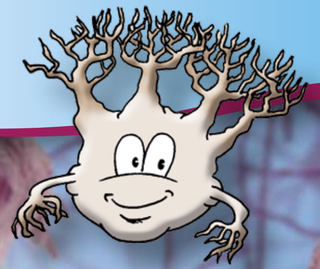


Ihre Meinung ist uns wichtig!

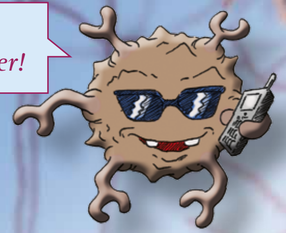
Wie gefällt Ihnen die Broschüre? Auf einer Skala von 1 bis 6 (1 = mangelhaft, 6 = sehr gut).

Wie ist Ihr Gesamteindruck von der Broschüre?	1	2	3	4	5	6
Waren die Inhalte für Sie leicht verständlich?	1	2	3	4	5	6
Waren die Inhalte für Sie informativ?	1	2	3	4	5	6
Waren die Inhalte für Sie relevant?	1	2	3	4	5	6
Wie haben Ihnen die Illustrationen gefallen?	1	2	3	4	5	6

Haben Sie generelle Verbesserungsvorschläge?

Was hätten Sie darüber hinaus noch gern zum Thema Immunsystem gewusst?

Wir sehen uns in der nächsten Ausgabe wieder!



Teva Pharma AG
Basel
Schweiz
www.tevapharma.ch

© Alle Rechte für die Inhalte dieser Broschüre liegen bei Teva Pharma GmbH, Deutschland.
Die Broschüren-Reihe wurde für die Schweiz adaptiert.

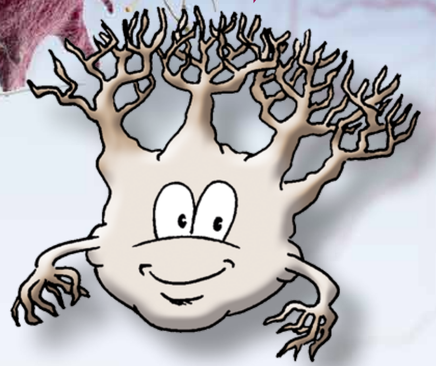
229385 12/2012

Pharma

Das Immunsystem

wissen, verstehen, mitreden

Ich bin ein Oligodendrozyt und in dieser Ausgabe lernen Sie mich und meine Aufgaben kennen.



Wieso, weshalb, warum?

Teil 2 – Die Hauptdarsteller des Immunsystems

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser, liebe Menschen mit MS und liebe Angehörige

Professor Burkhard Becher, PhD
Universität Zürich
Institut für Experimentelle Immunologie

Willkommen zur zweiten Broschüre zum Thema Immunsystem. Nachdem wir im ersten Teil die Grundlagen des Immunsystems aufgezeichnet haben, möchten wir Sie nun auf eine weitere, spannende Entdeckungsreise mitnehmen: Erfahren Sie Wissenswertes über die einzelnen Zellen des Immunsystems und wie diese zusammenarbeiten, um uns vor Krankheitserregern zu schützen. In einzelnen Steckbriefen werden wir Ihnen die Fähigkeiten der verschiedenen Immunzellen anschaulich erklären. Wir zeigen Ihnen darüber hinaus, wie die Zellen des Immunsystems miteinander kommunizieren, bzw. wie sich einzelne Prozesse und Reaktionen im Körper abspielen. Dies ist eine sehr komplizierte Angelegenheit und es ist eigentlich erstaunlich und zugleich faszinierend, dass das Immunsystem in den meisten Fällen so gut abgestimmt funktioniert und nicht viel mehr Menschen an Erkrankungen des Immunsystems leiden. Wir stellen Ihnen in dieser Ausgabe ebenfalls weitere Autoimmunerkrankungen neben der MS vor. Wenn auch die Immunprozesse im Detail sehr unterschiedlich sind, so gibt es dennoch eine Vielzahl an Erkrankungen, an denen das Immunsystem massgeblich beteiligt ist. Das Immunsystem des Menschen ist wie gesagt hoch komplex und faszinierend. Basiswissen zum Immunsystem mit Schwerpunkt Multiple Sklerose lesen Sie auch im Teil 1 unserer vierteiligen Broschürenreihe «Das Immunsystem: Wissen, Verstehen, Mitreden». Begeben Sie sich gemeinsam mit uns auf eine weitere spannende Entdeckungstour. Viel Spass beim Lesen und Erforschen Ihrer körpereigenen Abwehr.

Burkhard Becher

Kommunikation: Die Sprache des Immunsystems

Interview mit Professor Becher, Zürcher Immunologe

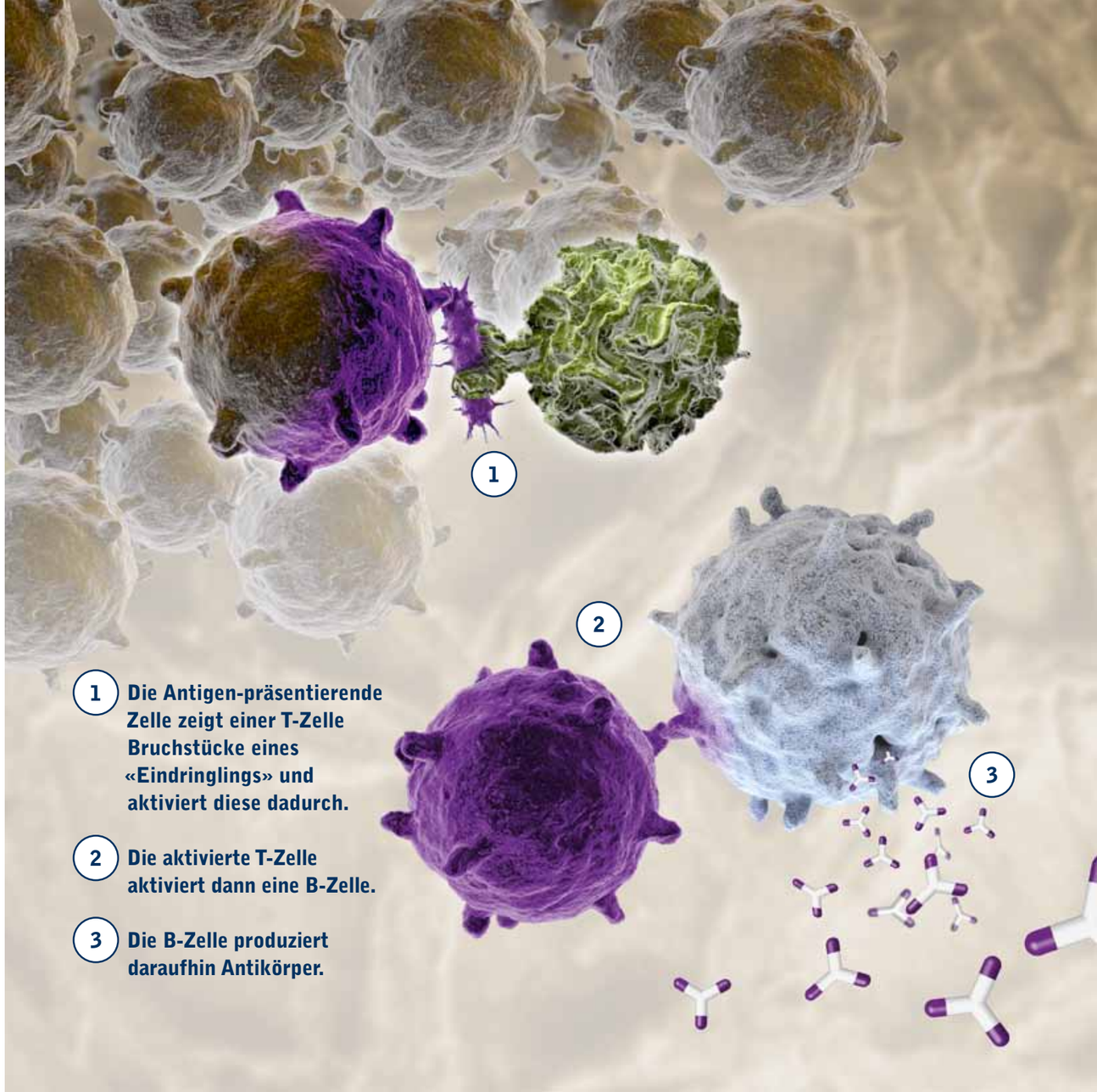
Herr Professor Becher, welche Zellen sind an der Kommunikation des Immunsystems beteiligt?

