

Episode 1 – Grundlagen der Zellbiologie

Zellen sind die Bausteine unseres Körpers. Der menschliche Körper ist in verschiedene Regionen oder Organe unterteilt, die alle eine bestimmte Aufgabe erfüllen – wir haben Augen fürs Sehen, die Nase fürs Riechen, die Lunge zum Atmen, das Herz für die Durchblutung, den Darm für die Verdauung usw.. Und genau wie unser Körper sind auch Zellen in unterschiedliche Regionen eingeteilt.

Schauen wir jetzt also tief in eine einzelne Zelle hinein um zu sehen, woraus sie besteht:

- Die Zelle ist von einer Membran umgeben, die als Grenze und Kommunikationsfläche zur Außenwelt dient.
- In der Mitte der Zelle befindet sich die „Kommandozentrale“, der Kern. Der Kern enthält DNA, die von einer weiteren Membranschicht umgeben ist. Diese Membran enthält kleine Löcher oder wie wir es in der Zellbiologie nennen: "Kernporen".

Um der Zelle zu sagen, was sie tun soll, müssen in der DNA gespeicherte Befehle den Kern verlassen und in einem bestimmten Bereich der Zelle ihre Funktion erfüllen. Das wird mit Hilfe von Messenger-RNA oder kurz mRNA erreicht. mRNA ist eine Kopie eines kurzen DNA-Abschnitts und dient als Bauanleitung für Proteine.

Dazu muss die mRNA den Kern durch die Kernporen verlassen, um ins Zytoplasma zu gelangen. Die Kernporen funktionieren wie Türen innerhalb der Kernmembran. Sie kontrollieren, was in den Kern hinein und hinaus gelangt. Alles ohne Schlüssel ist "unerwünscht" und kann daher nicht hinein. mRNA z.B. hat keinen Schlüssel, das heißt sie kann nur aus dem Zellkern hinaus gelangen, aber nicht hineintransportiert werden.

Nach dem Verlassen des Kerns wird die mRNA von der Translationsmaschinerie, dem Ribosom, gebunden. Ribosomen verwenden die mRNA als Vorlage, um sie in Protein zu übersetzen. Sobald die Ribosomen mit der Proteinproduktion fertig sind, wird die mRNA nicht mehr benötigt und von der Zelle abgebaut. Dieser schnelle Abbau macht RNA zu einem sehr kurzlebigen Molekül.

Was passiert nun mit dem frisch hergestellten Protein?

Proteine sind die Arbeiter in unseren Zellen und erfüllen bestimmte Aufgaben. Sie enthalten einen winzigen Teil, der als Barcode oder Navigationssystem dient, um das Protein zum Bestimmungsort zu leiten.

- Einige Proteine sind für den Kern bestimmt – in diesem Fall leitet der Barcode sie zu den Kernporen, die anschließend den Proteintransport in den Kern erlauben.
- Andere Proteine wirken im Kraftwerk der Zelle, den Mitochondrien. Daher haben solche Proteine einen speziellen Barcode, der sie zu den Mitochondrien leitet.
- Wieder andere Proteine müssen zur Membran transportiert werden und haben daher einen Barcode für Membranen.

Insgesamt ermöglicht das Barcodesystem der Zelle, Proteine auf die richtigen Zellregionen zu verteilen, um ihre Körperfunktion richtig ausüben zu können.

Episode 2 – Grundlagen der Virologie

Ein Virus selbst ist kein Lebewesen. Es besteht aus genetischer Information, die von einer Membran umgeben ist. Die Membran enthält einige Proteine; und Membran und Proteine zusammen werden oft als Viruskapsid bezeichnet, da sie eine Kapsel bilden in der die genetische Information aufbewahrt ist. Diese genetische Information kann DNA oder RNA sein. Um es hier einfach zu halten, konzentrieren wir uns in diesem Video auf ein einzelsträngiges RNA-Virus.

Da ein Virus kein Lebewesen ist, kann es sich auch nicht selbst vermehren. Deshalb muss ein Virus eine Wirtszelle infizieren und sie zwingen, mehr Viren zu produzieren, die Zelle wird also quasi zur "Virenfabrik" umfunktioniert, die Unmengen von neuen Viren herstellt.

Und so funktioniert es:

Die Membranproteine sind wichtig, damit das Virus an Zellen andocken und in sie eindringen kann. Anschließend verliert es sein Kapsid und setzt die genetische Information – hier in unserem Beispiel RNA – ins Zellinnere frei.

Die freigesetzte Virus-RNA imitiert die zelleigene mRNA, das heißt ähnlich wie wir es schon in unserem ersten Video gesehen haben, wird diese Virus-RNA nun von Ribosomen erkannt und in Proteine übersetzt. Da ein Virus kein Lebewesen ist, benötigt es nicht viele Proteine. Die wichtigsten sind Membranproteine um Verbindungen mit Wirtszellen herzustellen, und kleine molekulare Maschinen um die genetischen Information des Virus zu kopieren.

