Zeitschrift: Gesundheitsnachrichten / A. Vogel
Herausgeber: A. Vogel
Band: 77 (2020)
Heft: 3

Artikel: Tatort Immunsystem
Autor: Zehnder, Ingrid
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-914193

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

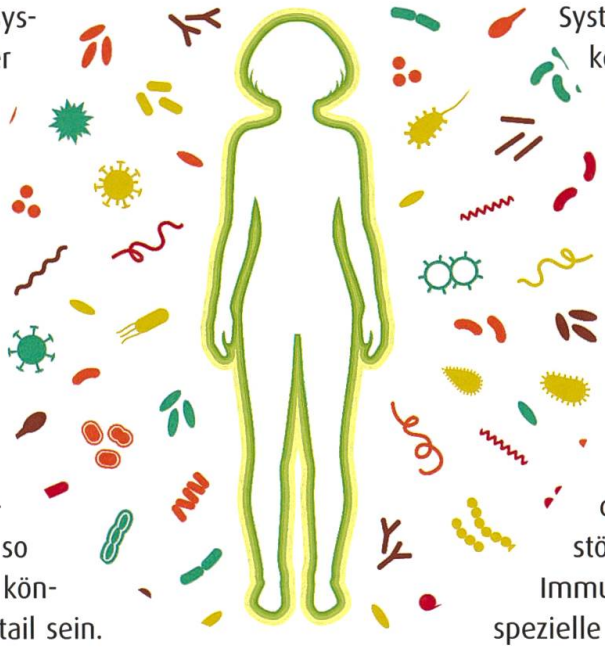
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Tatort Immunsystem

Als Auslöser für Allergien und Autoimmunerkrankungen hört man immer wieder: überschiessendes Immunsystem. Um das verstehen zu können, schauen wir auf einzelne Aspekte der Aktivitäten des Immunsystems.

Text: Ingrid Zehnder

Schwerpunkt «Allergien», Teil 1



Das menschliche Immunsystem ist ein Wunderwerk der Natur von enormer «Vielschichtigkeit, Fragilität und Eleganz», wie es Daniel M. Davis, Professor der Immunologie an der Universität Manchester, formuliert.

So, wie kein Körper dem anderen haargenau gleicht oder keine Gesichtshälfte hundertprozentig wie die andere aussieht, so individuell unterschiedlich können Immunsysteme im Detail sein. Das gilt selbst für eineiige Zwillinge, deren Immunsysteme sich im Laufe eines Lebens verschieden entwickeln. Zwar sind zahlreiche Gene für unsere körpereigene Abwehrkraft von Bedeutung, doch sie hängt nicht nur vom genetischen Erbe ab. Andere Faktoren wie seelische Verfassung, Umwelt, Lebensweise oder Alter haben ebenfalls entscheidenden Einfluss. Es wird selbst diskutiert, ob die Tageszeit, zu der Medikamente eingenommen oder Impfstoffe verabreicht werden, Einfluss auf die Immunantwort nimmt.

Funktionsweise des Immunsystems

Mithilfe einer riesigen Menge an Zellen, Genen, Proteinen und weiteren Komponenten unterscheidet das System zwischen körpereigen und körperfremd, es spürt Infektionserreger auf, es reagiert auf Gefahr, es schiebt Immunreaktionen an und bremst sie ab; es tut das alles gleichzeitig. Und obwohl alles darauf ausgelegt ist, ausschliesslich fremde und schädliche Zellen und Gewebe anzugreifen, können Fehler passieren. Dann werden gesunde Körperzellen zerstört.

Immunzellen sind Zellen, die die spezielle Aufgabe haben, den Organismus vor Krankheiten zu schützen. In dem hochkomplexen System stehen viele Zellarten in komplizierten wechselseitigen Beziehungen, tauschen Informationen aus und stimmen ihre Aktivitäten untereinander ab. Verschiedene Arten von Immunzellen bewegen sich zwischen unseren Organen und Geweben, wandern in Lymphknoten hinein und wieder heraus: Immer mit dem Ziel, Krankheiten möglichst abzuwehren.

