

Zusatzaufgabe: Victor Thierling (9d)**1. Das Immunsystem**

Unser Immunsystem gehört neben dem Nervensystem zu einem der komplexesten Systeme in unserem Körper.

Es besteht dabei aus einem Zusammenspiel zwischen bestimmten Zellen, Signalstoffen und Geweben. Die Erreger werden bei der sogenannten Immunantwort auf verschiedenste Art abgewehrt.

Ein Beispiel dafür wäre, dass manche Krankheitserreger schon beim Eintritt in den Mund durch die im Speichel vorhandenen Antikörper, dem „Immunglobulin“ (IgA), abgewehrt werden können. Gelingt den Erregern nun doch das Vordringen in unseren Körper, stellen sich ihnen hochspezialisierte Abwehrezellen entgegen, welche dafür sorgen, die Erreger zu bekämpfen.

Hier unterscheidet man, je nach dem welcher Teil des Immunsystems genutzt wird, zwischen angeborener/unspezifischer und adaptiver/erworbener/spezifischer Immunantwort.

Ich werde nachfolgend beide Immunantworten näher erläutern, angefangen mit der angeborenen Immunantwort.

Das unspezifische Immunsystem ist der Teil des Immunsystems, welcher von Geburt an vorhanden ist und deshalb auch „angeborene Immunantwort“ genannt wird. Diese tritt dann ein, wenn ein Pathogen (Krankheitserreger) in unseren Körper eingedrungen ist. In der unspezifischen Immunantwort sind physikalische und chemische Barrieren, aber auch bestimmte Proteine und Immunzellen vorhanden.

Die Funktionen des unspezifischen Immunsystems sind:

- Eine physikalische und chemische Barriere gegenüber Fremdkörper aufzubauen.
- Eine Entzündungsreaktion auszulösen, sobald die Barriere durchbrochen ist.
- Die eingedrungen Fremdkörper zu identifizieren und Phagozytose (die Aufnahme extrazellulärer Partikel, Mikroorganismen oder Flüssigkeiten) durch Leukozyten, was in diesem Fall die Makrophagen sind, durchzuführen.

Zum Schluss aktiviert das unspezifische Immunsystem, sobald es selbst nicht zur Bekämpfung des Erregers ausreicht, das spezifische Immunsystem.

Wie eben schon erwähnt, ist eine Aufgabe des unspezifischen Immunsystems eine physikalische und chemische Barriere aufzubauen. Deshalb werde ich an dieser Stelle einmal kurz auf das wichtigste Barriereelement eingehen - die Haut.

Das „Stratum corneum“, bzw. die oberste Schicht der Haut bildet eine dichte Schicht aus Keratin. Diese Schicht dient dazu, die Zellen, die sich darunter befinden, vor chemischen, physikalischen und biologischen Noxen zu schützen.

Der Begriff Noxe bezeichnet eine Substanz oder ein Ereignis, was einem biologischen Organismus Schaden zufügt. Man versteht unter der Noxe jede Art von Krankheitsursache. Durch die Beschaffenheit der Haut entsteht somit schon ein hochkomplexes eigenes Abwehrsystem des Körpers. Ein Beispiel dafür wäre die Nutzung von Schweißdrüsen zur Ausstoßung eines sauren Sekretes, welches Antikörper enthält. Durch dieses Ausstoßen entsteht eine Art Mikrobiom, was die Gesamtheit aller Mikroorganismen beschreibt, wie z.B. Viren und Bakterien, welches nun in einem Gegensatz zu den pathogenen (Krankheit verursachenden) Mikroorganismen steht. Die Haut stellt nur eines von mehreren Barriere-Abwehrsystemen dar.

Nun möchte ich noch einmal kurz auf die humoralen Elemente eingehen, welche im Blut zirkulierende Proteine sind. Sie dienen hauptsächlich der direkten Abwehr von Pathogenen, aber auch zur Aktivierung des spezifischen Immunsystems.

Ich werde auch hier nicht auf alle der humoralen Elemente eingehen, sondern nur auf das sogenannte „Komplementsystem“, was dann eintritt, wenn der Erreger trotz der Barrieren-Elemente in den Organismus, in diesem Fall den menschlichen Organismus, eingedrungen ist.

