

Nur ein dauerhaft gesunder Lebensstil pflegt das Immunsystem

Können Sie Ihren Kunden die Funktionen des Immunsystems verständlich erklären?

Vielerorts ist zu lesen, wie wichtig ein körperliches Training für das Immunsystem sei. Doch wie genau funktioniert das? Unser Abwehrsystem ist hochkomplex. Einfach pauschal zu behaupten, dass Muskeltraining das Immunsystem stärkt, ohne die genauen Zusammenhänge zu kennen, ist wohl etwas zu einfach. Die Corona-Krise hat viele Menschen für das Thema «Immunsystem» sensibilisiert. Es ist also notwendig, dass wir uns mit den Details genauer auseinandersetzen.





André Tummer

Die erste Schutzbarriere

Beginnen wir mit der Anatomie. Die **erste Schutzbarriere**, welche Erreger durchdringen müssen, ist eine rein «mechanische», an der unterschiedliche Bereiche des Körpers beteiligt sind. Dazu gehören die Schleimhäute inklusive des Flimmerepithels der oberen Atemwege, aber auch die Tränenflüssigkeit und der Speichel, die das antibakteriell wirkende Enzym Lysozym enthalten. Der Säureschutzmantel der Haut oder die Salzsäure im Magen sind weitere Beispiele dafür, dass der Mensch über Instrumente verfügt, die das Ansiedeln von gefährlichen Mikroorganismen schon vor dem Eindringen in den Körper weitgehendst verhindern können.

Die Organe des Immunsystems

Alle Abwehrzellen werden im Knochenmark gebildet. Von dort wandern sie in die lymphatischen Organe, wo sie sich noch weiterentwickeln. Es wird zwischen den **primären lymphatischen Organen** (Thymus und Knochenmark), in denen die noch unreifen Immunzellen heranreifen, und den **sekundären lymphatischen Organen** (Lymphknoten, lymphatischer Rachenring, Milz, Peyersche's Plaque des Dünndarms) unterschieden. Die sekundären lymphatischen Organe sind der «Arbeitsplatz» der Immunzellen, wo auch bei Erkennung eines spezifischen Erregers die Vermehrung der Abwehrzellen stattfindet.

Die Zellen des Immunsystems

Die Abwehrzellen gehören zu den Leukozyten. Nach deren Entwicklung aus den Stammzellen des Knochenmarks können sie sich zu zwei Arten von Vorläuferzellen heranbilden. Entweder werden sie zu *myeloischen Vorläuferzellen*, welche sich später zu den **Granulozyten, Monozyten** und **Makrophagen** weiterentwickeln und damit zu einem Teil des unspezifischen Abwehrsystems werden. Oder sie entwickeln sich zu lymphatischen Vorläuferzellen, aus denen später die **natürlichen Killerzellen** und die Lymphozyten mit den beiden Untergruppen, der **B- und T-Lymphozyten** entstehen. Diese sind Teil des spezifischen Abwehrsystems.

Botenstoffe des Immunsystems

Es gibt eine Vielzahl von Enzymen und hormonartigen Substanzen im Abwehrsystem, welche zum einen selber Erreger zerstören

können, zum anderen der Kommunikation der Abwehrzellen untereinander dienen. Sie können Erreger markieren und damit Abwehrzellen anlocken. Diese Vorgänge werden unter dem Begriff **Chemotaxis** zusammengefasst. Wichtige Botenstoffe sind die **Zytokine**, zu denen auch die Gruppe der **Interleukine** zählen, welche von den Abwehrzellen selbst produziert werden. Auch die **Interferone** (IFN) sind eine Untergruppe der Zytokine. Interferone werden von virusbefallenen Zellen abgegeben. Durch die Interferonausschüttung reduzieren Nachbarzellen ihre Zellteilung und werden so unempfindlicher gegen einen Virusbefall. Ein weiteres Beispiel für Botenstoffe ist der **Tumor-Nekrose-Faktor** (TNF), welcher tumorös entartete Zellen zerstören kann.