Klar ist, dass die Fähigkeit des Körpers, sich zu wehren, nichts Statisches hat, sondern sich ständig verändert. Die Stärke des Immunsystems schwankt unter dem Einfluss von Tageszeit, Stress, psychischer Verfassung und Alter. So ist etwa die Zahl der Immunzellen abends am höchsten; Stress, Schlaflosigkeit

und schwierige Seelenzustände wirken sich negativ aus; bei älteren Menschen werden bestimmte Immunzellen weniger und sind auch nicht mehr so gut in der Lage, Krankheiten zu erkennen.

Das Abwehrsystem, das angeboren ist

Das Immunsystem ist ein komplexes Netzwerk aus verschiedenen Organen, Zelltypen und Molekülen. Eine Form bekommt jeder Mensch von Natur aus mit: die angeborene (auch: unspezifische) Immunantwort. Sie ist die erste – und lange Zeit unterschätzte – Verteidigung gegen Krankheitserreger. Sie ist imstande, die Art eines Erregers zu erkennen und spezialisierte Immunzellen in Gang zu setzen, welche die charakteristischen Strukturen der verschiedenen Mikroorganismen (Pilze, Bakterien, Viren) aufspüren und zerstören. So verfügt das unspezifische Immunsystem u.a. über zahlreiche Arten natürlicher Killerzellen, die sich – grob gesagt – an alles anheften, was schädlich oder körperfremd ist, sowie über viele Arten von Phagozyten bzw. Makrophagen (Fresszellen), die z.B. in der Lage sind, Bakterien zu umschlingen und unschädlich zu machen und selbst Tumorzellen zu zerstören.

Erst seit den 1990er-Jahren haben zahlreiche Forscher auf der ganzen Welt dazu beigetragen, die Mechanismen der angeborenen Immunantwort im Einzelnen genau herauszufinden. Schätzungen besagen, dass etwa 95 Prozent aller Abwehrreaktionen gegen Krankheitserreger vom angeborenen Immunsystem geleistet werden.

Das Immunsystem, das sich entwickelt

Die Zellen des sogenannten spezifischen Immunsystems erkennen über passgenaue Rezeptoren an ihrer Oberfläche, welche «Feinde» sie angreifen müssen. Heften sich diese Rezeptoren an die Aussenhülle eines Bakteriums oder eines Virus, wird eine Immunreaktion in Gang gesetzt. T-Zellen werden durch den Kontakt mit den Erkennungszeichen aktiviert und können B-Zellen anregen, spezifische Antikörper gegen den Auslöser zu bilden.

B-Zellen sind weisse Blutkörperchen, die gefährliche Erreger oder Moleküle neutralisieren können. Dazu produziert die Zelle auf ihrer Oberfläche einen massgeschneiderten Antikörper. Erkennt eine B-Zelle mit dem richtigen Antikörper etwas Fremdes oder trifft auf einen passenden Erreger, teilt sie sich, und der hilfreiche Antikörper wird in grosser Menge produziert. Bei rund 10 Milliarden B-Zellen mit rund 10 Milliarden unterschiedlich geformten Antikörpern ist das Immunsystem bestens ausgerüstet, nahezu alles Fremde und Schädliche zu erkennen.

Jedes Mal, wenn unser Körper gegen eine Infektion ankämpft, behält er ein paar Immunzellen zurück, welche diese Infektion am besten beherrscht haben. Diese langlebigen Zellen – die Gedächtniszellen des Immunsystems – sorgen dafür, dass der Körper bei der zweiten Begegnung mit dem gleichen Erreger schneller fertig wird. (Deshalb wirken Impfstoffe.)

Durch Fehler im System können auch körpereigene oder körperähnliche Merkmale abgespeichert werden. Dann werden gesunde Zellen zur Zielscheibe übereifriger Immunzellen.

Geschwächt nach Masern

Nach einer Maserninfektion ist die Immunabwehr über Monate drastisch geschwächt – gegenüber allen Erregern. Grund: Die Masernviren dezimieren die Gedächtniszellen der Immunabwehr und löschen damit das Immungedächtnis, wie zwei Forschergruppen im Fachmagazin «Science» berichten. Erreger werden dadurch nicht mehr erkannt und selbst der Immunschutz früherer Impfungen wird teilweise aufgehoben.