Trifft der Erreger nun, wie eben beschrieben, doch in den Organismus ein, startet eine Kaskade (beschreibt in der Biochemie eine Abfolge von Reaktionen oder Einzelschritten) von enzymatischen Spaltungen von den einzelnen Komplementkomponenten, was dann zu einer Bildung des Membranangriffskomplex, kurz MAK, führt. Dieser Membranangriffskomplex macht nichts anderes als die Zielzelle durch Porenbildung in der Zellmembran zu attackieren, was dann im optimalen Fall zur sogenannten Lyse, welche in diesem Fall die Auflösung der Zelle bedeutet, führt.

Durch das Komplementsystem werden dazu noch Erreger markiert, was man auch als „Opsonierung“ bezeichnet.

Zum Abschluss meiner Ausführung über unspezifischen Immunsystems und als Übergang zur Erläuterung des spezifischen Immunsystems werde ich jetzt noch kurz auf die zellulären Elemente eingehen.

Die Zellen, bzw. in diesem Beispiel die T-Zellen, haben unter anderem die Aufgabe die evolutionär konservierte Strukturen der Erreger, was nichts anderes beschreibt, als Strukturen, die im Laufe der Evolution größtenteils unverändert erhalten geblieben sind, zu erkennen und dann zwischen „fremd“ und „körpereigen“ zu unterscheiden.

Die Stärke dieses Teils des Immunsystems wird durch einen Kontakt mit einem Erreger, welcher zuvor stattgefunden hat, angepasst. Man nennt es auch „trained immunity“. Eines der wichtigsten Elemente hierbei bilden die antigenpräsentierenden Zellen.

Zu diesen Zellen gehören die B-Lymphozyten, dendritische Zellen und Makrophagen. Lymphozyten gehören zu einer Untergruppe der weißen Blutkörperchen. Und wie es der Name schon impliziert, dienen antigenpräsentierende Zellen dazu, Antigene aufzunehmen und diese dann den T-Zellen zu präsentieren.

Zum Schluss der Ausführungen über die unspezifische Immunabwehr noch ein kleines Wort zu den Phagozyten, welche auch Fresszellen genannt werden. Sie besitzen die Fähigkeit Partikel, Mikroorganismen und Flüssigkeiten aufzunehmen und diese dann im Zellinneren zu verdauen. Ein Beispiel für ein Phagozyt (Fresszelle) wäre die Makrophage, welche den eingedrungenen Krankheitserreger frisst und die Bruchstücke (Antigene) den T-Helferzellen präsentiert. Hiermit lässt sich erklären warum, die Makrophage sowohl als Phagozyt, als auch als antigenpräsentierende Zelle dient.

Nun habe ich eben schon die Markierung (Opsonierung) von Erregern durch das Komplementsystem erwähnt. Denn jetzt werden durch das Komplementsystem auch noch weitere Immunzellen zum Ort der Entzündung geführt, was man dann „Chemotaxis“ nennt. Und nun kann man direkt sehen, dass das Komplementsystem nicht nur ein großer Teil des unspezifischen Immunsystems ist, sondern es auch die unspezifische Immunantwort und die spezifische Immunantwort verbindet. Durch die Chemotaxis werden die, durch das spezifische Immunsystem entstandenen Abwehrzellen, zum Ort der Entzündung geführt.

An dieser Stelle möchte ich deshalb den Prozess des spezifischen Immunsystems noch einmal erklären.

Nachdem nun z.B. Grippeviren in die Schleimhaut der Atemwege gelangen sind, werden die Riesenfresszellen (Makrophagen) durch die, von den befallenen Zellen ins Blut abgegebenen Substanzen, alarmiert. Jetzt beginnen die Makrophagen mit der Verdauung der Fremdkörper (unspezifische Immunantwort). Bei dieser Verdauung werden die Antigene der eingedrungenen Fremdkörper in die Oberfläche der Makrophagen eingebaut und daraufhin den T-Zellen präsentiert, was dann die Opsonierung beschreibt. Nun werden die T-Zellen durch diese Markierung (Opsonierung) angelockt und dann durch die auf der Oberfläche der Makrophagen platzierten Antigene informiert, welche Fremdkörper, in diesem Beispiel Grippeviren, eingedrungen sind. Da in den nun folgenden Schritten die T-Zellen dafür sorgen, das ganze Abwehrsystem zu aktivieren, werden sie auch T-Helferzellen genannt.

Die B-Zellen werden nun von den T-Zellen aktiviert, informiert und können daraufhin spezifische Abwehrstoffe, die sogenannten Antikörper, entwickeln.

