibile ed è dunque necessario che sia prodotto nel più breve tempo possibile.

Infine, negli ultimi decenni la ricerca scientifica ha fatto molti passi avanti anche nella produzione di **farmaci antivirali**.

## 1 Le misure di contenimento della diffusione del SARS-CoV-2

Per interrompere il passaggio di virus da una persona all'altra, è importante conoscere alcune delle sue caratteristiche biologiche, come la modalità di trasmissione e il tempo di sopravvivenza al di fuori dell'organismo.

Tutti i virus, per propagarsi, hanno bisogno di un organismo in cui riprodursi. Questo non significa, però, che le particelle virali non siano in grado di sopravvivere anche quando sono rilasciate nell'ambiente, per esempio con uno starnuto o un colpo di tosse. Il periodo di sopravvivenza sui diversi tipi di superficie dipende dal tipo di virus e dalle condizioni ambientali. Nel caso del coronavirus SARS-CoV-2 una risposta definitiva non è ancora disponibile: un primo studio sembra indicare che il virus possa sopravvivere fino a 3 ore nelle goccioline (*droplet*) emesse con lo starnuto o i colpi di tosse o nell'aerosol emesso quando si parla o si espira, circa un giorno sulle superfici di cartone e più giorni sulla plastica e sull'acciaio inossidabile.

Tuttavia, come molti altri virus, anche i coronavirus sono sensibili all'azione del sapone e dei disinfettanti a base di alcol (etanolo) o di ipoclorito di sodio (contenuto, per esempio, nella candeggina): la prima raccomandazione è quindi quella di lavarsi spesso le mani e di pulire le superfici con interventi di sanificazione mirati, come quelli previsti per i mezzi pubblici o le scuole. Per contenere la diffusione

di un virus che si trasmette per via aerea, la misura più efficace rimane quella del **distanziamento sociale**: una distanza di almeno un metro dovrebbe essere sufficiente per evitare che il virus possa trasmettersi da un individuo all'altro. Questo è il motivo per cui, di fronte alla minaccia del nuovo coronavirus, molti paesi (compresa l'Italia) hanno deciso di chiu-

dere le scuole e limitare gli spostamenti, in modo da evitare gli assembramenti di persone nei luoghi chiusi o sui mezzi pubblici. Oltre a proteggere le fasce della popolazione più a rischio, il rispetto di queste indicazioni ha l'obiettivo di ridurre la pressione sul sistema sanitario e di limitare i rischi per medici, infermieri e tutti coloro che lavorano negli ospedali.

### ALCUNE RACCOMANDAZIONI DEL MINISTERO DELLA SALUTE PER L'IGIENE E LA PREVENZIONE DELLE MALATTIE VIRALI RESPIRATORIE



restare informati sulla diffusione dell'epidemia da fonti ufficiali



usare la mascherina se si sospetta di essere malati o se si presta assistenza a persone malate



lavarsi spesso le mani



evitare l'uso comune di bottiglie e bicchieri



evitare il contatto ravvicinato con persone che soffrono di infezioni respiratorie acute



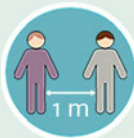
pulire le superfici e gli accessori, come il cellulare, con disinfettanti a base di cloro o alcol



evitare abbracci, baci e strette di mano



non toccarsi occhi, naso e bocca con le mani



mantenere, nei contatti sociali, una distanza di almeno un metro dalle altre persone



coprirsi bocca e naso se si starnutisce o tossisce: starnutire e/o tossire in un fazzoletto o nella piega del gomito evitando il contatto delle mani con le secrezioni respiratorie



## 2 Il tampone faringeo

Le misure di contenimento sono fondamentali per arginare l'infezione, ma per estinguerla davvero è indispensabile testare il maggior numero di persone possibile e isolare quelle infette. Per dimostrare che una persona è stata contagiata dal virus SARS-CoV-2 è necessario eseguire un **tampone faringeo**. Questa procedura consiste nel prelevare dalla gola o dal naso,

con l'aiuto di un tampone di cotone attaccato a un bastoncino (una sorta di lungo *cotton fioc*), un campione di muco da inviare in laboratorio. Qui il campione viene analizzato, anche grazie alla tecnica della PCR, per individuare l'eventuale presenza dell'RNA virale. Se la persona testata è positiva significa che è infetta dal virus.



insidefoto srl/Alamy/IPA

## 3 I vaccini

Le vaccinazioni sono uno strumento di controllo formidabile ed essenziale delle malattie virali classiche, come la poliomielite, il vaiolo, la rosolia, il morbillo, l'epatite B, la rabbia.

Il **vaccino** stimola il nostro sistema immunitario e permette di rendere gli individui vaccinati immuni alla malattia. In questo modo il virus non può trasmettersi a tutti gli individui di una popolazione (ma solo a quelli non vaccinati) e quindi scomparire o si trasmette tra un numero ridotto di persone. Quando ciò accade, si dice che la popolazione ha acquisito un'«immunità di gregge».

Purtroppo non è facile costruire vaccini contro virus emergenti e che cambiano in fretta. Per esempio, alla fine del 2019, quando il virus SARS-CoV-2 ha iniziato a circolare in Cina, non erano disponibili vaccini contro nessuno dei coronavirus che infettano gli esseri umani.

Con la pandemia di COVID-19, la necessità di sviluppare un vaccino contro il coronavirus è ritornata in cima alla lista delle priorità di molti paesi. Purtroppo i tempi di sperimentazione per i vaccini sono piuttosto lunghi, perché i test clinici necessari a valutare la sicurezza e l'efficacia di un vaccino (così come di qualsiasi altro farmaco) richiedono tempo.