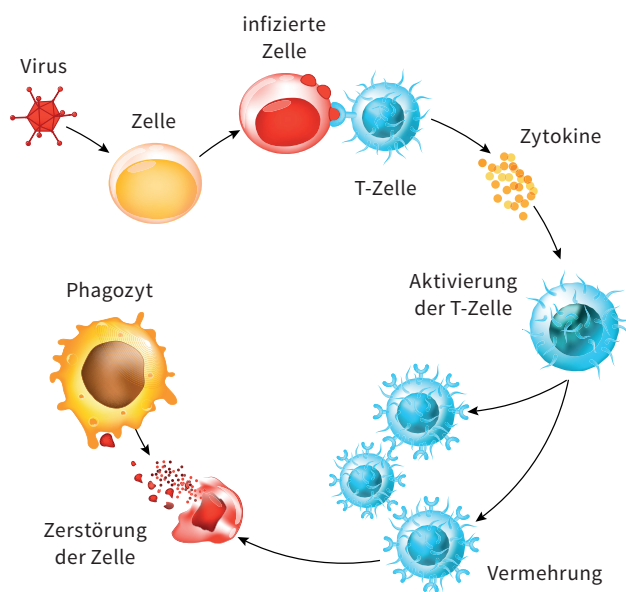
Die zweite Schutzbarriere

Die zweite Schutzbarriere ist die **unspezifische Abwehrreaktion**. Diese erfolgt sehr schnell und unabhängig von der Art des Erregers. Nur ein kleiner Teil der Immunzellen des unspezifischen Abwehrsystems zirkuliert im Blut auf der Suche nach «Fremdkörpern». Die meisten befinden sich «passiv» in den lymphatischen Organen. Dringt ein Erreger in den Körper, werden alle Abwehrzellen aktiviert. Diesen Vorgang bezeichnet man als **«Sofortreaktion der Leukozyten»**. Innerhalb kürzester Zeit kann die Leukozytenzahl im Blut enorm steigen. Ein wichtiger Vorgang der unspezifischen Abwehr ist die Entzündungsreaktion. Durch die Freisetzung von Entzündungsmediatoren wie z. B. Histamin, kommt es zu den typischen Entzündungszeichen (Rötung, Schwellung, Wärme, Schmerzen). Mikroorganismen werden nun durch den Vorgang der **Phagozytose** unschädlich gemacht. Die Abwehrzellen umfassen den Fremdkörper, schliessen ihn in sich ein und verdauen ihn in ihrem Zellinneren. Natürliche Killerzellen gehen hauptsächlich gegen virusbefallene Zellen oder gegen Tumorzellen vor. Sie erkennen Veränderungen auf der Zelloberfläche und zerstören diese Zellen durch Einschleusen von zellschädigenden Substanzen. Besonders schnell läuft die Phagozytose ab, wenn die Erreger vorher noch durch oben genannte Botenstoffe oder durch vorhandene Antikörper markiert worden sind. In dieser Antikörpermarkierung liegt die Schnittstelle zum spezifischen Abwehrsystem.

Die dritte Schutzbarriere

Die dritte Schutzbarriere ist die **spezifische Abwehrreaktion**. Bestimmte Merkmale von körperfremden Strukturen, sogenannte **Antigene**, können nun durch Erkennungsmoleküle der Abwehrzellen, welche exakt zu diesen Antigenen passen, erkannt werden. ▶

T-Zellen Aktivierung



Modell der Phagozytose

Diese Erkennungsmoleküle, die auch zellungebunden in den Körperflüssigkeiten vorkommen, sind die **Antikörper**. Die Abwehrzellen des spezifischen Immunsystems sind die Lymphozyten mit ihren Untergruppen, den T- und B-Lymphozyten. Diese arbeiten in einem sehr komplexen und sich gegenseitig beeinflussenden System miteinander. Vereinfacht ausgedrückt werden in der **Antigen-Antikörperreaktion** Fremdkörper durch die Bindungsstellen der Antikörper miteinander verklumpt. Die «Klumpen» werden anschliessend durch die Phagozyten zerstört. Von Beginn einer Infektion bis zur Bereitstellung einer ausreichenden Zahl an Antikörpern vergeht durchschnittlich eine Woche. Die spezifische Abwehrreaktion ist also deutlich langsamer als die unspezifische. Dafür ist sie aber sehr zielgerichtet und hat eine **Gedächtnisfunktion**, das heisst, bei einem erneuten Kontakt mit dem spezifischen Erreger können sehr viel schneller Antikörper produziert

werden. Der Mensch hat dann gegen einen speziellen Erreger eine Immunität aufgebaut. Während die ersten beiden Schutzbarrieren angeboren sind, wird die spezifische Abwehrreaktion durch den Kontakt mit dem Erreger erworben.

Welche Faktoren wirken nun immunsystemstärkend, und welche schwächen unsere Abwehrfähigkeit? Wie so oft gibt es Faktoren, die wir durch unser Verhalten beeinflussen können, und solche, die nicht oder nur bedingt beeinflussbar sind.