Das sind eine ganze Menge unterschiedlichster Zellen, die da miteinander «reden» müssen um eine Immunantwort zu steuern. Wie wir in der letzten Ausgabe dargestellt hatten, können wir Immunzellen im Groben in ihrer Funktion unterscheiden. Funktionell unterscheiden wir die Zellen des angeborenen Immunsystems (z. B. Fresszellen wie die Makrophagen) und des adaptiven Immunsystems (Lymphozyten).
Lymphozyten sind die einzigen Zellen, welche zum adaptiven Immunsystem gehören und sind vor allem für das immunologische Gedächtnis verantwortlich, welches wir bei Impfungen stimulieren und ausnutzen. T Lymphozyten reifen im Thymus und B Lymphozyten reifen im Knochenmark heran.
Die B und T Lymphozyten können unterschiedliche Krankheitserreger und andere Eindringlinge erkennen. Allerdings erkennt eine individuelle Lymphozyte lediglich ihren «persönlichen Feind», bspw. einzelne Strukturen in einem Masern- oder einem Influenzavirus. Der Grund, warum es so viele B- und T-Lymphozyten gibt, die unterschiedliche Fremdkörper erkennen, ist, dass jede einzelne Zelle hochspezifisch agiert und jeweils nur auf einzelne kleine Teile oder Strukturen des Eindringlings reagiert. Nur so ist gewährleistet, dass letztlich alle möglichen Krankheitserreger in ihrer Gesamtheit erkannt werden können. Bei der Multiplen Sklerose bedeutet dies zum Beispiel, dass nur wenige einzelne Lymphozyten gegen körpereigene Strukturen im Gehirn reagieren.

Diese beiden Zelltypen des adaptiven Immunsystems, B- und T-Lymphozyten, machen in ihrer Summe etwa 2'000 Milliarden Zellen aus und wiegen in ihrer Gesamtheit ca. 1 Kilogramm, so viel wie das menschliche Gehirn. Dabei ist diese Fülle von Zellen im gesamten Körper verteilt. Zudem kann man sie auch noch weiter unterteilen, aber dazu kommen wir später. Nun ist es aber so, dass weder B noch T Zellen selbständig oder ohne das angeborene Immunsystem funktionieren würden. B Lymphozyten benötigen die Hilfe einer speziellen Gruppe von T Lymphozyten, nämlich den T-Helfer Zellen. T Lymphozyten auf der anderen Seite können nur durch sog. Antigen-präsentierende Zellen (APZ) stimuliert werden. Als APZ fungieren vor allem Fresszellen, wie Makrophagen oder Dendritische Zellen, welche wiederum dem angeborenen Immunsystem angehören. So hängt also jeder Zelltyp und Arm des Immunsystems von einander ab. Das ist alles so ausgeklügelt und es gibt so viele Sicherheits-Checkpunkte, dass nur bei einer echten «Gefahr» das Immunsystem wirklich aktiviert wird.

Das klingt ja recht komplex, wie kommunizieren diese Zellen denn nun miteinander?

Die ganze Angelegenheit wird vor allem dadurch kompliziert, dass die allermeisten Immunzellen nicht an einem Ort im Gewebe festsitzen, sondern recht frei durch den ganzen

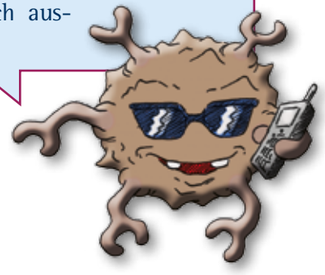


Körper wandern können. Dazu verwenden Immunzellen vor allem die Blutbahn und Lymphgefässe. Nun müssen diese verschiedenen Zellen aber miteinander kommunizieren. Dazu verwenden die Immunzellen eine Sprache, die sich zum einen aus kurzen Zellkontakten und zum anderen, über kleine Distanzen, aus sogenannte Zytokinen zusammensetzt (siehe Box). Zytokine sind lösliche Faktoren, die von einer Zelle gebildet werden und ähnlich wie Hormone wirken. Es gibt weit über 100 verschiede Zytokine, die alle auf eine recht kurze Entfernung wirksam sind und auf andere Zellen wachstumsfördernd, aktivierend oder hemmend wirken. Damit die Kommunikation wirklich reibungslos funktioniert, vor allem auch über gewisse Distanzen, verwenden die Immunzellen auch eine Kombination von den oben genannten Zytokinen. So können recht komplexe Informationen übertragen werden. Zusammengefasst kann man sagen, dass alle Zellen des Immunsystems miteinander in Verbindung stehen. Da das Immunsystem potentiell grossen Schaden anrichten/oder auch vermeiden kann, gibt es einige Kontrollpunkte die zu überwinden sind, damit eine Immunantwort überhaupt gestartet wird.

Wussten Sie, was Zytokine sind?

Hallo, liebe Leser!
Vielleicht erinnern Sie sich noch an mich. Mein Name ist T-Lymphozyt. Man nennt mich auch T-Zelle. In dieser Ausgabe erfahren Sie ja eine ganze Menge über mich und andere Bestandteile des Immunsystems.

Jetzt stelle ich Ihnen neben meinen netten Kollegen unseren offiziellen Postweg vor. Denn wir Zellen kommunizieren zusätzlich über spezielle Botenstoffe – sogenannte Zytokine. Das sind Eiweisse, die massgeblich an einer funktionierenden Immunantwort beteiligt sind und von uns Immunzellen produziert und freigesetzt werden. Zytokine können eine Immunantwort stimulieren oder auch hemmen – sie wirken also ähnlich wie Hormone. Sie sind in der Lage, das Wachstum anderer Zellen anzukurbeln, diese zu aktivieren oder auch genau das Gegenteil. Dafür docken Zytokine an der Oberfläche von anderen Zellen an und geben so das notwendige Signal weiter. Insgesamt gibt es fünf verschiedene Hauptgruppen an Zytokinen. Die bekanntesten sind wohl Interleukine, Interferone und Tumornekrosefaktoren. Sie sehen, auch wir Immunzellen brauchen ein funktionierendes «Nachrichten-System», damit die notwendigen Aktionen auch ausgeführt werden.



Könnten sie uns kurz erklären wie so eine Immunantwort abläuft?