Syda Productions/Shutterstock

La sperimentazione del primo vaccino contro il coronavirus responsabile della pandemia di COVID-19 è stata avviata negli Stati Uniti nel marzo 2020.

## 4 I farmaci antivirali

La pandemia di COVID-19 è stata particolarmente difficile da gestire per la mancanza di un vaccino e di farmaci specifici, ma negli anni la ricerca scientifica ha fatto molti passi avanti nella messa a punto di **farmaci antivirali** con cui oggi si curano alcune malattie virali un tempo incurabili.

Per bloccare l'infezione, un farmaco antivirale può intervenire in uno qualsiasi dei passaggi che consentono al virus di infettare la cellula e di replicarsi al suo interno. Esistono diversi tipi di farmaci con vari meccanismi di azione: per esempio, alcuni farmaci inibiscono il legame che si crea tra le proteine del virus e quelle sulla superficie della cellula; altri farmaci interferiscono con il meccanismo che permette l'ingresso del virus nella cellula e quindi l'inizio dell'infezione; altri ancora si legano alle proteine del virus all'interno della cellula e ne impediscono la sua replicazione.

I primi farmaci antivirali sono stati scoperti provando a caso migliaia di diversi composti chimici, fino a trovare quello che funzionava. La tecnologia più recente permette invece di progettare al computer molecole su misura in grado di bloccare la funzione di una particolare molecola virale. Terminato il processo di progettazione, i chimici cercheranno di produrre in laboratorio il principio attivo. Se avranno successo, la sostanza sarà provata prima in laboratorio e poi sugli esseri umani. In genere, dall'inizio della progettazione all'introduzione sul mercato di un nuovo farmaco antivirale passano, mediamente, dieci anni.



For submit/Alamy/IPA

Nonostante i miglioramenti, i farmaci antivirali oggi disponibili sono pochi: ci sono circa 20 farmaci approvati contro il virus HIV (responsabile dell'AIDS), solo 4 contro i virus influenzali, 5 contro gli *Herpesvirus* e 7 contro virus responsabili di due forme di epatite virale.

L'**influenza** è un'infezione virale che colpisce soprattutto naso, gola e bronchi, e meno spesso i polmoni. L'infezione dura generalmente una settimana ed è caratterizzata da picchi di febbre alta, dolori muscolari, mal di testa, tosse, mal di gola e perdita di muco dal naso. Nella maggior parte dei casi la guarigione avviene spontaneamente dopo alcuni giorni, senza l'intervento del medico o senza assumere farmaci specifici, con le sole accortezze di rimanere al caldo e al riposo e di reintegrare i liquidi persi. Tuttavia,

l'influenza può causare conseguenze anche gravi nelle cosiddette «categorie a rischio», come i neonati, i bambini, gli adulti sopra i 65 anni e gli individui affetti da altre patologie (per esempio malattie dell'apparato respiratorio o deficit del sistema immunitario).

Ogni anno è possibile vaccinarsi contro l'influenza stagionale: il **vaccino** è consigliato alle persone che potrebbero subire gravi conseguenze dall'infezione, come quelle che fanno parte delle categorie a rischio.

## 1 I virus influenzali

I virus responsabili dell'influenza sono **virus a RNA**: ne esistono tre tipi, distinti dalle lettere A, B e C. I virus A sono i più comuni e diffusi e sono anche quelli che causano i sintomi più gravi; sono ulteriormente suddivisi in sottotipi, a seconda delle differenti glicoproteine (molecole formate da una proteina e uno zucchero) che si trovano sul capsido che racchiude il genoma virale.

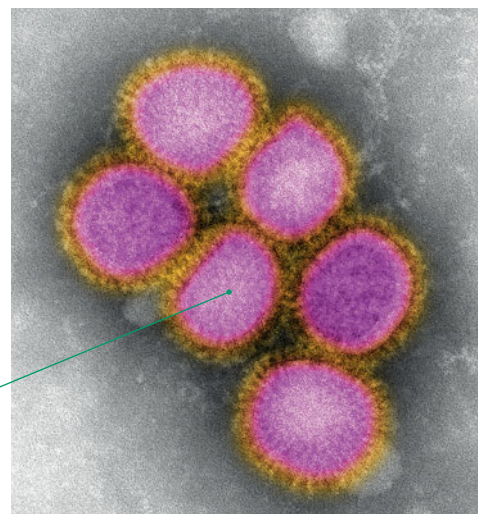
Alcune di queste glicoproteine sono *neuraminidasi* (contraddistinte dalla lettera N), altre sono *emoagglutinine* (indicate dalla lettera H). Le glicoproteine possono combinarsi in modo assortito: per esempio, il virus dell'influenza aviaria di cui si è sentito parlare nel 2005 è un virus H5N1, mentre il virus dell'influenza suina (o messicana) del 2009 è un virus H1N1. Queste glicoproteine sono molto importanti perché sono le molecole che permettono al virus di entrare e uscire dalla cellula ospite.

Il virus dell'influenza ha la massima diffusione quando la temperatura dell'aria è tra i 30 °C e i 35 °C. Nonostante questo è molto più comune ammalarsi in inverno piuttosto che in estate. La ragione è che i luoghi ideali per la diffusione del virus sono gli ambienti chiusi, riscaldati, molto affollati e con poco ricambio d'aria, come i mezzi pubblici, le aule scolastiche, i centri commerciali e le palestre. In inverno si passa molto più tempo in questi luoghi e la trasmissione virale da un individuo all'al-

tro avviene con frequenza maggiore rispetto all'estate, quando invece la trasmissione è ridotta dal fatto che passiamo più tempo all'aria aperta.

Inoltre, gli scienziati ritengono che l'aria fredda e povera di umidità, tipica dell'inverno, faccia seccare le nostre mucose nasali, indebolendo in questo modo le nostre difese e favorendo l'infezione virale.