Bei den Antikörpern liegt eine spezielle Struktur vor. Sie haben eine spezifische Form mit Y-Armen, was dazu führt, dass sie wie beim Schlüssel-Schloss-Prinzip genau auf die Antigene

des Pathogen passen. Die B-Zellen können dabei Millionen von Antikörpern in einer Stunde produzieren. Wenn die Antikörper nun auf das Antigen der Pathogene z.B. das Grippevirus treffen, setzen sich die Antikörper an der Oberfläche fest, was dazu führt, dass immer zwei Viren mit einander verbunden werden.

Schaut man sich diesen Prozess nun in einem größeren Umfeld an, fällt einem schnell auf, dass diese Verbindung zweier Viren zu einer größeren Verklumpung vieler Viren führt.

Dieses bedeutet, dass es für die Makrophagen oder anderen Phagozyten einfach ist, viele Viren gleichzeitig zu fressen. Bis zur vollen Aktivierung dieses Teils des Abwehrsystems können jedoch mehrere Tage vergehen.

Aber was ist, wenn die Pathogene z.B. die Grippeviren, schon in die Wirtszelle eingedrungen sind?

Erstmals ist festzustellen, dass sich die Grippeviren in den befallenen Wirtszellen ungehindert vermehren. Dadurch, dass von den T-Helferzellen nun auch die T-Killerzellen aktiviert und informiert werden, erkennen diese T-Zellen die mit den Pathogenen befallenen Wirtszellen an den Antigenen und zerstören die Zelle samt der in der Zelle vorhandenen Pathogene (z.B. Grippeviren). Die nun informierten und aktivierten T-Killerzellen haben zum einen, wie schon eben genannt, die Funktion Zellen, welche mit Viren befallen sind, zu zerstören. Zum anderen zerstören sie auch Bakterien oder auch fehlerhafte körpereigene Zellen, aus denen z.B. ein Tumor hätte entstehen könnte. Aber nun wurden neben den T-Killerzellen, den Plasmazellen (die Antikörper produzierenden Zellen) und den T-Helferzellen auch die sogenannten B- und T-Gedächtniszellen gebildet.

Diese stellen den fast wichtigsten Teil des spezifischen Immunsystems. Die Gedächtniszellen, welche über Jahre im Körper bleiben, dienen dazu Informationen, der zuvor eingedrungenen Pathogene zu speichern, damit bei einer erneuten Infektion schneller die passenden Abwehrmaßnahmen veranlasst und Antikörper so schnell wie möglich gebildet werden können.

Zum Schluss lässt sich zusammenfassend sagen, dass das Immunsystem einen großen Beitrag zur Erhaltung der Homöostase trägt. Der Begriff Homöostase beschreibt die Aufrechterhaltung weitgehend konstanter Verhältnisse in einem offenen System. Die Homöostase erzeugt hierbei ein dynamisches Gleichgewicht, was bedeutet, dass sie ein essenzielles Prinzip für die Lebenserhaltung und Funktion eines Organismus darstellt.

2. Die Erdnussallergie

2.1)

Erdnussallergien sind in unserer Bevölkerung weit verbreitet. In den industrialisierten Ländern leiden etwa ein bis zwei Prozent aller Kinder an einer Erdnussallergie.

Schaut man sich z.B. Studien aus dem europäischen Bereich an, sieht man, dass etwa 0,2 Prozent der Gesamtbevölkerung, ungefähr 15.480.000 Menschen, davon betroffen sind. Doch was genau passiert eigentlich bei einer allergischen Reaktion auf Erdnüsse?

Dafür muss man sich zunächst anschauen, was genau eine Allergie ist und was die Voraussetzungen sind.

Als Allergie bezeichnet man im Allgemeinen eine Immunreaktion des Körpers auf nicht-infektiöse Fremdstoffe (Allergene).

Bei einem Erstkontakt reagiert der Körper mit der Bildung von Antikörpern, woraufhin bei einem Zweitkontakt eine Reaktion von Entzündungsanzeichen entsteht. Bei Allergien kann man zwischen vier unterschiedlichen Typen unterscheiden:

- Typ I, Soforttyp
- Typ II, zytotoxischer Typ
- Typ III, Immunkomplextyp
- Typ IV, Spättyp, verzögerter Typ

Da es sich bei einer Erdnussallergie um den Allergie-Typ-I handelt, werde ich nachfolgend nur auf nur diesen Typ näher eingehen.

Zum Anfang lässt sich schon einmal sagen, dass das Immunsystem, die in Erdnüssen enthaltenen Proteine als schädlich wahrnimmt und daraufhin mit einer Freisetzung von Histaminen, welche die allergischen Reaktionen herbeirufen, reagiert.