Sobald die Wirtszelle genügend Virusproteine und Virus-RNA produziert hat, baut die Wirtszelle daraus neue Viren zusammen und setzt sie anschließend frei. Dadurch können nun viele weitere Wirtszellen infiziert und als Virusfabrik umprogrammiert werden.

Jedes Mal, wenn ein Virus unsere Zellen als Virusfabriken verwendet, werden unsere Zellen beschädigt. Wenn viele Zellen beschädigt sind, führt dies zu einer Krankheit die sogar schwerwiegende Gesundheitsprobleme verursachen kann. Es ist daher wichtig, nicht zu viele Viren anzusammeln oder die Viren zu bekämpfen, um gesund zu bleiben.

Episode 3 – Grundlagen der Immunologie

Unser Körper hat eine Armee, um unerwünschte Eindringlinge zu besiegen. Diese Armee ist das Immunsystem, das in Polizisten und Spezialagenten unterteilt ist. Die Polizisten sind das, was wir das "angeborene Immunsystem" nennen. Zellen, die zum angeborenen Immunsystem gehören, patrouillieren jedes Organ und suchen nach unerwünschtem Material, das beseitigt werden muss. Die Spezialagenten sind das „adaptive Immunsystem“ und bestehen aus T- und B-Zellen.

Wenn die angeborenen Immunzellen Virusmaterial aufnehmen, zerkleinern sie dieses Material in winzige Stücke und transportieren sie zu den Lymphknoten. Lymphknoten sind eine Art Schnittstelle, an denen sich Polizisten und Spezialagenten treffen. Die Polizisten präsentieren diese Virusstücke nun hunderten von Agenten und schauen, ob bei manchen Agenten eine Reaktion ausgelöst wird.

Jeder Agent, also jede einzelne T- und B-Zelle, ist hochspezialisiert darauf nur auf eine bestimmten Form eines Virusstückchens zu reagieren. Immer dann, wenn die Polizisten eine T- oder B-Zelle finden, die perfekt zum Virusstück passt, dann erhalten diese Zellen ein Alarmsignal und setzen Superkräfte frei, um unseren Körper zu verteidigen.

Eine Superkraft besteht darin, sich mehrfach zu teilen, so dass der Körper eine große Menge von Verteidigern hat, die den Eindringling bekämpfen können.

Eine weitere Superkraft ist die Freisetzung von bestimmten Molekülen, die den Eindringling abtöten und unschädlich machen.

Eine weitere wichtige Superkraft ist die Speicherung einiger Agenten-Zellen über einen langen Zeitraum, manchmal sogar über viele Jahre. Dieses Speichern funktioniert wie ein Gedächtnis: der Körper behält eine Erinnerung an den Eindringling und immer wenn dieser Erreger unseren Körper erneut angreift, sind die Spezialagenten sofort zur Stelle um den Eindringling zu bekämpfen.

Episode 4 – Wie funktionieren Impfstoffe?

Impfstoffe dienen dazu, unseren Körper dabei zu unterstützen eine Immunabwehr gegen einen bestimmten Krankheitserreger aufzubauen. Dazu müssen Impfstoffe keine lebendigen Krankheitserreger verwenden und verursachen dadurch keinen Schaden für unseren Körper, schützen uns aber vor den Folgen einer echten Infektion.

Um unsere Erklärungen zu vereinfachen, teilen wir Impfstoffen in „traditionelle Impfstoffe“ und „Impfstoffe der neuen Generation“ ein. Die traditionellen Impfstoffe verwenden tote Erregerpartikel oder künstlich erzeugte Erregerproteine. Diese Partikel und Proteine können sich in unseren Zellen nicht vermehren, aber sind ausreichend um die Polizisten und Agenten unseres Immunsystems zu aktivieren und ein Immungedächtnis zu entwickeln.

Eine neue Generation von Impfstoffen verwendet Vektoren oder mRNA, wie sie derzeit für die Impfung gegen SARS-CoV-2 entwickelt wurden. Hier enthält der Impfstoff die mRNA für das Oberflächenprotein von SARS-CoV2, das sogenannte Spike-Protein. Wie wir bereits in Folge 1 und 2 erklärt haben, wird diese injizierte mRNA von den Ribosomen gebunden und in Spike-Protein übersetzt.

Danach wird die mRNA abgebaut und das Spike-Protein wird wegen seines Membran-Barcodes zur Zellmembran transportiert. Sobald unsere Zellen das Spike-Protein in ihre Membran eingebaut haben, kann es von unserem Immunsystem gesehen werden und dadurch eine Immunantwort und ein Immungedächtnis auslösen.

Wie in unserer letzten Folge schon gezeigt, zerkleinert das Immunsystem das körperfremde Spike-Protein in winzige Stücke und verwendet diese Stücke, um T- und B-Zellen zu finden, die auf diese Stücke reagieren. Sobald eine T- oder B-Zelle das fremde Proteinstück perfekt erkennt, entwickeln sie sich zu Superkraft-Zelle und kann jeden eindringenden Erreger bekämpfen, der dieses Spike-Protein trägt.