Esistono molte varianti dei virus influenzali di tipo A che causano forme influenzali pandemiche negli animali e negli esseri umani. Qui un virus A al microscopio elettronico.



Scott Camazine/Alamy Stock Photo



Collin Quinn Lomax/Shutterstock

Alcuni medici ipotizzano che una delle ragioni per cui ci si ammala di influenza soprattutto in inverno abbia a che fare con la **vitamina D**. La produzione di questa vitamina, che rinforza il sistema immunitario, è stimolata dall'azione del Sole sulla pelle. Durante l'estate il Sole non manca e quindi la vitamina D è abbondante; durante l'inverno, invece, essa è prodotta in quantità minore e ciò ci renderebbe più vulnerabili alle infezioni influenzali.



## 2 Il vaccino contro l'influenza

La ricorrenza annuale dell'influenza potrebbe farci pensare che basti vaccinarsi una volta sola per rimanere protetti a lungo. Purtroppo non è così, perché l'immunità conseguente alla vaccinazione anti-influenzale dura infatti solo 6-8 mesi, e non basta dunque a proteggerci per due stagioni consecutive. Inoltre, da una stagione influenzale all'altra, il virus non è esattamente identico a quello della stagione precedente perché, mentre si replica nelle cellule ospiti, il suo RNA muta rapidamente per errori nella copiatura della sequenza di nucleotidi; queste mutazioni rendono necessario vaccinarsi di nuovo.

La buona notizia però è che si può arrivare «preparati» all'ondata stagionale di influenza; le stagioni, e quindi l'inverno, cadono in periodi diversi nell'emisfero australe rispetto a quello boreale, dandoci così l'opportunità di conoscere in an-

ticipo le varianti virali in circolazione. Infatti, i virus che causano l'epidemia a Sud dell'Equatore (dove è inverno quando da noi è estate) saranno con buona probabilità quelli che colpiranno l'emisfero Nord nel nostro periodo invernale.

L'identificazione dei virus influenzali circolanti è operata da una rete di laboratori-sentinella in tutto il mondo. I dati raccolti sono poi inviati all'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) che pubblica le raccomandazioni riguardo alla composizione dei vaccini. Di solito, la composizione vaccinale per la stagione influenzale nell'emisfero Nord è stabilita dall'OMS nel mese di febbraio in vista dell'inverno seguente, mentre quella per l'emisfero Sud nel mese di settembre. L'OMS provvede anche a fornire ai produttori di vaccini i ceppi virali di riferimento, in modo da garantire un'identica composizione per tutti i vaccini prodotti da ditte diverse.

In questo modo c'è tutto il tempo per procedere alla preparazione del nuovo vaccino, poiché la stagione influenzale alle nostre latitudini raggiunge la massima intensità tra dicembre e febbraio dell'anno dopo: dal febbraio precedente a ottobre (quando comincia la campagna di vaccinazione), ci sono quindi circa 7-8 mesi per essere pronti.



In Italia, per la nostra situazione climatica e per l'andamento mostrato dalle epidemie influenzali, il periodo per le campagne di vaccinazione antinfluenzale va dalla metà di ottobre fino a fine dicembre.

## 3 Lo studio delle epidemie e delle pandemie

Le epidemie annuali di influenza e le pandemie sono oggetto di studio dell'**epidemiologia**, la disciplina della medicina che studia la distribuzione delle malattie o di altri eventi sanitari in una popolazione (per esempio le morti, gli infortuni, le risposte ai farmaci o ai vaccini) e ne indaga le cause o i fattori che ne modificano la frequenza.

L'epidemiologia permette di studiare lo stato di salute delle popolazioni e di capire che cosa lo determini; inoltre, offre alla sanità pubblica gli strumenti per programmare gli interventi più idonei e rappresenta un pilastro dell'**igiene**, la disciplina che ha l'obiettivo di promuovere e conservare la salute individuale e collettiva attraverso la prevenzione delle malattie.

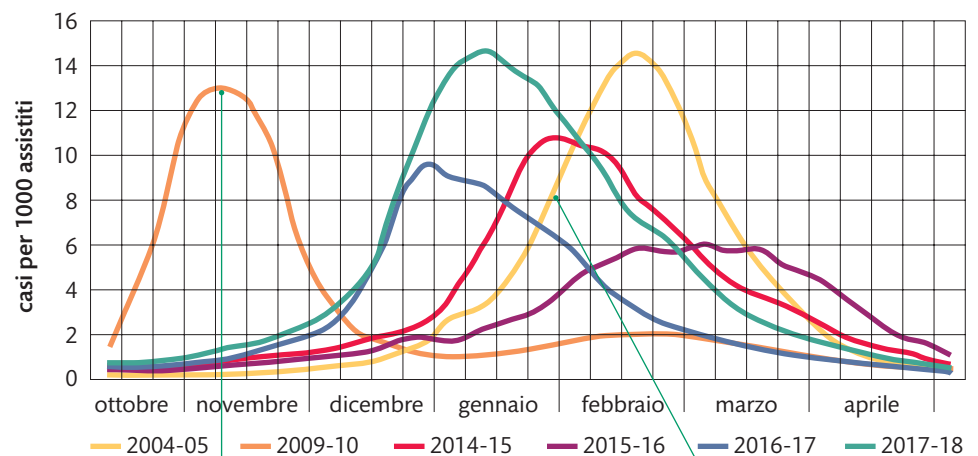
Per comprendere come un'epidemia emerge e si diffonde è importante ricostruire la **catena di contagio**. In questo modo si conoscono alcuni aspetti chiave: la *modalità di trasmissione* dell'infezione; il *periodo di incubazione*, cioè il periodo di tempo che intercorre fra il contagio e lo sviluppo dei sintomi; la *contagiosità*,

cioè la capacità dell'agente patogeno di trasmettersi da un ospite a un altro.

