

Ausbreitung von COVID-19 im Körper und Ausbreitung der Pandemie

Aufgabe 1

Krankheitserreger und Infektionskrankheiten breiten sich auf unterschiedlichen Wegen aus (siehe Sachinformation „Von der Epidemie zur Pandemie“).

- a) Benenne mindestens drei Übertragungsarten von Infektionskrankheiten.
 - Kontaktinfektion, Schmierinfektion, verunreinigtes Wasser, verunreinigte Lebensmittel, Tröpfcheninfektion, Aerosole
 - Blut und Geschlechtsverkehr sind ebenfalls wichtige Übertragungswege, die aber nicht in den Sachinformationen zur Sprache kommen.
- b) Erkläre, auf welchem Weg sich Krankheitserreger besonders schnell ausbreiten.
 - Besonders schnell breiten sich Krankheitserreger über Aerosole und Tröpfcheninfektion, also über die Atemluft, aus.

Aufgabe 2

Definiere den Begriff „Inkubationszeit“.

- Inkubationszeit nennt man die Zeit von der Infektion bis zum Auftreten der ersten Krankheitssymptome. Bei SARS-CoV-2 beträgt diese z. B. vier bis sechs Tage.

Aufgabe 3

SARS-CoV-2 gehört zur Gruppe der Coronaviren und verursacht die Infektionskrankheit COVID-19. Das Virus hat sich seit Anfang 2020 weltweit sehr schnell ausgebreitet (siehe Sachinformation „Ausbreitung von Infektionen im Körper am Beispiel von COVID-19“).

- a) Beschreibe den Aufbau des SARS-CoV-2-Virus.
 - Das Virus SARS-CoV-2 gehört zur Gruppe der Coronaviren. Es besteht aus einer RNA, die im Nukleokapsid eingebettet ist. Dieser enthält die Informationen über den Aufbau und die Struktur des Virus. Die RNA und das Nukleokapsid sind umgeben von einer Hülle. Die Hülle setzt sich zusammen aus einer Lipidmembran (Fette) und einer Proteinhülle. Auf dieser Hülle hat das SARS-CoV-2 Virus eine Eiweißstruktur (Spike-Protein). An den Spike-Proteinen sitzen die Rezeptoren zum Andocken an die Wirtszellen im menschlichen Körper.
- b) Benenne die Übertragungswege des Coronavirus SARS-CoV-2.
 - SARS-CoV-2 wird vor allem durch Tröpfcheninfektion und Aerosole übertragen – z. B. beim Husten, Niesen, Atmen, Sprechen und Singen.
 - Eine Übertragung durch Schmierinfektion ist in seltenen Fällen auch möglich.
- c) Beschreibe mithilfe der Informationsgrafik „Ausbreitung von Infektionskrankheiten“, was exponentielles Wachstum bei Infektionskrankheiten bedeutet.
 - Infektionskrankheiten übertragen sich von Mensch zu Mensch. Es gibt verschiedene Übertragungswege (siehe Aufgabe 1). Eine Pandemie läuft immer nach einem ähnlichen Muster ab. Zu Beginn gibt es gesunde und infizierte Menschen. Die infizierten Menschen treffen auf gesunde Menschen und der Erreger wird übertragen. Die Anzahl der Infizierten nimmt in der Regel sehr schnell zu, da Infizierte auf viele Menschen treffen, die nicht immun sind.
 - **Beschreibung des Ausbreitungsmodells (exponentielles Wachstum):**

- Zunächst sind in einer Gruppe von 20 Personen (Informationsgrafik) zwei Personen infiziert. Es wird davon ausgegangen, dass jeder Kontakt zwischen zwei Personen zu einer Infektion führt.
- Nach der ersten Interaktion in der Gruppe haben die zwei Infizierten zwei weitere Personen angesteckt. Die Anzahl der Infizierten ist um den Faktor 2 gestiegen ($2 \times 2 = 4$).
- Zu Beginn der zweiten Kontaktrunde sind vier Personen von den 20 infiziert. Sie haben alle jeweils mit einer weiteren Person Kontakt, die sie anstecken. Nun sind acht Personen infiziert – erneutes Wachstum um den Faktor 2 ($4 \times 2 = 8$).
- In einer weiteren Kontaktrunde würden die nun acht infizierten auf acht weitere Personen treffen, die sie infizieren. Nach der dritten Interaktion wären nun bereits 16 Personen infiziert. Die Anzahl der infizierten Personen steigt mit jedem Kontakt um den Faktor 2 und verdoppelt sich.
- Es handelt sich um exponentielles Wachstum, da sich in einem definierten Zeitabschnitt (Kontaktrunden) die Anzahl um einen spezifischen Faktor (hier 2) vervielfacht.

Aufgabe 4

Um die Übertragung und Ausbreitung von Infektionskrankheiten wie COVID-19 zu verhindern, gibt es verschiedene Maßnahmen (siehe Sachinformation „Von der Epidemie zur Pandemie“).