Das Immunsystem im Alterungsprozess

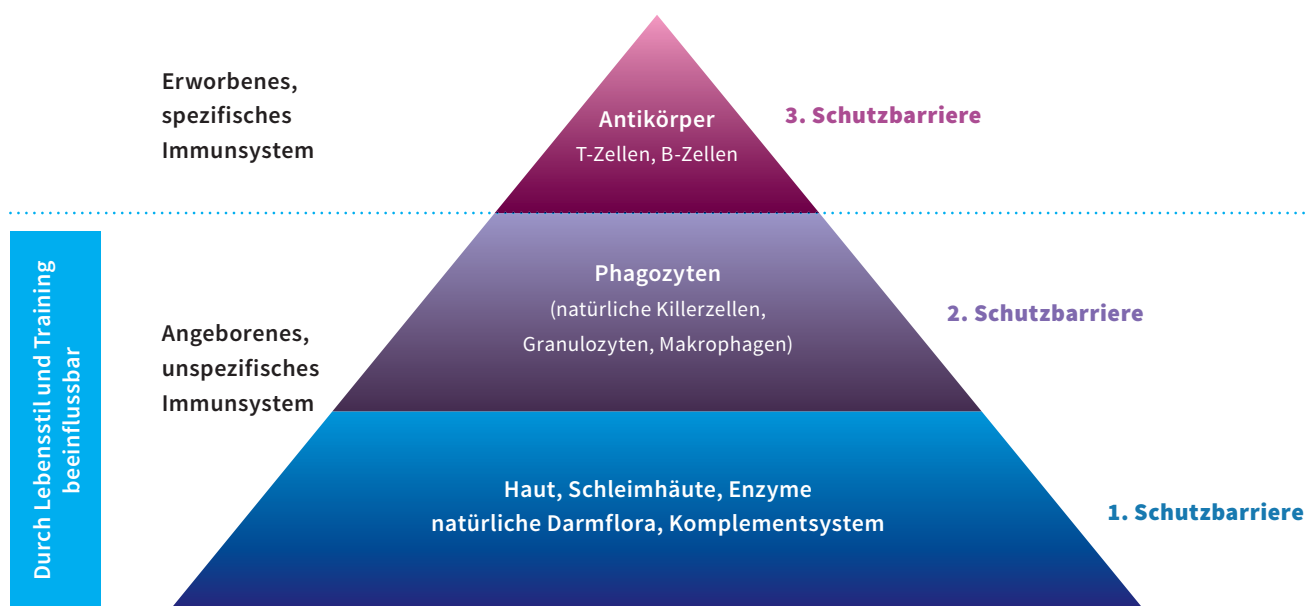
Wie gut die ersten beiden Abwehrbarrieren funktionieren, hängt mehr vom Lebensstil der Person als von ihrem Alter ab. Genügend Schlaf, gesunde Ernährung, nicht rauchen, aktives Ausdauer- und Krafttraining und ein gutes Stressmanagement haben enormen Einfluss auf die Abwehrkraft der ersten beiden Schutzsysteme. Wer diese Abwehrkraft sein Leben lang gepflegt hat, hat eine höhere Wahrscheinlichkeit, im Falle einer Infektion nur einen milden Krankheitsverlauf durchmachen zu müssen, weil einfach weniger Erreger bis ins Zielorgan vordringen.

Die spezifische Abwehrreaktion des Immunsystem eines älteren Menschen reagiert langsamer und weniger variabel auf die grosse Anzahl von Erregern. Im höheren Alter wird das Knochenmark, das für die Produktion der Leukozyten zuständig ist, zunehmend durch Fettgewebe ersetzt. So geht die Zahl der T-Lymphozyten um ca. 25% zurück. Die B-Lymphozyten jüngerer Menschen sammeln fortwährend Mutationen an und können so mit einem breiteren Repertoire auf spezifische Erreger reagieren. Diese Variabilität lässt im Alter nach. Ältere Menschen reagieren deshalb schlechter auf neue Virusmutationen. Die dritte Schutzbarriere ist im höheren Alter also schwächer, deshalb empfiehlt die Schulmedizin gerade älteren Menschen Impfungen. Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, dass die Immunabwehr eines Menschen, egal ob alt oder jung, nicht einfach pauschal an einem Jahrgang festgemacht kann, wie es bei der Einteilung der Risikogruppen bezüglich COVID-19 geschehen ist. Sie ist hochgradig individuell.

Immunsystem und chronischer Stress

Langzeitstress fährt über die durch Cortisol vermittelte Wirkung die Immunantwort herunter. Dadurch wird eine Eintrittspforte für Erreger aller Art geschaffen. Akuter Stress versetzt das Immunsystem zunächst in besondere Alarmbereitschaft und erhöht seine Abwehrkraft. Langfristig wäre eine solche Daueraktivität ▶

Gestaffeltes Abwehrsystem



Einfaches Modell des Immunsystems

jedoch schädlich, da sich die alarmierten Immunzellen gegen den eigenen Körper richten würden (Stichwort: Autoimmunerkrankung). Daher reagiert der Körper auf eine lang anhaltende Cortisolausschüttung mit der Abschwächung der Abwehrkraft. Viele Studien zeigen mittlerweile eine Wirkung von Stress auf verschiedene Zellen des Immunsystems. So ist unter anderem eine reduzierte Zahl an natürlichen Killerzellen nachgewiesen.