È quindi fondamentale monitorare l'andamento dell'epidemia con un'analisi temporale (**curva epidemica**), spaziale (distribuzione geografica) e delle caratteristi-

che personali dei casi (gruppo di età, sesso, occupazione). La forma della curva epidemica fornisce importanti informazioni sulle possibili modalità di trasmissione della malattia.

In questo grafico sono rappresentate le **curve epidemiche** dell'influenza registrate in alcune stagioni invernali: il numero di casi nel tempo mostra un andamento abbastanza simile in anni diversi. Ciò che invece varia da un anno all'altro sono il numero di casi e il momento in cui la malattia raggiunge l'apice della diffusione.



Nella stagione 2009-2010 l'influenza ha avuto uno sviluppo insolito: il picco nel numero di casi si è verificato in novembre, in anticipo rispetto agli altri anni. L'epidemia ha poi mostrato una leggera ripresa nel mese di febbraio.

L'inclinazione della curva epidemica rappresenta un dato molto importante: quanto più è verticale, tanto più la malattia è contagiosa e si diffonde facilmente.

# 6

## Il rapporto tra l'ambiente e le pandemie virali

A seguito dell'emergenza dovuta alla diffusione del SARS-CoV-2, gli scienziati si sono concentrati sullo studio della relazione tra l'**ambiente** in cui viviamo e le **pandemie di origine virale**. Sono così emerse alcune ipotesi che, se confermate, ci potrebbero aiutare a capire come prevenire la prossima epidemia e potrebbero aiutare anche a far ripartire l'economia, che ha subito danni enor-

mi a causa della pandemia.

La collaborazione tra virologi, ecologi e climatologi ha dimostrato, già da alcuni anni, che un utilizzo intensivo e non sostenibile del territorio aumenta il pericolo di diffusione delle **zoonosi**, cioè delle malattie che sono trasmesse agli esseri umani da altre specie animali.

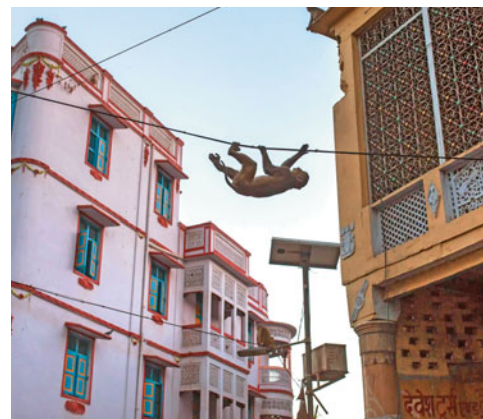
### 1 Molti virus provengono da animali selvatici

Le popolazioni di animali selvatici sono spesso un «serbatoio» di virus e batteri con i quali queste popolazioni hanno imparato a convivere, dato che nel tempo il loro sistema immunitario ha sviluppato l'immunità a questi agenti di malattia.

La deforestazione delle aree tropicali e la rapida diffusione delle attività umane (come l'agricoltura, l'estrazione di minerali, l'allevamento, l'urbanizzazione) in territori prima dominati dagli alberi e dalle specie animali a loro legate, aumentano le

probabilità di contatto tra gli esseri umani e le popolazioni di animali «serbatoio».

La distruzione o il degrado dell'habitat forestale di una specie può, per esempio, spingere le specie selvatiche ad avvicinarsi alle città, frequentando parchi e giardini come «sostituti» dell'habitat naturale ormai perduto. È quello che si è verificato in Costa d'Avorio, Repubblica Democratica del Congo e Gabon per il virus Ebola, del quale sono stati vettori pipistrelli e scimpanzé spinti a frequentare le aree urbane in seguito alla perdita del loro habitat naturale.



Alaksandr Mazurkevich/Alamy Stock Photo

La deforestazione produce un aumento dei contatti tra gli esseri umani e gli animali selvatici.

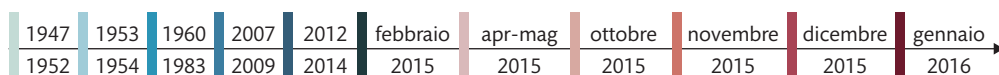
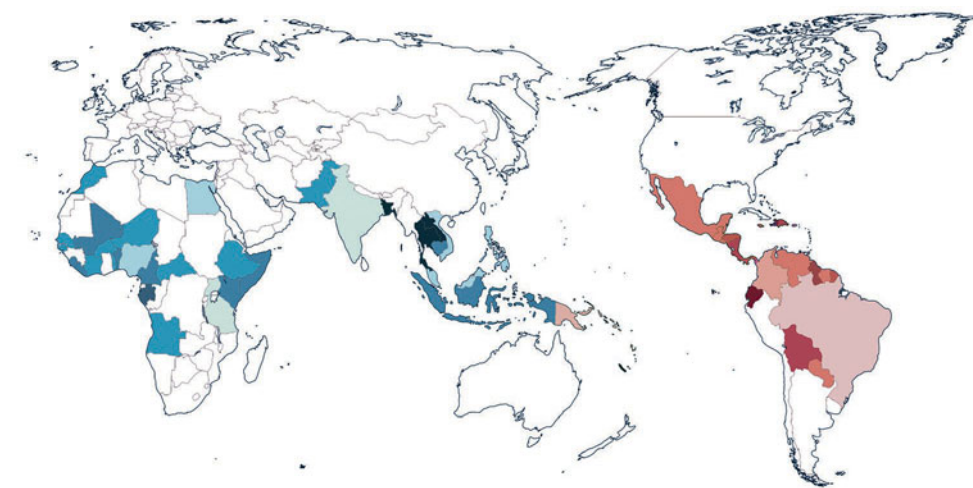
### 2 Il legame tra le pandemie e i cambiamenti climatici