Der Gedächtnisschwund der Immunzellen gilt nicht bei einer Masernimpfung.

Das seelische Befinden steuert mit

Noch birgt das Immunsystem viele Geheimnisse. Und das nicht nur auf der zellulären oder molekularen Ebene. Man weiss auch nicht genug darüber, wie Körper, Nervensystem, Gehirn und Verhalten sich

Ständiger Stress wirkt sich nachweislich schlecht aufs Immunsystem aus. Berufstätige Mütter z.B. finden sich häufig in Situationen wieder, die sie an ihre Belastungsgrenzen bringen.

gegenseitig beeinflussen. Nachgewiesen ist eine enge Beziehung zwischen einer herabgesetzten Immunreaktion und negativem Stress sowie dem Empfinden von Ärger oder Aggression. Untersuchungen haben gezeigt, dass chronischer Stress und eine schwache Immunantwort in direkter Verbindung stehen. Und zwar über das körpereigene Hormon Cortisol, welches den Körper eigentlich in vielen Situationen, auch gefährlichen oder belastenden, handlungsbereit macht. Gleichzeitig wird das Immunsystem gedämpft, was kurzfristig völlig in Ordnung ist. Anders sieht es bei Dauerstress aus: Cortisol zirkuliert in einer Konzentration im Blut, welche die Wirkung der Abwehrkräfte herabsetzt. Das heisst: Wunden heilen langsamer und Krankheitserreger werden weniger effektiv bekämpft. Stress kann auch allergische Reaktionen verschlimmern.

Ankurbeln und zügeln

Gerade haben wir ein Beispiel gesehen, wie das Immunsystem dauerhaft geschwächt werden kann. Wissenschaftler auf der ganzen Welt haben zahlreiche Aspekte und viele kleine Bausteine der Arbeitsweise des Immunsystems gefunden, erforscht und definiert. Die Frage ist, wie findet der Körper die richtige Balance zwischen bekämpfen und verteidigen?

Ein Beispiel: In unserem Darm gibt es Billionen von Bakterien und eine unbekannte Zahl an Pilzen und Viren. Das Darmmikrobiom ändert sich im Laufe eines Lebens, unter Umständen sogar nach jeder Mahlzeit. Das Immunsystem muss in diesem Milieu imstande sein, tolerant auf Veränderungen zu reagieren und gleichzeitig keine mögliche Gefahr zu übersehen.

Vor unerwünschten Angriffen auf hilfreiche Bakterien und körpereigene Substanzen schützen (nicht nur im Darm) sogenannte «regulatorische T-Zellen», die erst 2001 beim Menschen nachgewiesen werden konnten. Diese Immunzellen unterdrücken die Immunantwort, während «normale» T-Zellen dazu da sind, die Abwehrreaktion in Gang zu setzen. Geregelt wird dies durch ein bestimmtes Gen (FOXP3), von dessen Aktivität abhängt, ob eine normale T-Zelle, deren Aufgabe im Ankurbeln einer Reaktion besteht, sich in eine regulatorische T-Zelle umwandelt, die das Gegenteil tut.

Der Immunologe Prof. Davis äussert die Vermutung, es könne sein, dass wir heutzutage aufgrund moderner Hygiene mit weniger Keimen konfrontiert sind als früher. So könnte sich die Zahl der regulatorischen T-Zellen verringert haben. Dies hätte «ein weniger gut gezügeltes Immunsystem» zur Folge und könnte «die Zunahme an allen möglichen Allergien, einschliesslich Nahrungsmittelallergien, und Autoimmunerkrankungen plausibel erklären».

Populärer drücken es manche Allerologen aus. Sie meinen, dass übertriebene Hygienemassnahmen ein Grund dafür seien, dass das Immunsystem unterbeschäftigt sei, sich langweile und in Ermangelung von Erregern eigentlich harmlose Stoffe aus Umwelt und

Nahrung attackiere. Im Darm gibt es viele weitere Faktoren, welche die Aktivität des Immunsystems regeln. Die gute Nachricht ist: Eine ballaststoffreiche Ernährung gehört dazu. Denn die Bildung regulatorischer T-Zellen wird angeregt, wenn Bakterien Ballaststoffe abbauen.