Was ist so besonders an der Verwendung von mRNA anstelle von toten Viruspartikeln im Impfstoff? Durch technologischen Fortschritte der letzten Jahre kann mRNA relativ schnell, sauber und stabil produziert werden. Da mRNA ein sehr kurzlebiges Molekül ist, bleibt sie nicht lange in unseren Zellen. Nach einigen Stunden oder wenigen Tagen ist also keine Spur mehr von dieser mRNA, wodurch auch das Spike-Protein nur für kurze Zeit von unserem Körper gebildet wird. Das einzige was im Körper zurück bleibt ist das Gedächtnis, um einen Eindringling erfolgreich bekämpfen zu können.

Episode 5 – Warum ist Impfen wichtig?

Impfstoffe sind sehr wichtige Vorsichtsmaßnahmen, um sich selbst UND andere vor einer tödlichen Krankheit zu schützen.

Wenn gar niemand geimpft ist und daher jeder eine Krankheit auf mehrere andere Menschen übertragen kann, kann sich eine Krankheit leicht auf die gesamte Bevölkerung ausbreiten. Aber wenn fast jeder einen Impfstoff erhält, wird es dem Erreger sehr schwer fallen jemanden zu finden, der infiziert werden kann. Dadurch erreichen wir die sogenannte "Herdenimmunität" und können möglicherweise bestimmte Krankheitserreger vollständig ausrotten.

Warum ist die Impfung für bestimmte Personengruppen besonders wichtig?

Wenn es um Infektionskrankheiten geht, sind ältere Menschen eine sehr gefährdete Gruppe. Junge Menschen haben viele Immunzellen. Mit zunehmendem Alter altert jedoch auch unser Immunsystem. Das bedeutet, dass ältere Menschen weniger Immunzellen haben und diese Immunzellen auch nicht mehr effizient sind. Deshalb dauert es lange, bis ältere Menschen eine gute Immunantwort bilden können. Mitunter kann es sogar schon zu spät sein, bis Ältere tatsächlich eine Immunabwehr entwickeln.

Deshalb hilft eine Impfung den älteren Menschen, ihr schwaches Immunsystem auf die Bekämpfung von Infektionen vorzubereiten, ohne vorher durch eine Infektion durchgehen zu müssen.

Wenn man also jung und stark ist und viele Immunzellen hat – braucht man da wirklich eine Impfung?

Ja, impfen ist hier tatsächlich sinnvoll, weil man bestimmt auf der sicheren Seite sein möchte und sicherstellen will, dass selbst wenn man infiziert wird keine schweren Schäden behalten wird.

Ausserdem verhindert eine Impfung höchstwahrscheinlich, dass man einen Krankheitserreger weiter verbreiten kann. Dadurch trägt man wesentlich zur Herdenimmunität bei.

Jetzt wird man sich natürlich fragen, warum es überhaupt jemanden geben sollte, der sich nicht impfen lässt.

Es gibt einige Menschen in der Bevölkerung, die aus medizinischen Gründen nicht geimpft werden können, weil vielleicht eine schwere Beeinträchtigung des Immunsystems vorliegt und diese Menschen generell keine richtige Immunantwort aufbauen können. Einige dieser Beeinträchtigungen können aufgrund einer Krankheit ein ganzes Leben lang bestehen, andere können vorübergehend sein, wie bei Krebspatienten, die eine Chemotherapie erhalten. Andere Menschen könnten gegen einen Inhaltsstoff des Impfstoffs allergisch sein und müssen zur Vermeidung eines allergischen Schocks auf die Impfung verzichten. Es gibt also viele medizinische Gründe, warum eine kleine Gruppe von Menschen nicht geimpft werden kann. Durch die Bereitstellung von Herdenimmunität durch den Rest von uns können diese Menschen allerdings geschützt werden, auch ohne selbst geimpft zu werden.

Daher helfen Impfstoffe nicht nur direkt uns selbst, sondern auch indirekt unseren Mitmenschen.

Wie viele Menschen müssen geimpft werden, um eine Herdenimmunität zu erreichen? Dieser Prozentsatz variiert mit jeder Krankheit. Zum Beispiel benötigen wir für eine Herdenimmunität gegen Masern, dass etwa 95% der Bevölkerung geimpft sind. Bei Polio liegt der Schwellenwert bei ungefähr 80%. Der Anteil der Bevölkerung, der gegen COVID-19 geimpft werden muss um eine Herdenimmunität zu bilden, ist bislang leider noch nicht bekannt.

Das Erreichen der Herdenimmunität mit sicheren und wirksamen Impfstoffen macht Krankheiten also seltener und rettet Leben – nicht nur das eigene, sondern auch das der anderen.