Il rapporto tra i cambiamenti climatici registrati sul nostro pianeta negli ultimi decenni e la diffusione dei virus è stato dimostrato in modo inequivocabile. Il riscaldamento globale per esempio favorisce la diffusione di virus, e in alcuni casi anche di batteri, in territori precedentemente non interessati dalla loro presenza: è il caso del virus Zika, un virus a RNA che causa una febbre, generalmente di lieve entità. Questo virus è trasmesso agli esseri umani da una zanzara del genere *Aedes* il cui habitat, un tempo limitato alla fascia intertropicale, si sta velocemente espandendo verso nord a causa dell'aumento delle temperature e dell'umidità atmosferica.

Inoltre, alcuni biologi ritengono che lo scioglimento dei ghiacciai e del permafrost (lo strato di terreno perennemente

gelato presente alle alte latitudini) conseguente al riscaldamento globale, potrebbe

portare in circolazione antichi virus oggi sconosciuti.



Questa cartina mostra la distribuzione delle epidemie di Zika dal 1947 al 2016. Gli scienziati ritengono che il riscaldamento climatico nei prossimi anni favorirà la diffusione delle zanzare del genere *Aedes* che trasmettono il virus e che di conseguenza le epidemie di Zika aumenteranno.



### 3 Diffusione del virus SARS-CoV-2 e qualità dell'aria

Alcuni studi scientifici stanno indagando un possibile ruolo dell'inquinamento dell'aria nell'aumentare la vulnerabilità della popolazione umana alla malattia COVID-19. Diversi studi nel mondo dimostrano che l'elevata concentrazione di inquinanti atmosferici provoca un aumento delle malattie respiratorie. Quindi è plausibile ipotizzare che la continua esposizione a elevati livelli di inquinamento possa rendere l'organismo meno pronto a

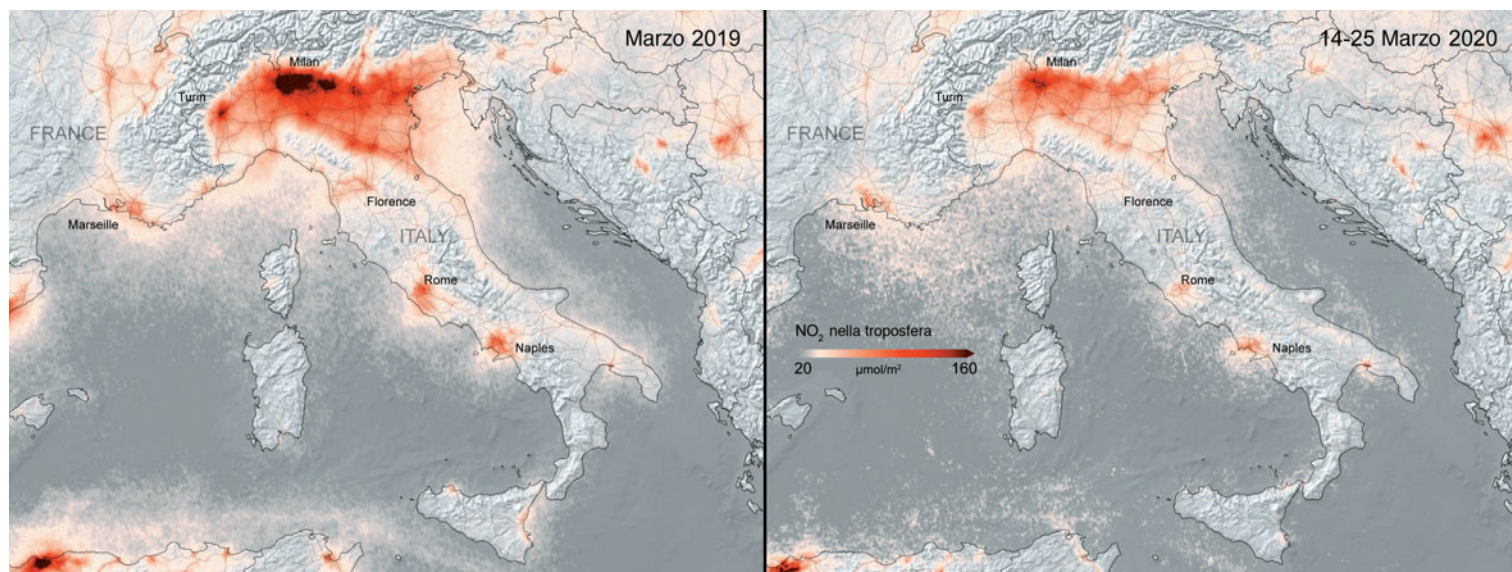
rispondere all'infezione.

Uno studio condotto su oltre tremila contee americane sembra provare un ruolo del PM 2.5 (cioè della quantità di particelle inquinanti presenti nell'aria con un diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$ ) nell'aumentare la mortalità da COVID-19.

Secondo i più recenti dati, l'Italia si colloca attualmente al secondo posto in Europa per decessi dovuti ad un elevato tasso da PM 2.5: durante la pandemia del 2020 si è verificato un rapido aumento dei decessi in alcune zone fortemente industria-

lizzate (come quelle di Bergamo e Brescia), pertanto l'ipotesi che l'inquinamento atmosferico determini un aumento della mortalità sembra plausibile alla luce dei dati del nostro Paese.

Paradossalmente, però, la quarantena avrebbe provocato un temporaneo miglioramento della qualità dell'aria a seguito dell'interruzione del traffico e delle attività industriali, come illustrano le due figure seguenti.