Im Speziellen betrachtet, lässt sich die Reaktion folgendermaßen darstellen:

Zum Typ-I-Allergien gehören z.B. Heuschnupfen, Hausstaubmilbenallergie, Insektengiftallergie, Tierallergie, aber auch die Nahrungsmittelallergie, welche bei einer Erdnussallergie vorliegt.

Der Beginn einer allergischen Reaktion startet mit dem Erstkontakt. Bei dem Erstkontakt dringen die Allergene z.B. über die Haut, die Schleimhäute oder die Atemwege ein und werden vom Immunsystem erkannt. An diesem Punkt findet dann bei manchen Menschen die sogenannte Sensibilisierung statt. Dies bedeutet, dass das Immunsystem, wie z.B. beim Eindringen eines Pathogen, das Allergen kennenlernt und nötige Voraussetzungen schafft, um dieses abzuwehren.

Im Speziellen sind an der Sensibilisierung mehrere Zelltypen beteiligt. Hierbei geht es los mit der Aufnahme der Allergene von den dendritischen Zellen oder wie ich sie zuvor genannt habe - antigenpräsentierenden Zellen. Diese Zellen verarbeiten dann die Allergene und präsentieren sie auf ihrer Zelloberfläche.

Nun werden die Allergene auf der Oberfläche der dendritischen Zellen von den T-Zellen erkannt, wodurch diese aktiviert werden. Nachfolgend entwickelt sich ein Teil dieser T-Zellen zu T-Helferzellen. Genauer gesagt sind es beim Allergie-Typ-I die TH₂-Zellen.

Während dieses Prozesses bindet sich das Allergen außerdem an spezielle Strukturen (Rezeptoren) der B-Zellen, wodurch nun auch die B-Zellen aktiviert werden. Anschließend nehmen auch die B-Zellen das Allergen auf und präsentieren es, wie die dendritischen Zellen, auf ihrer Oberfläche. Trifft nun eine allergenpräsentierende B-Zelle auf eine TH₂-Zelle binden diese sich aneinander. Daraufhin werden von der TH₂-Zellen Botenstoffe freigesetzt, was dazu führt, dass die B-Zelle verschiedene spezifische Antikörper gegen das Allergen bilden.

Dabei sind die Antikörper Immunglobulin E(IgE) die Antikörper, die später für die allergische Reaktion verantwortlich sind. Diese Antikörper binden sich nun an die sogenannten Mastzellen, welche mit dem Blut im ganzen Körper verteilt werden. Nun ist der Körper, ähnlich wie bei einer Infektion, durch jegliche Pathogene, gegen das Allergen immun. Dies nennt man jedoch nicht so, da das Allergen eigentlich keine Gefahr darstellt. Man sagt stattdessen, dass der Körper in Bezug auf das Allergen sensibilisiert ist.

Es ist zu beachten, dass es bei dem Erstkontakt noch nicht zu einer allergischen Reaktion kommt.

Wenn es nun aber zu einem erneuten Kontakt mit dem Allergen kommt, bindet sich dieses an die IgE-Antikörper, welche sich auf der Oberfläche der Mastzelle befinden. Daraufhin werden durch diesen Kontakt die Mastzellen aktiviert. Diese setzen nun verschiedene Botenstoffe frei (z.B. Histamin), welche dann eine Entzündungsreaktion verursacht. Die Folgen der Entzündungsreaktion sind vielfältig. Es kann z.B. zu Rötungen und Schwellungen und Atemnot kommen. Bei einer Erdnussallergie kann es im schlimmsten Fall sogar zu einer Anaphylaxie kommen, was eine lebensbedrohliche IgE-vermittelte allergische Reaktion beschreibt.

2.2)

Eine Erdnussallergie zeichnet sich dadurch aus, dass bereits eine sehr kleine Dosierung an Erdnussprotein ausreicht, um eine schwerwiegende allergische Reaktion hervorzurufen. Doch gibt es Heilungsmöglichkeiten für eine Erdnussallergie?

Eine generelle Heilung der Betroffenen ist nicht möglich. Es gibt jedoch Immuntherapien, welche dabei helfen den Schweregrad einer allergischen Reaktion, nach dem Kontakt mit Erdnüssen, zu verringern.

Mit dem sogenannten Arzneimittel „Palforzia“ gibt es nun erstmals eine Möglichkeit, dass eine Immuntherapie gegen eine Erdnussallergie oral erfolgen kann.