Eine klassische Immunantwort kann man sich wie folgt vorstellen: dringen zum Beispiel durch eine Schnittverletzung in der Haut Bakterien ein, werden dieses vor Ort, also an der Schnittwunde, von so genannten Fresszellen als «nicht Menschenzellen» erkannt und dann regelrecht «aufgefressen». Diese Fresszellen in der Haut sind Makrophagen und dendritische Zellen. Die letzteren fressen aber nicht nur Bakterien, sondern werden durch Bakterien auch aktiviert und wandern mit dem verspeisten Bakterium durch die Lymphe zum nächsten Lymphknoten. Und da geht es dann erst richtig los. Denn in den Lymphknoten sind alle Zellen, die an einer Immunantwort beteiligt sind, vorhanden. Lymphknoten sind eigentlich die Kommandozentralen, in denen andere Zelltypen des Immunsystems, vor allem aber die B und T Lymphozyten, darauf warten, dass ein solcher Angriff über die Haut stattfindet. Sind die Fresszellen einmal dort angekommen, präsentieren sie nun Stücke des aufgenommen Bakteriums an ihrer Oberfläche. Aus allen anwesenden T-Zellen erkennt nun eine T-Zelle dieses spezifische Stück des Bakteriums. Wenn es sich also um die «richtige» T-Zelle handelt, dann werden weitere Signale zwischen diesen beiden Zellen (also der T Zelle und der dendritischen Zelle) ausgetauscht. Die Folge ist eine starke Vermehrung dieser einzelnen T-Zelle. So entstehen aus einer einzigen T-Zelle, die dieses fremde Stück erkannt hat, mehrere tausend T-Zellen mit der gleichen Spezifität bzw. Fähigkeit, genau dieses fremde Stück Bakterium zu erkennen.

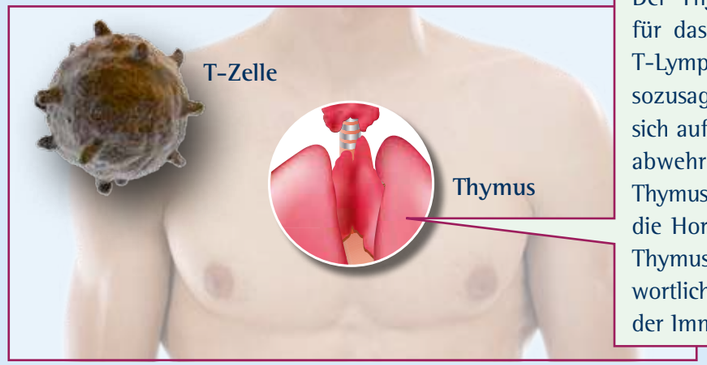
Moment kurz, aber welcher Typ einer T-Zelle wurde nun eigentlich aktiviert?

Hier werden zwei verschiedene Hauptklassen von T-Zellen unterschieden. So gibt es T-Killerzellen, die Virus-infizierte Zellen und Tumorzellen erkennen und zerstören. Daneben gibt es aber auch die T-Helferzellen, die die Aufgabe haben, B-Zellen zu aktivieren, und das Verhalten von Fresszellen zu steuern. Ein besonderer Typ der T-Helferzellen wird auch regulatorische T-Zellen genannt.
Neben den aktivierten T-Zellen haben auch B-Zellen eine wesentliche Funktion bei der Immunantwort. Auch bei den B-Zellen gibt es nur eine von 100'000, die zum Beispiel ein Stück eines Bakteriums erkennen können und schliesslich aktiviert werden und sich vermehren. Dabei haben B-Zellen nach ihrer Vermehrung eine ganz besondere Aufgabe: Sie können Antikörper produzieren, sind quasi kleine «Antikörper-Fabriken». Diese Antikörper werden ins Blut freigesetzt und haben alle die

Wussten Sie eigentlich, was T-Zellen sind?

T-Zellen stammen aus dem Thymus und erkennen fremde Strukturen, zum Beispiel Mikroorganismen, immer nur in Form von Bruchstücken. Diese Bruchstücke werden den T-Zellen von Antigen-präsentierenden Zellen gezeigt. Dabei gibt es eine unvorstellbare Zahl an T-Zellen, die alle etwas anderes erkennen können und darauf reagieren.

T-Zellen lassen sich in zwei Untergruppen unterteilen: die Killerzellen und T-Helferzellen (Th-Zellen), die ihrerseits mehr oder weniger aggressiv sein können. Beispielsweise regulieren sogenannte regulatorische T-Zellen eine Immunantwort und sorgen dafür, dass alles unter Kontrolle bleibt. Im Gegensatz dazu produzieren auto-aggressive Zellen Zytokine, wie das GM-CSF, welches in klinischen Studien bei der MS gerade neutralisiert werden soll. All diese Zellen zirkulieren ständig im Blut und in der Lymphe und machen hier und da einen Stopp im Lymphknoten oder der Milz – ständig auf der Suche nach Eindringlingen.



Der Thymus ist ein sehr wichtiges Organ für das Immunsystem. In ihm werden die T-Lymphozyten geprägt. Der Thymus ist sozusagen die Schule, in der die T-Zellen sich auf ihre wichtige Aufgabe – die Immunabwehr – vorbereiten. Ausserdem ist der Thymus auch eine endokrine Drüse. Er ist für die Hormonproduktion vom Thymosin und Thymusfaktor bzw. Thymopoetin verantwortlich. Diese Hormone steuern die Reifung der Immunzellen in den Lymphknoten.

gleiche Spezifität, erkennen also alle das gleiche Antigen (z. B. präsentiertes Stück eines Krankheitskeimes). So entstehen zum Beispiel auch Antikörper gegen Viren von klassischen Kinderkrankheiten, die im späteren Leben, bei Wiederinfektion erkannt werden und keine erneute Erkrankung mehr auslösen können.

Und wozu dienen primäre und sekundäre Lymphorgane und wie sind sie organisiert?

In den sekundären Lymphorganen, zu denen die Lymphknoten und die Milz zählen, treffen sich die Immunzellen, um eine Immunantwort zu starten und diese zu regulieren. Ein echter «Meeting-Point». In den primären Lymphorganen hingegen werden die Immunzellen sozusagen «geprägt». Dazu gehören der Thymus und das Knochenmark.

Wie finden Immunzellen überhaupt infizierte Herde?

Das kann man sich wie folgt vorstellen: nehmen wir zum besseren Verständnis wieder eine Verletzung in der Haut, in die Bakterien eingedrungen sind. Die vor Ort sitzenden Fresszellen (Entzündungszellen) setzen nach Aufnahme des Bakteriums so genannte Chemokine frei, dies sind auch Zytokine mit der Fähigkeit Zellen anzulocken. Diese Stoffe locken die in den sekundären lymphatischen Organen aktivierten Lymphozyten zum Entzündungsherd. Neben diesen Lockstoffen gibt es zusätzlich Klebemoleküle (Zell-Adhäsions-Moleküle), die auf Gefässinnenseiten wie zum Beispiel den Blutgefässen sitzen und regelrecht klebrig auf Lymphozyten wirken. Aktivierte Lymphozyten, die zum Entzündungsherd gewandert sind und durch Lockstoffe angezogen wurden, bleiben nun vor Ort an diesen Klebemolekülen haften und können dann ihre Arbeit erledigen.

Eine letzte Frage: Wie kann man in den Kommunikationsprozess des Immunsystems eingreifen und dies zu therapeutischen Zwecken nutzen?