Stress stört den Schlaf. Die erste, unmittelbar spürbare Auswirkung einer entgleisten Cortisolausschüttung sind Schlafstörungen. Ein- und Durchschlafstörungen und eine schlechte Schlafqualität ebnen den Weg in einen Teufelskreis: Durch die Müdigkeit am Tage fällt der Umgang mit dem Alltagsstress besonders schwer, was wiederum den Schlaf stört. Auf der hormonellen Ebene sorgt ein gestörter Schlaf für erhöhte Cortisolspiegel, die wiederum das Einschlafen und die Tiefschlafphasen verschlechtern. Unter Dauerstress steigt zudem die Wahrscheinlichkeit für weiteres gesundheitliches Risikoverhalten wie schlechte Ernährung und Bewegungsmangel. Chronischer Stress verschlechtert also die zweite und die dritte Schutzbarriere des Abwehrsystems.

Immunsystem und Rauchen

Es dürfte wohl keine Überraschung sein, dass Rauchen das Immunsystem negativ beeinflusst. Zum einen wird durch starkes Rauchen das Flimmerepithel auf den Schleimhäuten zerstört. Erreger können also die erste Schutzbarriere besser durchbrechen. Forscher haben aber auch herausgefunden, dass bestimmte Abwehrzellen betroffen sind. Gewisse Leukozytenarten aus der unspezifischen Abwehrreaktion arbeiten unter Einwirkung von Nikotin schlechter.

Erstes Fazit:

Der sogenannte «gesunde Lebensstil», d. h. nicht rauchen, ausreichend Schlaf und positiver Umgang mit Stress, sorgt dafür, dass unser Immunsystem dauerhaft gut funktioniert. Dies ist ein langfristiger und lebensbegleitender Prozess!

Sonderfall Autoimmunerkrankungen

Die Liste der Autoimmunerkrankungen ist lang. Allen gemeinsam ist, dass die Zellen des Immunsystems nicht zwischen «körpereigen» und «körperfremd» unterscheiden können und somit auch gesunde, körpereigene Zellen angegriffen werden. Da die Ursachen noch weitgehend ungeklärt sind, können nur Symptome mit Immunsuppressiva behandelt werden, welche das Abwehrsystem drosseln, um der Zerstörung von körpereigenem Gewebe entgegenzuwirken.

Und wie sieht es jetzt mit dem Training aus?

Ganz allgemein stellte NEUMANN bereits 1994 fest, dass inaktive Personen ein höheres Erkrankungsrisiko haben als Personen, die regelmässig ein gesundheitsorientiertes Training absolvieren. Begründet wird dies damit, dass die **Sofortreaktion** des Immunsystems durch den Trainingsreiz stimuliert und somit auch trainiert wird. Im Leistungs- und Hochleistungssport kippt diese positive Reaktion jedoch wieder ins Gegenteil. Mangelnde Zeit für die Regeneration, eine sehr hohe Trainingsdichte, hochintensive Trainingsreize in zu grosser Häufigkeit und Mängel in der Nährstoffversorgung sorgen in der Summe dafür, dass das Erkrankungsrisiko im Leistungssport deutlich erhöht ist.

Unter Ruhebedingung zirkulieren ca. 50% der Leukozyten im Blut. Die anderen 50% haften an den Gefässwänden oder sitzen in den lymphatischen Organen. Die Sofortreaktion beschreibt die Mobilisierung aller Leukozyten. Nach wenigen Minuten zirkulieren diese alle im Blutstrom und bieten während der körperlichen Belastung einen entsprechenden Immunschutz. Aber auch nach Ende der Belastung ist die Menge der Leukozyten immer noch deutlich höher als im Ruhezustand. So konnte z. B. 90 Minuten nach Belastungsende der 9-fache Wert der natürlichen Killerzellen gemessen werden.

Die Professorin BENTE KLARLAND PETERSEN beschrieb 2007, dass muskuläre Botenstoffe, sogenannte Myokine, die Muskelzelle verlassen können und zu Organen wandern, um dort in vielfältiger und gesunder Weise zu wirken. Eines der ersten Myokine, das entdeckt wurde, ist das Interleukin-6 (IL-6), welches das Immunsystem stärkt, indem es für die Vermehrung der natürlichen Killerzellen sorgt. Je intensiver die muskuläre Arbeit, desto höher die Produktion von IL-6. Nach einem Krafttraining konnten dabei höhere IL-6-Werte gemessen werden als nach einem Ausdauertraining. Muskeltraining trägt demnach vor allem dazu bei, unsere unspezifische Immunabwehr zu verbessern. ◀