Anfeuern und abwehren

Eine doppelte Funktion im Immunsystem haben auch die dentritischen Zellen. Ihre verzweigten Ausläufer stehen wie die Äste eines Baumes (griech. Dendron = Baum) vom Zellkörper ab. Sie können die feinen Fortsätze unablässig ausstrecken und wieder einziehen und sind sehr effizient darin, verschiedene Arten von Eindringlingen zu entdecken. Sie kommen im Blut, in der Haut, in den Lymphknoten und fast allen inneren Organen vor. Es gibt vielfältige Variationen; grundsätzlich aber werden zwei Stadien unterschieden.

Einmal die sogenannten «unreifen» dentritischen Zellen, die vor allem an Orten vorkommen, die wie Haut, Magen und Lunge mit der Aussenwelt in Kontakt stehen. Sie durchstreifen den Körper, spüren fremde und unerwünschte Substanzen auf, die sie «verschlucken» und so zerstören. Nach getaner Arbeit wird eine «unreife» Zelle zu einer «reifen» Zelle. Reife dentritische Zellen haben die einzigartige Fähigkeit, die Immunreaktion anderer Immunzellen, etwa der T-Zellen in Milz und Lymphknoten, wirkungsvoll zu aktivieren. So weit, so gut. Doch: Dendritische Zellen können Immunreaktionen nicht nur anstossen, sondern auch verhindern. So sind sie in der Lage, Angriffe auf gesunde Zellen oder Gewebe abzuwehren.

Informationsaustausch durch Botenstoffe

Nicht nur die direkte Kommunikation zwischen den Immunzellen spielt eine Rolle. Ein Heer an löslichen Eiweissen dient der Verständigung zwischen Zellen, Geweben und Organen und der Koordination des gemeinsamen Kampfes aller Beteiligten gegen Angriffe. Es handelt sich um die Hormone des Systems; bezeichnet werden sie als Zytokine. Die Bedeutung der verschiedenen Zytokine – es gibt mehrere Tausend – für das Funktionieren des Körpers ist immens. Sie steuern die Reaktionen sowohl des ererbten als auch des erworbenen Immunsystems. Einige dieser Botenstoffe schalten Immunzellen an, andere schalten sie ab, manche steigern die Zellaktivität, manche mindern sie. Einige wirken entzündungshemmend, andere entzündungsfördernd.

Zytokine gelten auch als Förderer des Zellwachstums sowie der Erneuerung bzw. Nachproduktion absterbender Zellen. Zu den Zytokinen zählen zudem die Interferone und Interleukine – Begriffe, die wir alle schon mal gehört haben. Doch es würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, deren Aufgaben im Einzelnen zu erläutern.

Man kennt bis heute 17 verschiedene Interferone mit ganz spezifischen Aufgaben. Sehr pauschal gesagt, werden sie von verschiedenen Zellen im Körper produziert, um die Ausbreitung einer Infektion im Zaum zu halten oder eine gerade stattfindende Immunantwort zu verstärken.

Interleukine sind Proteine, die zwischen (= inter) verschiedenen Arten von weissen Blutkörperchen (Leukozyten) vermitteln. Etwa 40 Interleukine (IL) sind bisher identifiziert. Sie haben eine Vielzahl an spezifischen, durchaus auch gegensätzlichen Wirkungen. Ein bestimmtes Interleukin (IL-10) kann vor unerwünschten Immunreaktionen schützen, indem es nach einer überstandenen Infektion die Immunantwort abstellt. Es spielt auch eine wichtige Rolle im Darm, denn dort hält es normalerweise Immunzellen in Schach, damit sie nicht auf harmlose Bakterien losgehen.