- a) Benenne Maßnahmen, die eine Ausbreitung des SARS-CoV-2-Virus verhindern.
 - Händewaschen, Abstand, regelmäßiges Lüften, Maske tragen, Sport und gesunde Ernährung, Impfen
- b) Erkläre für eine der genannten Maßnahmen, wie sie wirkt.
 - Händewaschen: Die äußere Hülle des Virus besteht auch aus Eiweißen und Fetten. Diese sind empfindlich gegenüber Fettlösern (Seife). Das Händewaschen mit Seife zerstört die Hülle des Virus und das Spike-Protein.
 - Abstand: Der Hauptübertragungsweg von COVID-19 ist die Tröpfcheninfektion durch Aerosolpartikel in der Luft. Durch das Einhalten von größeren Abständen zu anderen Menschen verringert sich die Wahrscheinlichkeit, durch ausgeatmete Viren infiziert zu werden. Ausgeatmete oder -gehustete Viren „erreichen“ den nächsten Menschen nicht.
 - Regelmäßiges Lüften: Lüften kann die Anzahl an Aerosolpartikeln in der Luft verringern und so eine schnelle Ausbreitung und Übertragung verlangsamen/verhindern.
 - Maske tragen: Eine Maske fängt Aerosolpartikel auf, die z. B. beim Sprechen und Atmen in die Luft gelangen.
 - Sport, gesunde Ernährung: Regelmäßige Bewegung wie Sport an der frischen Luft, ausreichend Schlaf und eine gesunde, ausgewogene Ernährung können das Immunsystem stärken. Ist das Immunsystem bereits mit einer anderen Infektion oder Krankheit beschäftigt, kann es sich nicht voll und ganz auf die SARS-CoV-2-Viren konzentrieren.
 - Impfen: Durch die Impfung wird eine Immunität gegen das SARS-CoV-2-Virus aufgebaut. Die Grundimmunisierung durch Impfungen schützt zwar nicht vollständig vor einer Infektion, aber vor einem schweren Verlauf. Eine SARS-CoV-2-Infektion nach der Grundimmunisierung verläuft meistens mit nur schwachen Symptomen. Sie regt den Körper aber zur Bildung weiterer Antikörper und Gedächtniszellen an. Das Immunsystem erkennt den Erreger schneller und kann sofort auf ihn reagieren.

Aufgabe 5

- a) Erkläre den Verlauf der Krankheit COVID-19. Nimm dir bei Bedarf die Informationsgrafik „Das passiert im Körper bei einer Virusinfektion“ zur Hilfe.
- **Eindringen des Krankheitserregers:** Wenn ein SARS-CoV-2-Virus vom menschlichen Körper aufgenommen wird, z. B. eingeatmet, heften sich die SARS-CoV-2-Viren mit ihrem Spike-Protein an die Schleimhautzellen von Mund und Nase. Sie werden in die Zellen aufgenommen und vermehren sich dort. Die Schleimhautzellen geben vermehrt Schleim und für die Viren giftige Stoffe ab. Makrophagen (Fresszellen) befinden sich bereits am Infektionsort, um Krankheitserreger zu bekämpfen.
 - **Angeborenes/unspezifisches Immunsystem:** Nach dem Eindringen des Erregers wird das angeborene/unspezifische Immunsystem aktiv. Die befallenen Schleimhautzellen platzen auf, die SARS-CoV-2-Viren werden freigesetzt und von den Makrophagen vernichtet. Die Makrophagen setzen Botenstoffe frei, die die Monozyten und Granulozyten (Fresszellen) zur Unterstützung in das infizierte Gewebe locken. Das Gewebe schwollt dadurch an. Die Viren, die nicht von den Fresszellen vernichtet werden, wandern über die Atemwege in Richtung Lunge und befallen dort weitere Zellen. Noch sind keine Symptome bemerkbar (Inkubationszeit vier bis sechs Tage). SARS-CoV-2-Viren, die in den Schleimhäuten bereits produziert wurden, gelangen z. B. beim Sprechen in die Luft und können weitere Menschen infizieren.
 - **Spezifisches Immunsystem:** Die dendritischen Zellen binden am Infektionsort die Krankheitserreger und transportieren diese in die Lymphknoten. Dort werden die T-Zellen von dendritischen Zellen angeregt, sich zu spezifischen T-Effektorzellen zu entwickeln. Es bilden sich zum einen zytotoxische T-Zellen, die virusbefallene Zellen vernichten. Zum anderen bilden sich T-Helferzellen, die B-Zellen aktivieren. Diese B-Zellen entwickeln sich zu Plasmazellen weiter, die Antikörper produzieren und freisetzen. In der Zwischenzeit treten nach sechs Tagen die ersten Krankheitssymptome auf: rauer Hals, Halsschmerzen und vor allem ein trockener Husten. Es kann auch zu Fieber und dem Verlust von Geruchs- und Geschmackssinn kommen. Die Krankheit ist leicht bis mittelschwer.
 - **Ausbreitung der Infektion:** Die SARS-CoV-2-Viren breiten sich im Körper weiter aus und erreichen die Bronchien und Lungenbläschen. Makrophagen zerstören Viren im Hohlraum der Lungenbläschen und im Gewebe. Sie werden von den Antikörpern und den Granulozyten im Gewebe unterstützt. Die Schleimhaut der Lungenbläschen schwollt an und produziert mehr Schleim, die Zellen sind geschwächt und nicht mehr voll funktionsfähig. Der Gasaustausch wird behindert. Etwa zwei Wochen nach dem Ausbruch der Krankheit kann es zu Atemnot und höherem Fieber kommen. Es entsteht eine Lungenentzündung. Bei schwerem Krankheitsverlauf wird eine künstliche Beatmung erforderlich. Weitere Organe können von den Viren befallen werden. Vor allem das Herz ist oft betroffen. Die schwere Erkrankung kann bis zum Tod führen.
- b) Erläutere, wie es zu Atemnot bei einer Erkrankung an COVID-19 kommen kann.
- Die Viren können nicht in den oberen Atemwegen (Mund-, Nasenhöhle, Rachen, Hals) abgetötet werden und gelangen schließlich in die Lungenbläschen. Die infizierten Zellen der Schleimhäute sind nicht voll funktionsfähig. Durch die Aktivitäten des Immunsystems schwellen außerdem die Schleimhäute in den Lungenbläschen an. Das Volumen verkleinert sich, der Gasaustausch wird erschwert. Eine künstliche Beatmung kann erforderlich werden