Das ist natürlich dann relevant, wenn versehentlich eine Autoimmunerkrankung ausgelöst wurde. Zum Beispiel kann man dann versuchen, Zytokine, also die löslichen Botenstoffe, die eine Entzündung auslösen, abzufangen. Ein bestimmtes Zytokin, Tumor-Nekrose-Faktor (TNF) genannt, ist so ein essenzielles Zytokin bei einer Entzündungsreaktion. Genau dieses Zytokin kann man mit entsprechend hergestellten monoklonalen Antikörpern neutralisieren, wenn diese Antikörper genau das Zytokin abfangen können, also den entsprechenden Rezeptor (Schlüssel für das Schloss) besitzen. Die Folge ist, dass dieses Zytokin gebunden vorliegt und somit keinen Schaden bzw. keine Entzündungsreaktion mehr auslösen kann. Diese Therapieform wird vor allem bei der rheumatoiden Arthitis angewandt. Antikörper gegen das Zytokin Interleukin-17 sind sehr vielversprechend vor allem bei der Schuppenflechte, aber auch bei der MS sind die ersten Studien vielversprechend.
Darüber hinaus können auch andere Botenstoffe über Medikamente blockiert werden oder auch Zellen des Immunsystems in ihrer Funktion geradezu umprogrammiert werden. In der Krebstherapie zum Beispiel will man das Immunsystem auf Krebszellen aufmerksam machen und dabei werden zum Beispiel regulatorische Z-Zellen ausgeschaltet. Je mehr wir Forschenden nun aber über die Kommunikation zwischen Immunzellen lernen, umso besser und gezielter können wir in die Prozesse eingreifen.

Vielen Dank für das Interview, Herr Professor Becher!

Eine Fresszelle nimmt das Bakterium in sich auf und verdaut es. Teile des Bakteriums setzen sich auf der Oberfläche der Fresszelle ab.

Die Balance aus Toleranz und Fremdabwehr ist eine feine Linie

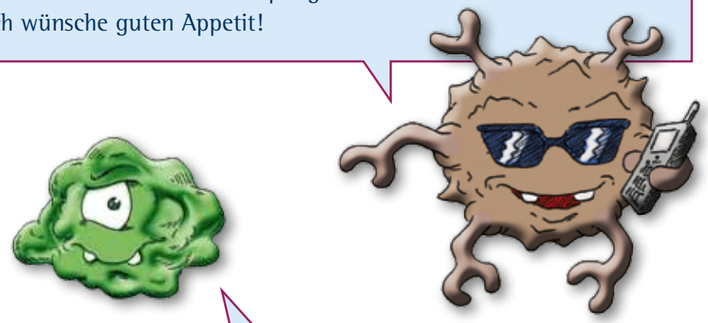
Bericht von Professor Becher, Immunsystem-Experte

Jede T-Zelle hat, wie bereits erläutert, ihre eigene Spezifität. Wenn T-Zellen im Knochenmark hergestellt werden, bekommen sie eher zufällig ihre eigene Spezifität. Über diesen «Zufallsgenerator» werden aber auch Zellen hergestellt, die körpereigenen Zellen gefährlich werden können, da sie diese fälschlicherweise als fremd einstufen. Der grösste Teil dieser «gefährlich programmierten Zellen» wird sofort wieder zerstört, man spricht hier auch von zentraler Toleranz, also die Eliminierung autoreaktiver oder autoaggressiver Zellen (= gegen körpereigene Strukturen richtende Zellen) gleich bei ihrer Entstehung. Aber dieses System ist nicht 100%ig zuverlässig. Immer wieder gelingt es manchen Zellen zu entschlüpfen, die dann später gefährlich werden und einen Schaden im Körper anrichten können – eben Autoimmunerkrankungen, am bekanntesten hier sicher auch der Diabetes Typ 1.
In vielen Fällen jedoch gelingt es dem menschlichen Immunsystem, diese gefährlichen bzw. Autoaggressiven Zellen an Autoimmunprozessen zu hindern, da insbesondere die regulatorischen T-Zellen, die im Übrigen auch dem Zufallsgenerator unterliegen, eingreifen. Die regulatorischen T-Zellen erkennen die körpereigenen Strukturen und schützen diese, wenn sie «fälschlicherweise» attackiert wer-

Wussten Sie, was Fresszellen sind?

Jetzt stelle ich Ihnen einen sehr hungrigen Zeitgenossen vor: die Fresszelle (Makrophagen). Sie ist in der Lage, lebende oder tote Gewebeteile und Organismen aufzunehmen und regelrecht zu verdauen. Sie kann sich völlig frei im Blut sowie in den Zwischenräumen von Geweben bewegen.

Sie ist immer zur Stelle, wenn Eindringlinge wie Viren oder Bakterien es sich im menschlichen Körper gemütlich machen wollen.
Ich wünsche guten Appetit!



Ich bin eine Fresszelle!

Wussten Sie, was B-Zellen sind?

B-Zellen entstehen im Knochenmark und wandern dann in die Milz, die Lymphknoten und auch in das Blut ein. Sie sind Vorläufer der Antikörper-Fabriken, der sogenannten Plasmazellen. Genau so wie T Zellen sind B Zellen hochspezifisch und können nur durch ein bestimmtes Molekül aktiviert werden. Wurde zum Beispiel eine B-Zelle durch die Struktur eines bestimmten Virus aktiviert, vermehrt diese sich und es entstehen Antikörper-Fabriken (Antikörper produzierende B-Zellen). Die Antikörper der B-Zellen werden ins Blut abgegeben. Sie haben die gleiche Spezifität wie die Rezeptoren, mit denen die B-Zelle zunächst das Virusfragment erkannt hatte. Gewissermassen hatte das Virus also die B-Zellen «ausgewählt», die es dann durch ihre Antikörper zerstören. Aus einigen der aktivierten B-Zellen entstehen aber auch Gedächtniszellen, die diese gelernte Information in sich tragen und somit für spätere Immunantworten schnell zur Verfügung stehen.

den. Aktivierte regulatorische T-Zellen unterdrücken somit aktiv Autoimmunprozesse.
Wichtig zu wissen ist ferner, dass das menschliche Immunsystem ein dynamisches System ist, das heisst, die relativen Anteile der Zelltypen ändern sich ständig. So entstehen zum Beispiel nach jeder Infektion spezielle Gedächtniszellen, die sich an die Eindringlinge auch in Zukunft «erinnern» können – man spricht hier auch tatsächlich vom immunologischen Gedächtnis. Dieses Prinzip ist zudem die Grundlage der Impfung – einmal geimpft, bilden sich aus einigen wenigen B-Zellen, die sich zunächst vermehren und dann zum Teil zu Antikörper-Fabriken werden, Gedächtniszellen. Diese können auch noch nach Jahrzehnten genau diesen Eindringling erkennen und dann noch schneller eine Immunantwort in Gang setzen, während das bei einer Erstinfektion etwa eine Woche dauert. Die Zusammensetzung des Immunsystems ist daher einer ständigen Veränderung unterworfen, «immer im Fluss», nicht als statisch zu betrachten.

Allergien sind im Gegensatz zu Autoimmunerkrankungen eher überschiessende, zu starke Immunantworten. Bei Allergien reagiert das Immunsystem auf spezielle Eindringlinge/Fremdkörper mit einer viel zu starken Immunantwort.

Blick über den Tellerrand: Parallelen zu anderen Erkrankungen

Was macht das Immunsystem sonst noch?