Nella Pianura Padana uno dei primi effetti della quarantena a seguito dell'epidemia del SARS-CoV-2 è stata la riduzione della presenza in aria di ossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), uno degli inquinanti più pericolosi, capace di irritare il nostro apparato respiratorio, provocare bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare. Le cartine mostrano la concentrazione di  $\text{NO}_2$  nell'aria nello stesso periodo del 2019 e del 2020.



Roger Coulam/Alamy Foto Stock

Secondo alcuni studi, in Italia, circa il 75% delle emissioni di PM 2.5 deriva dagli impianti di riscaldamento nel settore civile (commerciale, istituzionale e residenziale); circa il 15% è da imputare al settore dei trasporti, soprattutto stradali, e il restante 10% è causato dalle attività industriali.

## 7

# HIV, Ebola e altri virus che infettano gli esseri umani

Oltre al virus Sars-CoV-2 e a quelli responsabili dell'influenza stagionale di cui abbiamo già parlato, ci sono altri virus che causano epidemie nella popolazione umana. Tra questi quelli di cui più spesso si sente parlare sono il **virus HIV**, che causa la malattia

chiamata AIDS, il virus **Ebola**, responsabile di una malattia molto grave che ha lo stesso nome, il **papillomavirus HPV**, che può determinare lo sviluppo del tumore all'utero nelle donne, e la famiglia dei **virus dell'herpes**.

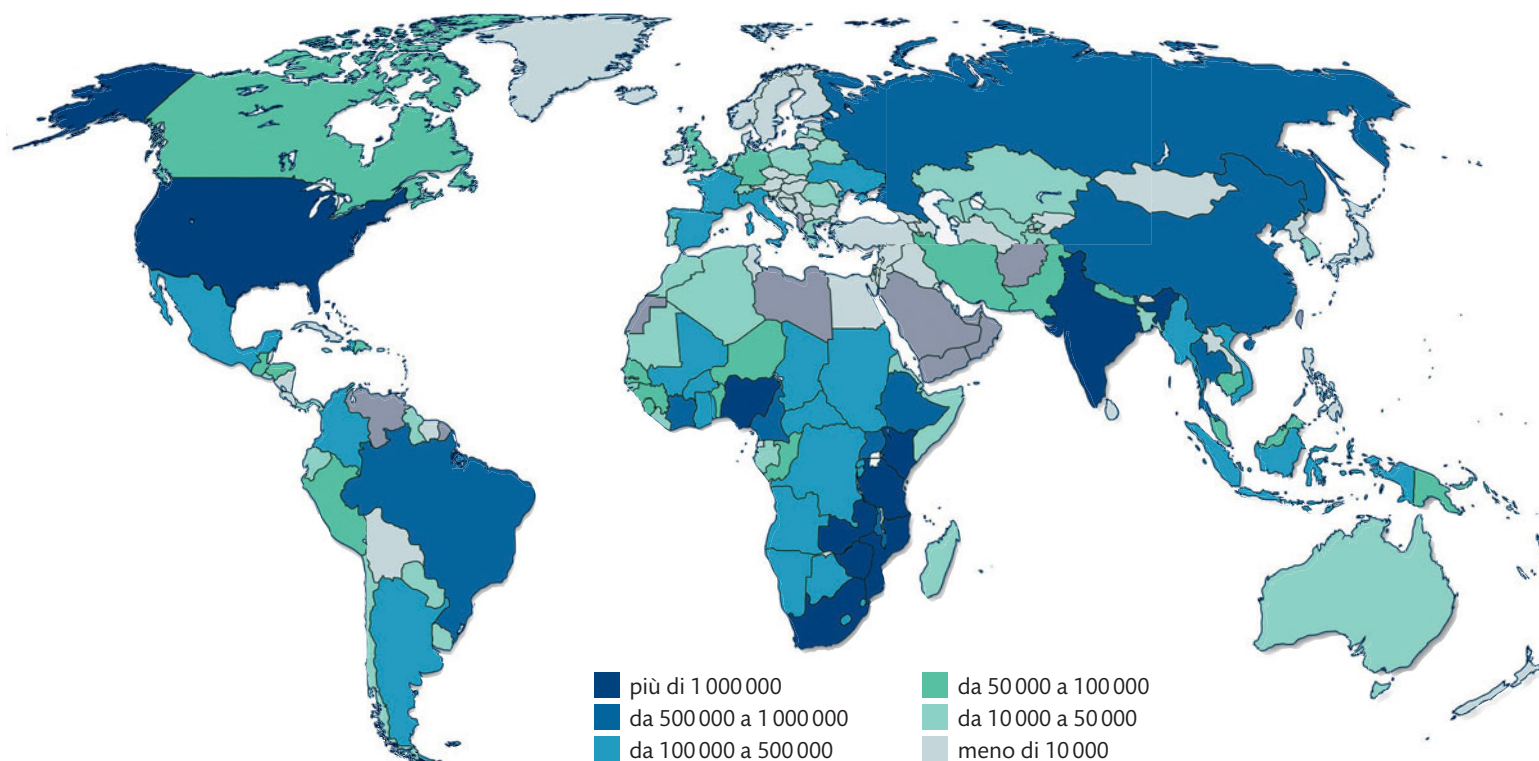
## 1 Il virus HIV provoca l'AIDS

Il **virus HIV** (una sigla che deriva delle iniziali di *Human Immunodeficiency Virus*) è un **virus a RNA** che attacca le cellule del sistema immunitario, impedendone il corretto funzionamento e rendendo l'individuo facilmente soggetto a infezioni da parte di batteri, funghi e altri virus. Per questa ragione la malattia provocata dal virus HIV si chiama AIDS, cioè *sindrome da immuno-deficienza acquisita*.