Allergie-Schwerpunkt

Dieser Artikel ist der **Auftakt zu einer mehrteiligen GN-Reihe**, die sich mit Aspekten von Allergien beschäftigt:

* Ursachenforschung
* Neue Ansätze für Therapie und Prävention
* Versorgungsqualität von Allergiebetroffenen

Schützen und angreifen

Ein Zytokin wird als Tumornekrosefaktor (TNF/TNF-α) bezeichnet, weil seine Eigenschaft, Tumorzellen zu zerstören, zuerst beschrieben wurde. Doch hat der Botenstoff äusserst vielseitige Aufgaben; er wirkt auf den Fettstoffwechsel, die Blutgerinnung, die Insulinresistenz. TNF spielt auch bei allen entzündlichen Prozessen eine wichtige Rolle, denn er löst sie aus und verstärkt sie. Um eine (normale) Abwehrreaktion in Gang zu bringen, ruft TNF verschiedene Immunzellen und weitere (entzündungsfördernde) Zytokine herbei und erzeugt Fieber. Eine lokal erhöhte Konzentration des Signalstoffs führt zu den typischen Entzündungssymptomen wie Rötung, Schwellung, Schmerz.

Bei chronischen entzündlichen Darm-, Gelenk- oder Hauterkrankungen kommt TNF-α in grossen Mengen vor. Durch die andauernde Entzündung wird im Laufe der Zeit das gesamte Immunsystem überstimuliert. Es entstehen Autoimmunerkrankungen, die sich, etwa bei rheumatischen Erkrankungen, gegen körpereigene Gewebe wie Knorpel und Knochen richten.

Nach 20 Jahre langer Forschungsarbeit in Instituten, Laboren und Pharmaunternehmen konnten TNF-Antikörper als Arzneistoffe entwickelt werden. Sie bewirken – leider nicht bei allen Betroffenen – zwar eine Linderung der Beschwerden, aber keine Heilung. Durch die Ausschaltung von TNF wird auch die Produktion anderer entzündungsfördernder Zytokine gedrosselt.

Da TNF zwischen Gehirn und Immunsystem vermittelt und die Schmerzwahrnehmung beeinflusst, können TNF-Hemmer die Schmerzempfindlichkeit und das Gefühl von Abgeschlagenheit und Müdigkeit positiv beeinflussen. Die Blockade des Tumornekrosefaktors hat jedoch einen entscheidenden Nachteil: Der Eingriff ins Immunsystem hemmt dessen Wirksamkeit und schwächt allgemein die Verteidigung gegen Infektionen.

Nur nebenbei sei noch angemerkt, dass auch natürlich vorkommende Substanzen wie Curcumin aus Kurkuma, die Boswelliasäuren im Weihrauch und die Catechine in grünem Tee die Wirkungen von TNF hemmen können (Einnahme nur auf ärztlichen Rat).

Machtvolle Kräfte

Bereits anhand dieser wenigen Beispiele lässt sich erahnen, wie kompliziert, differenziert und verzahnt das Zusammenspiel von verschiedenen Organen, Zelltypen und Molekülen in unserem biologischen Abwehrsystem ist. Weshalb geschehen zu starke oder zu schwache Immunantworten? Warum passieren Fehler im System? Weshalb kommt es zu Überreaktionen, zu Autoimmunkrankheiten und Allergien? Welchen Einfluss haben die Nerven, die Gefühle und auch die Ernährung? Viele Fragen sind noch offen. So mancher Forscher meint, das bisherige Wissen sei nur die Spitze des Eisbergs. Prof. Daniel M. Davis resümiert: «Dennoch ... ist das Immunsystem weit machtvoller als jede Arznei, die wir entworfen haben. Die meisten Krankheitserreger werden von unserem Körper bekämpft, ohne dass wir viel davon mitbekommen.» •

Buchtipp

Interessierten, die sich näher mit der Biologie der Immunzellen und ihrem Potenzial bei der Entwicklung neuer Medikamente beschäftigen möchten, empfehlen wir diese sachkundige und spannende Lektüre:

Daniel M. Davis:

Heilen aus eigener Kraft

Wie ein neues Verständnis unseres Immunsystems die Medizin revolutioniert.

DVA, 2019, geb., 325 Seiten.

Im in England mehrfach als Buch des Jahres ausgezeichneten Werk schildert der Immunologe Prof. Davis lebendig und verständlich Forscherschicksale, Konflikte, Rückschläge, Erfolge, (Nobel-)Preise, neue Medikamente und Zukunftsaussichten seines Forschungsgebietes.