«Extrem-Beispiele»: Wenn das Immunsystem unter Druck gesetzt wird

Das menschliche Immunsystem ist rund um die Uhr aktiv. Dennoch wird es in ganz besonderen Fällen extrem stark gefordert. Drei Beispiele dazu finden Sie nachfolgend:

Grippe

Was:
Die «echte» Grippe wird auch als Influenza bezeichnet und wird durch Viren ausgelöst. Sie ist nicht zu verwechseln mit einer «normalen» Erkältung, die durch Bakterien oder andere Viren verursacht wird und in ihren Symptomen schwächer ausgeprägt ist. Durch Tröpfchen- oder Schmierinfektion werden Grippe-Viren übertragen. Ist das Virus einmal in den Körper eingedrungen, vermehrt es sich schlagartig. Auf der Virusoberfläche finden sich bestimmte Moleküle (Antigene), die von ganz bestimmten B-Zellen erkannt werden. Ist dies der Fall, wird eine klassische Immunantwort ausgelöst und die Nachkommen der B-Zelle produzieren massenhaft Antikörper (und werden somit zur «Antikörper-Fabrik»). Dieser Prozess dauert allerdings bei einem ersten Kontakt in der Regel mehrere Tage. Erst bei einem möglichen Zweitkontakt können die übrig gebliebenen Gedächtniszellen diese Antigene schneller erkennen und damit die Viren bekämpfen.

Diesen Prozess macht man sich übrigens bei der Impfung zunutze: Mit der Impfung werden inaktive Teile eines Grippevirus verabreicht, welche eine Erkrankung nicht mehr auslösen können, aber dennoch das Immunsystem zur Antikörperproduktion anregen. Somit ist man gegen dieses spezielle Virus «immun». Allerdings gibt es zahlreiche verschiedene und immer wieder neue Formen des Grippe-Virus, weshalb die Impfung jährlich aufgefrischt werden sollte.

Wer:
Von einer echten Grippe sind vor allem schwache, ältere Personen (über 60 Jahre) oder Kinder und Personen betroffen, die bereits an einer Grunderkrankung wie Bluthochdruck oder Asthma leiden. Junge und gesunde Menschen lassen sich aus Solidarität gegenüber den Risikogruppen impfen. Empfehlungen über eine mögliche Impfung sind beim BAG erhältlich.

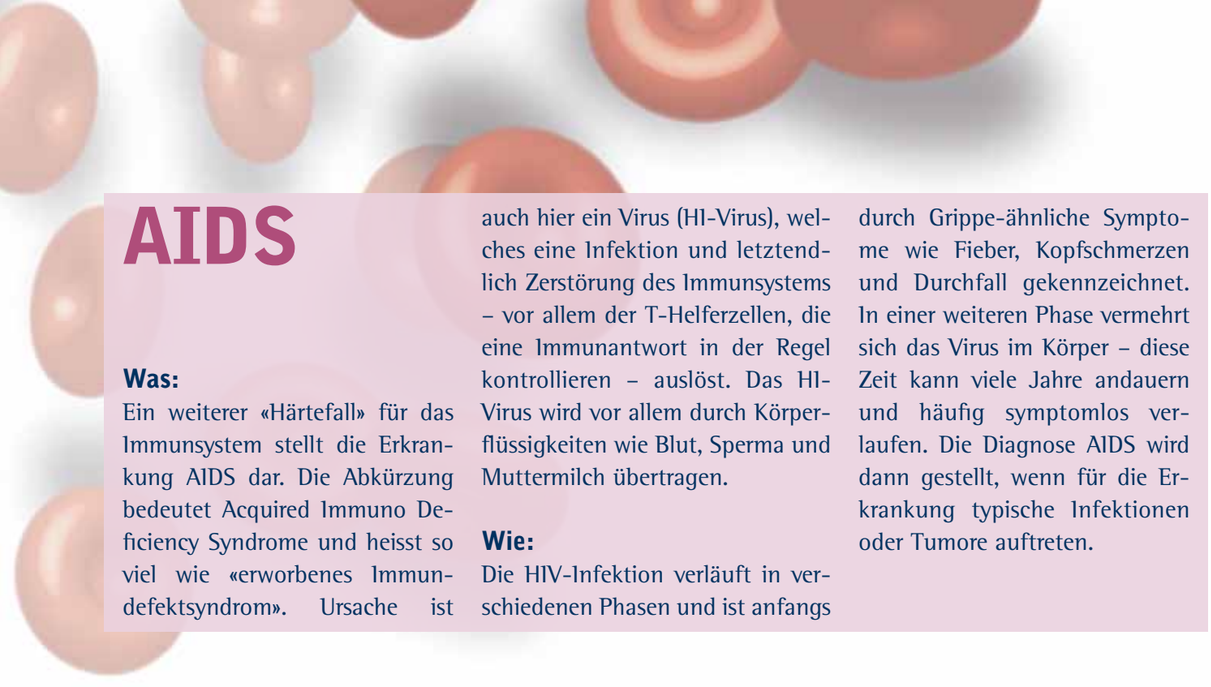
Wie:
Klassische Symptome sind rasch einsetzendes hohes Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen, Schüttelfrost. Dadurch wird das Immunsystem so stark geschwächt, dass der Körper für weitere schwere Infektionen anfälliger wird.

Krebs

Was:
Auch in der Entstehung verschiedener Krebsarten spielt das menschliche Immunsystem eine grosse Rolle. Eine Krebszelle – ganz gleich welcher Art – ist gekennzeichnet durch unkontrolliertes Wachstum, das heisst bösartige Gewebeneubildung. Krebs ist daher auch eine Art Sammelbegriff für eine grosse Anzahl an Erkrankungen, bei denen das menschliche Gewebe unkontrolliert wächst. Die Krebszellen – die ja von ganz normalen Körperzellen abstammen – werden aber häufig nicht vom Immunsystem als fremd erkannt und somit ist das Immunsystem oft nicht in der Lage, aktiv gegen Krebszellen zu werden. Gleichzeitig können viele Krebszellen aktiv verhindern, dass T-Zellen aktiviert werden oder sogar die Bildung von regulatorischen T-Suppressorzellen auslösen. Somit wird eine normale Immunreaktion gar nicht erst ausgelöst und Krebszellen können sich ungehindert ausbreiten. Allerdings gewinnt das Immunsystem häufig den Kampf gegen neu entstehende Krebszellen in einer frühen Phase, ohne dass wir es bemerken. In neuerer Zeit werden zudem auch Impfstrategien gegen bereits ausgewachsene Tumoren entwickelt, z. B. gegen das Melanom. Ein gesundes Immunsystem ist also durchaus wichtig für die Krebsabwehr.

Wer:
Grundsätzlich kann jeder Mensch im Laufe seines Lebens an Krebs erkranken. Allerdings treten einige Krebsformen gehäuft bei älteren Menschen, Frauen (Brustkrebs), Männern (Prostatakrebs) oder Rauchern (Lungenkrebs) auf. Es werden genetische Faktoren in Kombination mit äusseren Einflüssen wie Rauchen, Ernährung oder Strahlungsbelastungen als Grund der Entstehung diskutiert.

Wie:
Die Folgen und damit Symptome einer Krebserkrankung sind sehr unterschiedlich und individuell zu betrachten. Häufig treten undefinierte Schmerzen, Blut im Urin oder Stuhl sowie Gewichtsverlust auf.