Il virus HIV si trasmette attraverso il contatto con il sangue o con fluidi corporei (come lo sperma). Quando un indivi-

duo entra in contatto con il virus, spesso non sviluppa sintomi evidenti, perché il sistema immunitario reagisce con prontezza e tiene sotto controllo l'infezione. Tuttavia, il virus non viene eliminato, ma continua a replicarsi. Si stima che un individuo infetto da HIV produca 10 miliardi di particelle virali al giorno; queste sono distrutte dal sistema immunitario ma, sin dall'inizio dell'infezione, il virus annienta un gran numero di globuli bianchi, le nostre cellule di difesa. I primi sintomi appaiono non appena la quantità di globuli bianchi uccisi è tale da compromettere la

capacità dell'organismo di rispondere alle infezioni. Il tempo necessario perché dalla fase asintomatica (senza sintomi) si passi alla malattia è assai variabile: per individui in buona salute, in media passano da 2 a 5 anni. Poi il declino del sistema immunitario è irreversibile e il paziente, in assenza di farmaci, morirebbe rapidamente per effetto delle infezioni dalle quali il corpo non può difendersi. Tuttavia, anche se contro l'HIV non esiste un vaccino, ci sono dei farmaci in grado di ridurre la carica virale nel paziente anche per decenni, allungandone molto la speranza di vita.



L'AIDS è considerata la «peste del XX secolo» dato che ha provocato oltre 20 milioni di morti soltanto negli ultimi dieci anni e almeno 35 milioni di persone infette nel mondo. In questa mappa è riportato il numero stimato di contagiati per ogni nazione.



## 2 Che cos'è Ebola?

**Ebola** è un **virus a RNA** che colpisce le popolazioni di gorilla di pianura e scimpanzé dell'Africa centrale, ma può infettare anche altri mammiferi come le antilopi e tre specie di pipistrelli e, occasionalmente, gli esseri umani. I pipistrelli non manifestano i sintomi e sono quindi ritenuti possibili serbatoi. La trasmissione di Ebola dagli animali all'essere umano avviene attraverso il contatto con la carne di animali infetti o con gli escrementi dei pipistrelli. I sintomi compaiono da pochi giorni a tre settimane dopo il contagio e consistono in febbre alta, forte emicrania, intensi dolori muscolari, nausea, diarrea e vomito.

La trasmissione tra gli esseri umani avviene esclusivamente attraverso il contatto con i fluidi corporei come il sangue, la saliva o lo sperma di persone infette che manifestano già i sintomi della malattia.

Il nostro corpo reagisce al virus con una violenta risposta infiammatoria che causa la distruzione dei vasi sanguigni e provoca gravi emorragie, nella maggior parte dei casi letali. Proprio a causa della sua estrema letalità, pur avendo dato origine dal 1976 (anno della sua scoperta) a diversi focolai, le epidemie di Ebola sono rimaste limitate in termini di numero di contagi e regioni colpite. Contro Ebola non esistono cure o vaccini, se non in fase sperimentale.



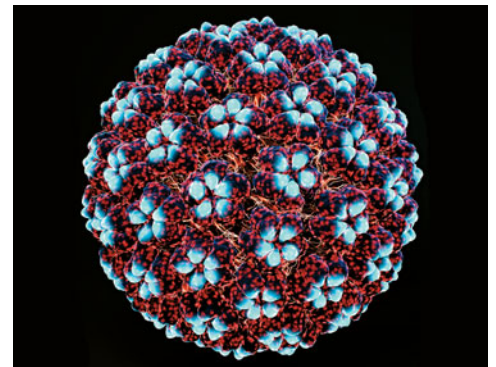
Un'immagine al microscopio elettronico del virus Ebola. Esso appartiene alla famiglia dei *filovirus*, così chiamati per l'aspetto filamentoso delle particelle virali.

National Institutes Of Health / Science Photo Library

## 3 Il papillomavirus è responsabile di alcuni tumori

Il **papillomavirus** (HPV, da *Human Papilloma Virus*) è un **virus a DNA** a doppio filamento con un piccolo diametro (circa 50 nm) e un DNA formato da 8000 coppie di nucleotidi. Esistono molti tipi diversi di papillomavirus e si stima che il 75% della popolazione entri in contatto con uno di questi virus almeno una volta nella vita. La fonte principale dell'infezione è il rapporto sessuale, ma la trasmissione può avvenire, anche se raramente, attraverso in-

dumenti, asciugamani, servizi igienici o nel parto dalla madre al neonato. La maggior parte dei papillomavirus causa malattie non gravi sia a livello della pelle sia delle mucose, ma l'HPV può portare alla formazione di tumori, in particolare del cancro all'utero, che dopo il cancro al seno è il tipo di tumore più frequente nelle donne. Negli ultimi anni è stato sviluppato un vaccino che previene l'infezione da HPV: dal 2006, in Italia, la vaccinazione è raccomandata e gratuita per tutte le ragazze nel dodicesimo anno di età.



Una ricostruzione al computer del virus HPV. Il capside è composto da 72 unità proteiche organizzate in struttura icosaedrica.