Dieses Medikament darf bereits bei Kindern von 4 bis 17 Jahren mit einer diagnostizierten Erdnussallergie eingesetzt werden.

Der Wirkstoff, der in Palforzia enthalten ist, ist entfettetes Proteinpulver aus der Erdnuss. Dies wurde botanisch korrekt aus dem Samen von *Arachis hypogaea* L (Erdnuss) entnommen. Die Immuntherapie mit Palforzia stellt eine Desensibilisierung da. Hierbei wird dem Allergiker das Allergen in steigenden Dosen verabreicht, was zu einer erhöhten Toleranz führen soll. Diese Anwendung wird in drei unterschiedliche Phasen unterteilt. Dabei müssen die ersten beiden Phasen ärztlich beaufsichtigt werden.

Dies ist notwendig, da bei einer Erdnussallergie eine sehr geringe Dosierung der Proteine ausreichen kann, um im schlimmsten Fall eine Anaphylaxie zu verursachen. Auf Grund dessen wird die erste Dosis jeder Phase nicht nur unter ärztlicher Aufsicht eingenommen, sondern sogar in spezialisierten Gesundheitseinrichtungen verabreicht, um die potenziell schweren allergischen Reaktionen direkt behandeln zu können. Ist die Desensibilisierung nun erfolgreich, trägt sie dazu bei, die Schwere der allergischen Reaktion nach Kontakt mit Erdnüssen zu verringern.

Neben diesen medizinischen Behandlungsmöglichkeiten ist für die Betroffenen auch noch eine erdnussfreie Ernährung zu beachten.

Quellen:

1. https://www.immunsystem-ratgeber.com/immunsystem-bedeutung-funktion.html?gclid=Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsBfpRvp4R_RjEea12v83kSkuQUFKyXIN_kfM_qTDPwL5L8HFkvUJbUaAuwIEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds

(Stand: 7.12.2021)

2. <https://www.netdokter.de/anatomie/speichel/>

(Stand: 7.12.2021)

3. https://flexikon.doccheck.com/de/Unspezifische_Immunreaktion

(Stand: 8.12.2021)

4. <https://flexikon.doccheck.com/de/Phagozytose>

(Stand: 8.12.2021)

5. <https://flexikon.doccheck.com/de/Phagozyt>

(Stand: 18.12.2021)

6. <https://flexikon.doccheck.com/de/Lyse>

(Stand: 18.12.2021)

7. <https://flexikon.doccheck.com/de/Membranangriffskomplex>

(Stand: 18.12.2021)

8. <https://flexikon.doccheck.com/de/Mikrobiom>

(Stand: 18.12.2021)

9. <https://flexikon.doccheck.com/de/Noxe>

(Stand: 18.12.2021)

10. https://flexikon.doccheck.com/de/Stratum_corneum

(Stand: 18.12.2021)

11. <https://flexikon.doccheck.com/de/Epidermis>

(Stand: 18.12.2021)

12. <https://www.immundefekt-info.de/patienten/das-immunsystem/spezifisches-immunsystem>

(Stand: 29.12.2021)

13. <https://flexikon.doccheck.com/de/Hom%C3%B6ostase>

(Stand: 29.12.2021)

14. https://flexikon.doccheck.com/de/Allergie?utm_source=www.doccheck.flexikon&utm_medium=web&utm_campaign=DC%2BSearch

(Stand: 29.12.2021)

15. <https://www.allergieinformationsdienst.de/immunsystem-allergie/entstehung-von-allergien.html>

(Stand: 29.12.2021)

16. <https://www.ecarf.org/info-portal/allergien/erdnussallergie/>

(Stand: 29.12.2021)

17. https://www.thermofisher.com/diagnostic-education/patient/de/de/allergy-types/food-allergies/peanut-allergy.html?cid=idd_standard_adwords&redirect=false&ef_id=Cj0KCQIAqvaNBhDLARIsAH1Pq50U_CvG-gl50Uo4zvZwfAV2WogfuCYpgHQhqAFz1Z_WGJqA_PNPkvQaArKMEALw_wcB:G:s&s_kwcid=AL!8552!3!478116991661!b!g!!%2Berdnuss-allergie!11568406694!114471545644

(Stand: 29.12.2021)

18. <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/eine-kapsel-gegen-erdnussallergie-128482/>

(Stand: 30.12.2021)

19. https://www.ema.europa.eu/en/documents/overview/palforzia-epar-medicine-overview_de-0.pdf

(Stand: 30.12.2021)