AIDS

Was:
Ein weiterer «Härtefall» für das Immunsystem stellt die Erkrankung AIDS dar. Die Abkürzung bedeutet Acquired Immuno Deficiency Syndrome und heisst so viel wie «erworbenes Immundefektsyndrom». Ursache ist auch hier ein Virus (HI-Virus), welches eine Infektion und letztendlich Zerstörung des Immunsystems – vor allem der T-Helferzellen, die eine Immunantwort in der Regel kontrollieren – auslöst. Das HI-Virus wird vor allem durch Körperflüssigkeiten wie Blut, Sperma und Muttermilch übertragen.

Wie:
Die HIV-Infektion verläuft in verschiedenen Phasen und ist anfangs durch Grippe-ähnliche Symptome wie Fieber, Kopfschmerzen und Durchfall gekennzeichnet. In einer weiteren Phase vermehrt sich das Virus im Körper – diese Zeit kann viele Jahre andauern und häufig symptomlos verlaufen. Die Diagnose AIDS wird dann gestellt, wenn für die Erkrankung typische Infektionen oder Tumore auftreten.

Info Immunsystem

Die normale Anzahl an Lymphozyten im Blut liegt bei 4'000 bis 10'000 pro Mikroliter. Ist diese Anzahl verringert, spricht man von einer Lymphopenie. Dies kann unter anderem durch Infekte, bösartige Veränderungen des Knochenmarks, aber auch durch Immunsuppressiva ausgelöst werden. Im Gegensatz zur Immunsuppression werden bei einer Immunmodulation die Funktionen des Immunsystems nur vermindert und nicht vollständig unterdrückt. Dadurch ist der Körper eher in der Lage, Krankheitserreger abzuwehren.

Steckbrief Autoimmunerkrankungen: MS und weitere

Autoimmunerkrankungen sind gekennzeichnet durch eine fehlgeleitete, lokal oft sehr heftige Immunreaktion, die oftmals in Schüben auftritt. Die Zellen des Immunsystems können nicht mehr zwischen «selbst» und «fremd» unterscheiden und greifen fälschlicherweise körpereigene Strukturen an. Bei der MS wird die Myelinscheide der Nervenfortsätze durch körpereigene Abwehrzellen angegriffen.

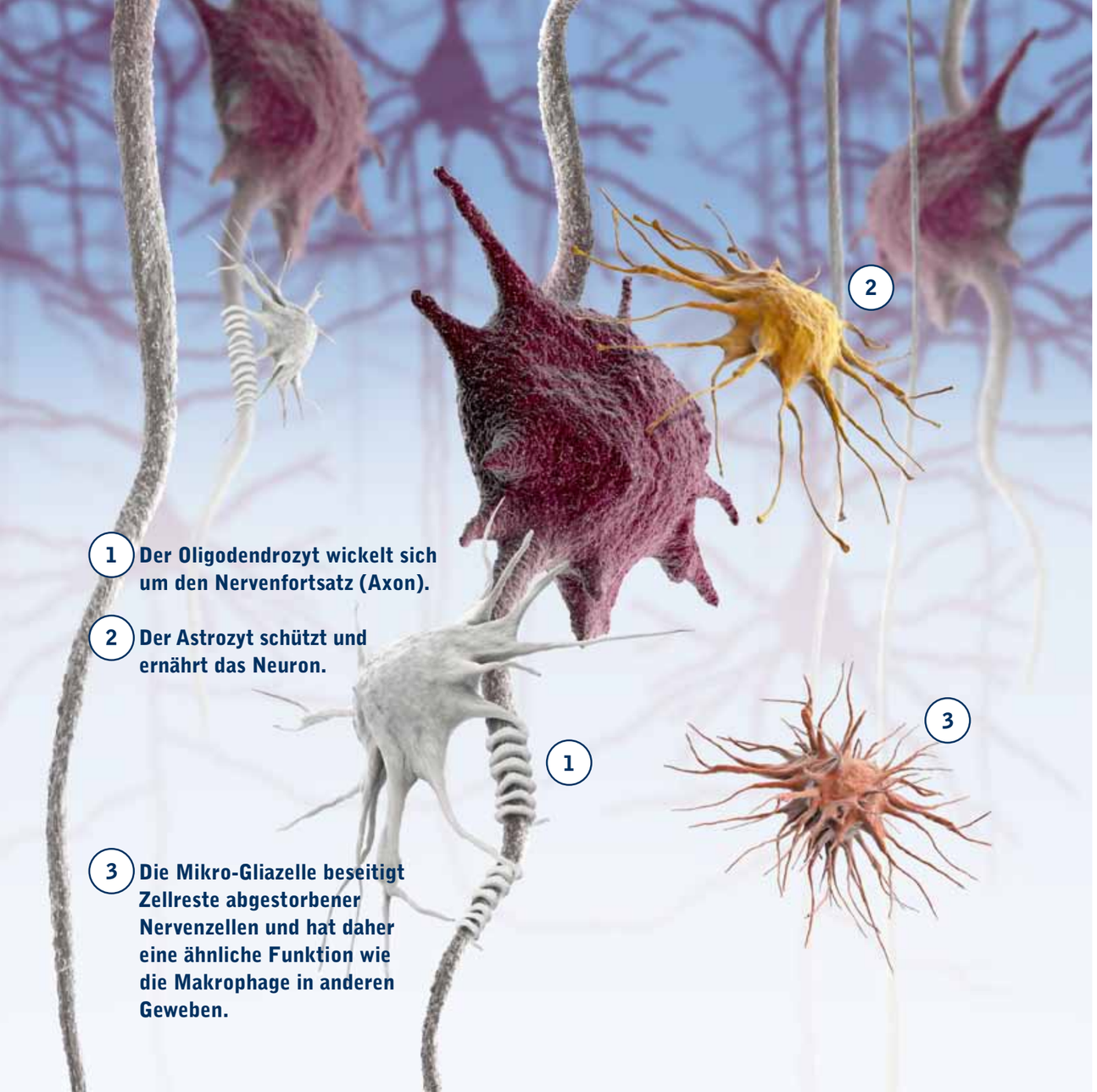
Hier vier Steckbriefe von Autoimmunerkrankungen:

Multiple Sklerose

Was:
Multiple Sklerose ist eine chronisch-entzündliche und degenerative (= mit Zellverlust einhergehende) Entmarkungserkrankung des Nervensystems. Multiple Sklerose zählt zu den Autoimmunerkrankungen, da sich körpereigene Abwehrzellen fälschlicherweise gegen die Myelinscheiden der Nervenfortsätze im gesamten zentralen Nervensystem richten. Myelinscheiden sind isolierende Hüllen der Nervenfasern und sichern somit eine schnelle und reibungslose Weiterleitung von Informationen im zentralen Nervensystem. Auch das Gehirn kann in Mitleidenschaft gezogen sein, wenn Abwehrzellen des Immunsystems die Blut-Hirn-Schranke überwinden. Die Multiple Sklerose verläuft zumeist schubförmig. Nach einem Schub und der damit einhergehenden Attacke auf die Nervensubstanz setzt im Laufe einer gewissen Zeit (manchmal Tage oder auch Monate) eine Besserung der Ausfälle ein. An den Entzündungsherden bildet sich ein verhärtetes Narbengewebe. Multiple Sklerose bedeutet daher wörtlich übersetzt «vielfache Verhärtung». Das kann zu dauerhaften Einschränkungen der Nervenfunktionen führen.