306/Shutterstock

## 4 Gli Herpesvirus provocano diverse malattie

La **famiglia degli Herpesvirus** comprende alcuni **virus a DNA** (chiamati HHV, da *Human Herpes Virus*) che provocano malattie più o meno gravi. Una caratteristica comune a tutti gli Herpesvirus è che vanno incontro a un ciclo di tipo lisogeno; quindi, dopo essersi manifestati, rimangono all'interno del corpo umano in forma latente per tutta la vita dell'individuo. In alcuni casi le infezioni possono occasionalmente riattivarsi e tornare a dare disturbi: per esempio il fuoco di Sant'Antonio è un'inflammatione della pelle molto dolorosa provocata dal riattivarsi del virus della varicella.

| Sigla del virus | Nome                        | Malattie provocate                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HHV-1           | Herpes simplex di tipo 1    | Comparsa di piccole vesciche soprattutto intorno alle labbra, più raramente nelle zone dei genitali.                                                                                                                                            |
| HHV-2           | Herpes simplex di tipo 2    | Comparsa di piccole vesciche, soprattutto nella zona dei genitali.                                                                                                                                                                              |
| HHV-3           | Virus varicella-zoster      | La <i>varicella</i> è una malattia che provoca febbre, mal di testa ed è riconoscibile per la comparsa di puntini rossi che si trasformano in vesciche e danno prurito. Lo stesso virus è anche responsabile del <i>fuoco di Sant'Antonio</i> . |
| HHV-4           | Virus di Epstein-Barr       | La <i>mononucleosi</i> è una malattia che colpisce soprattutto gli adolescenti e provoca febbre, mal di gola e che, in alcuni casi, può anche dare complicazioni gravi.                                                                         |
| HHV-5           | Citomegalovirus             | Può dare alcune forme di <i>mononucleosi</i> ma nella maggior parte dei casi non produce sintomi.                                                                                                                                               |
| HHV-6           | Herpesvirus Umano 6         | Questo virus determina la <i>sesta malattia</i> , una malattia che si manifesta quasi esclusivamente nei primi due anni di età e provoca febbre, mal di gola, malessere ed eruzioni cutanee.                                                    |
| HHV-7           | Herpesvirus Umano 7         | <i>Sesta malattia</i> , non distinguibile da quella causata da HHV-6                                                                                                                                                                            |
| HHV-8           | Virus del sarcoma di Kaposi | Il <i>sarcoma di Kaposi</i> è una forma di cancro molto rara che dà origine a macchie violacee sulla pelle e nelle mucose della bocca.                                                                                                          |

# ESERCIZI per il ripasso

## PARAGRAFO 1

1. Completa con i termini corretti.  
I virus non sono costituiti da ..... e per creare copie di se stessi, cioè per potersi ....., devono entrare in una cellula ..... : per questa ragione sono ..... intracellulari obbligati.
2. Un virione presenta dimensioni cento volte più piccole di un millimetro.  
Vero o falso? Motiva la risposta.

## PARAGRAFO 2

3. I retrovirus contengono al loro interno l'enzima trascrittasi inversa.  
Vero o falso? Motiva la risposta.

## PARAGRAFO 3

4. A quale tipo di virus appartiene il virus che ha causato la pandemia di COVID-19?
- ☐ A Ai coronavirus, un gruppo di virus a DNA.  
☐ B Ai coronavirus, un gruppo di virus a RNA.  
☐ C Ai batteriofagi, un gruppo di virus a DNA.  
☐ D Ai batteriofagi, un gruppo di virus a RNA.

## PARAGRAFO 4

5. Per quanto tempo il SARS-CoV-2 sembra poter sopravvivere nelle goccioline?
- ☐ A Fino a 3 ore.  
☐ B Fino a 12 ore.  
☐ C Fino a 24 ore.  
☐ D Fino a 3-4 giorni.
6. Lavarsi le mani serve a poco per proteggersi dal coronavirus dato che questo non è sensibile al sapone.  
Vero o falso? Motiva la risposta.

## PARAGRAFO 5

7. Nella maggior parte dei casi l'influenza è una malattia che guarisce in circa una settimana senza bisogno di farmaci. ☐ V ☐ F
8. Il virus responsabile dell'influenza è un virus a DNA. ☐ V ☐ F
9. Il vaccino anti-influenzale va fatto una sola volta nella vita. ☐ V ☐ F
10. La curva epidemica fornisce importanti informazioni su come si trasmette una malattia. ☐ V ☐ F
11. Completa con i termini corretti.  
L'influenza è un'infezione ..... che colpisce soprattutto naso, gola e bronchi, e meno spesso i ..... . La guarigione, nella maggior parte dei casi, avviene spontaneamente se il paziente resta al ..... , riposa e reintegra i liquidi persi. Nel caso delle cosiddette "categorie a rischio", come i ..... , i bambini, gli adulti sopra i ..... anni ecc. le conseguenze possono essere più gravi.

## PARAGRAFO 6

12. Per quale ragione la distruzione degli ecosistemi naturali favorisce la diffusione di malattie virali?
- ☐ A Perché fa aumentare i cambiamenti dei virus che possono quindi diventare più pericolosi.  
☐ B Perché spinge gli animali selvatici verso gli ambienti urbani favorendo il contatto con gli esseri umani.  
☐ C Perché fa aumentare il numero di virus che circola nell'atmosfera e favorisce quindi il contagio.  
☐ D Perché fa diminuire la qualità dell'aria.
13. Completa con i termini corretti.  
Uno studio condotto su oltre tremila contee americane sembra provare un ruolo del ..... 2,5, cioè della quantità di particelle inquinanti presenti nell'aria con un ..... inferiore a 2,5 ..... , nell'aumentare la ..... da COVID-19.

## PARAGRAFO 7

14. Completa con i termini corretti.  
L'AIDS è una malattia provocata dal virus ..... , che attacca le cellule del sistema ..... impedendone il corretto funzionamento e rendendo l'individuo facilmente soggetto a ..... da parte di batteri, funghi ecc.  
È un virus a ..... che si trasmette attraverso il contatto con il ..... o con fluidi corporei (come lo sperma).

2020 VIRUS\*FASCICOLO SARACENI BIENN

ISBN 978-88-08-83294-8



9 788808 832948

1 2 3 4 5 6 7 8 9 (02L)