Wer:
Die Multiple Sklerose ist eine der häufigsten neurologischen Erkrankungen und betrifft Frauen fast dreimal so häufig wie Männer. In der Schweiz sind ca. 143 von 100'000 Personen betroffen.

Wie:
Die ersten Symptome treten in der Regel zwischen dem 15.–40. Lebensjahr auf. Die beschriebenen entzündlichen Prozesse führen zu einer Störung der Nervenleitung und dem Verlust der Zellen des Zentralnervensystems. Dies wiederum kann typische neurologische Funktionsstörungen wie Sehstörungen, Gleichgewichtsstörungen, Lähmungen, Spastiken bis hin zur Fatigue und Depressionen zur Folge haben.



1 **Der Oligodendrozyt wickelt sich um den Nervenfortsatz (Axon).**

2 **Der Astrozyt schützt und ernährt das Neuron.**

3 **Die Mikro-Gliazelle beseitigt Zellreste abgestorbener Nervenzellen und hat daher eine ähnliche Funktion wie die Makrophage in anderen Geweben.**

Wussten Sie, was eine Gliazelle/Myelin ist?

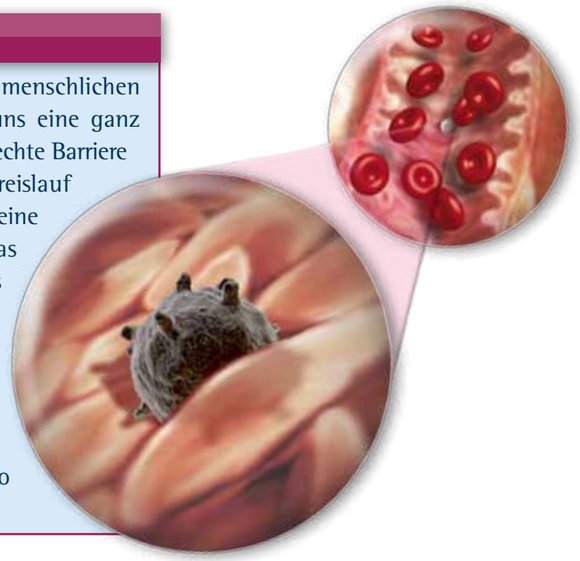
Es gibt eine ganze Reihe verschiedener Gliazellen. Das sind wichtige Zellen des zentralen Nervensystems, die sich von den Nervenzellen (Neuronen) unterscheiden. Es handelt sich um Zellen, die eine stützende und strukturgebende Funktion haben, aber auch um Zellen, die wichtige Stoffwechselfunktionen im Gehirn übernehmen oder als Immunzellen aktiv sind. Gliazellen kann man in drei Gruppen einteilen: Oligodendrozyten haben beispielsweise lange Ausläufer und wickeln sich wie ein Isolierband um die Nervenfortsätze (= Axone) und isolieren diese, damit die elektrische Reizleitung schneller und besser funktioniert. Gerade bei der Multiplen Sklerose spielen diese Zellen eine ganz entscheidende Rolle, da sich das Immunsystem gegen genau diese Isolierung richtet und diese Zellen angreift.

Eine weitere Gruppe von Gliazellen sind die Astrozyten, die an der Bildung der Blut-Hirn-Schranke beteiligt sind. Astrozyten schützen und nähren zudem Neuronen. Die dritte Gruppe der Gliazellen sind die Mikro-Gliazellen, auch Makrophagen oder Fresszellen des Gehirns genannt.

Wussten Sie, was die Blut-Hirn-Schranke ist?

Auch wenn wir Immunzellen ganz schön mobil im menschlichen Körper unterwegs sind, so gibt es doch auch für uns eine ganz natürliche Grenze: die Blut-Hirn-Schranke. Sie ist eine echte Barriere aus ganz bestimmten Zellen zwischen dem Blutkreislauf und dem Gehirn. Denn nur so ist sichergestellt, dass keine krankmachenden Stoffe und Krankheitserreger in das Gehirn einwandern. Diese Schranke dient quasi als echter Filter und lässt im Normalfall nur Nährstoffe für das Gehirn durch.

Bei der Multiplen Sklerose ist etwas ganz anderes der Fall: Hier können diverse Zellen des Immunsystems fälschlicherweise diese Schranke überwinden und so Entzündungsprozesse im Gehirn auslösen.



Steckbrief Autoimmunerkrankungen: MS und weitere

Morbus Crohn

Was:
Morbus Crohn und Colitis ulcerosa gehören zu den chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen (CED). Während beim Morbus Crohn oft weite Teile des Darmtrakts von entzündlichen Prozessen betroffen sind, beginnt die Colitis ulcerosa typischerweise im Mast- und Dickdarm und ist auf die Darmschleimhaut begrenzt. Morbus Crohn und Colitis ulcerosa sind Autoimmunerkrankungen des Darmes, das bedeutet, körpereigene Immunzellen richten sich fälschlicherweise gegen die eigenen Darmzellen und -flora und setzen so einen Entzündungsprozess in Gang.

Wer:
Beide Geschlechter sind von CED in etwa gleich häufig betroffen. CED werden vor allem bei Menschen zwischen dem 15. und dem 35. Lebensjahr zum ersten Mal diagnostiziert. Etwa 150 bis 200 von 100'000 Menschen sind betroffen.

Wie:
Symptome sind vor allem Bauchschmerzen, blutiger Durchfall, Stuhlinkontinenz, Fieber, Übelkeit und Erbrechen. CED treten in Schüben auf.

Psoriasis

Was:
Psoriasis wird auch als Schuppenflechte bezeichnet und ist eine Systemerkrankung, die sich primär an Störungen der Haut manifestiert. Auch die Psoriasis ist eine Autoimmunerkrankung und man geht davon aus, dass besonders aggressive T-Lymphozyten die Entzündungsreaktion der Haut verstärken und ein übermässiges Wachstum der Hautzellen fördern. Daneben sind häufig die Gelenke – ähnlich einer rheumatoiden Arthritis – betroffen.

Wer:
Hier sind ebenfalls beide Geschlechter gleich stark betroffen. Die Erkrankung tritt bei jungen und älteren Menschen gleich häufig auf. Man geht davon aus, dass 1,5 bis 3 Prozent der Bevölkerung an einer Psoriasis leiden.

Wie:
Stark schuppende Stellen an Knie, Kopfhaut und Ellenbogen sind typisch für diese Erkrankung, es können aber auch andere Organe, Gelenke (= Psoriasis Arthritis) oder die Augen betroffen sein. Neben besonderen Ernährungsformen und Salben oder Cremes existieren auch Licht- und Badetherapien.

Rheuma

Was:
Die rheumatoide Arthritis – im Volksmund auch kurz «Rheuma» genannt – ist die häufigste entzündliche Erkrankung der Gelenke. Auch hier liegen Autoimmunprozesse zugrunde, bei denen zunächst die Knochenhäute in Gelenken von eigenen Immunzellen angegriffen und letztendlich sogar die Knochen geschädigt werden.

Wer:
Frauen sind dreimal häufiger betroffen als Männer – man geht von ca. 800'000 Erkrankten allein in Deutschland aus. In der Regel tritt die rheumatoide Arthritis bei Frauen ab dem 55. und bei Männern ab dem 65. Lebensjahr auf.

Wie:
Schmerzen, Schwellungen, Versteifungen und später Deformationen der Gelenke – besonders der Hand, des Knies, der Schulter des Fusses und der Hüftgelenke – sind charakteristisch für die rheumatoide Arthritis.

Wussten Sie, was der Begriff Autoimmunerkrankung bedeutet?

Der Begriff der Autoimmunerkrankungen ist ein übergeordneter Begriff und umschreibt durch das Immunsystem verursachte Erkrankungen – in den meisten Fällen gekennzeichnet durch eine fehlgeleitete Immunreaktion. Die Zellen des Immunsystems können nicht mehr zwischen «selbst» und «fremd» unterscheiden und greifen fälschlicherweise körpereigene Strukturen an. Dabei gibt es eine ganze Reihe an verschiedenen Autoimmunerkrankungen und häufig sind es die unterschiedlichsten Zellen, die nicht mehr richtig funktionieren.

Warum Autoimmunerkrankungen überhaupt entstehen, wird in der Wissenschaft diskutiert. Es werden genetische, also angeborene Defekte diskutiert und äussere Einflüsse wie Stress oder Infektionen. Zu den Autoimmunerkrankungen zählen z. B. chronisch-entzündliche Darmerkrankungen wie Morbus Crohn oder Colitis ulcerosa, die rheumatoide Arthritis und Diabetes mellitus Typ 1 sowie die Multiple Sklerose. Sie sehen, Defekte von Immunzellen können verschiedene Erkrankungen auslösen – mit den unterschiedlichsten Krankheitsbildern. Allen gemeinsam ist ein Defekt der Immunzellen und eine falsche Regulation des Immunsystems.

Für Sie nachgefragt:
Erfahrungsberichte von Patienten

Zwei Fragen an die Multiple Sklerose Patientin Tanja Merget, 42-jährig

Seit wann leiden Sie an Multipler Sklerose, was sind die Symptome und worin sind Sie besonders eingeschränkt?

Die Diagnose wurde bei mir im Jahr 2004 innerhalb von 2 Wochen gestellt, da war ich gerade 33 Jahre alt. Ich kann sagen, dass dies eine Verkettung von guten Zufällen war. Denn ich litt unter Gefühlsstörungen an Bauch und Rücken – also eher unspezifische Symptome – und habe mir zu dieser Zeit beim Skifahren das Knie verdreht. So ging ich zum Hausarzt, der mich aufgrund dieser Symptome sofort zum Neurologen überwiesen hat. Die Hauptbeschwerden, unter denen ich heute und im Schub besonders leide, sind Taubheitsgefühle, Koordinations- und Konzentrationsstörungen. Früher habe ich viele Dinge auf einmal machen können – das klassische Multitasking eben ;-). Heute muss ich mich auf eine Sache konzentrieren. Das alles hält mich dennoch nicht davon ab, meiner Leidenschaft für Sport und dem Reisen nachzugehen. Im Gegenteil. Früher war ich sogar Leistungssportlerin und heute habe ich das Kajakfahren und Klettern für mich entdeckt. Zwar ist meine Regenerationszeit länger, aber Organisation, gute Planung und die Rücksprache mit dem Arzt – zum Beispiel bei Fernreisen – ist ein guter Erfolgsgarant. Ich finde es wichtig, sich mit der Erkrankung auseinanderzusetzen, sie zu akzeptieren und positiv mit ihr umzugehen. Der Kopf spielt dabei eine wichtige Rolle. Man sollte aus sich selbst Motivation finden und neben der Erkrankung das eigentliche Leben nicht vergessen.

Wissen Sie, was Multiple Sklerose mit dem Immunsystem zu tun hat?

Ja, ich weiss, dass MS eine Autoimmunerkrankung ist und das Immunsystem körpereigene Substanzen als fremd empfindet und bekämpft. Meine Informationen habe ich von meinen Ärzten, aber auch das Internet, Broschüren und Bücher helfen hier weiter.

ASTROZYT

Wussten Sie, wie Entzündungsherde im Gehirn entstehen?

Nur unter ganz bestimmten Umständen können Immunzellen auch die Blut-Hirn-Schranke überwinden. Wie dann Entzündungsherde daraus entstehen, dazu existieren verschiedene Theorien: Eine Theorie ist, dass diese im Zuge eines ganz normalen Abwehrprozesses von Infektionen entstehen.

Immunzellen müssen ja schliesslich in gewissem Masse im Gehirn zirkulieren. Wenn nun aber Zellen dabei sind, die bereits aktiviert sind und im Gehirn mit körpereigenen Strukturen kreuzreagieren, kann es zu Entzündungen im Gehirn kommen. Die T-Zellen haben die Aufgabe, das Gehirn vor Infektionen zu schützen. Anomalien der T-Zellen können zu einer progressiven multifokalen Leukenzephalopathie (PML) führen.

Falsch programmierte T-Zellen greifen im Gehirn die Oligodendrozyten an. Dadurch kommt es zu Entzündungen. Die T-Zellen senden Botenstoffe aus.

Für Sie nachgefragt:
Erfahrungsberichte von Patienten

Brigitte Odau, *58-jährig*
Patientin mit Morbus Crohn

Seit wann leiden Sie an Morbus Crohn, was sind die Symptome und worin sind Sie besonders eingeschränkt?

Festgestellt wurde die Erkrankung bei mir bereits vor 35 Jahren, ich war gerade 23 Jahre alt. Ich litt vor allem unter chronischen Durchfällen und extremen Bauchkrämpfen. Im Laufe der vergangenen Jahre war ich mehrmals im Krankenhaus und es wurde zweimal ein Stück Darm operativ entfernt. Insgesamt gesehen kann ich schon sagen, dass Morbus Crohn die komplette Lebensplanung und Gestaltung massgeblich beeinflusst. Ich leide bis heute unter Durchfällen, die unangekündigt und bis zu 20-mal am Tag auftreten können. Daher muss ich auch bei der Freizeitgestaltung, im Urlaub (Langstreckenflüge meide ich zum Beispiel aus diesem Grund), zu familiären Anlässen oder im Beruf immer sicher sein, dass sich eine Toilette in der Nähe befindet. Die ständigen Durchfälle und Krämpfe führen zusätzlich zu Müdigkeit, Abgeschlagenheit und allgemeiner körperlicher Schwäche. Auch Entzündungen an Gelenken treten gehäuft auf.

Wissen Sie, was Morbus Crohn mit dem Immunsystem zu tun hat?

Ich weiss, dass Morbus Crohn ein Autoimmundefekt ist. Ausserdem befinden sich wichtige Teile des Immunsystems im Darm. Ist der Darm also von Entzündungsprozessen betroffen, hat dies gleich eine doppelt negative Auswirkung – die gesunde Darmflora und im Darm befindliche Immunprozesse werden gestört und die Darmwand ist von ständigen Entzündungsprozessen in Mitleidenschaft gezogen. Es ist schon sinnvoll, sich mit den Prozessen des Immunsystems näher auseinanderzusetzen, um zu verstehen, welche Medikamente überhaupt welchen Einfluss auf die Erkrankung haben.

Jürg Baumann*, *42-jährig*
Patient mit Psoriasis

*Name von der Redaktion geändert.

Seit wann leiden Sie an Psoriasis, was sind die Symptome und worin sind Sie besonders eingeschränkt?

Seit meinem 20. Altersjahr lebe ich mit der Diagnose Psoriasis, die mir von einem Hautarzt gestellt wurde. Bei mir ist die Erkrankung eher untypisch lokalisiert – und zwar am Schienbein – und nicht wie so oft an Knie- oder anderen Gelenken. Zuerst hatte ich eine besonders stark gerötete fünfliber-grosse Hautstelle mit Juckreiz, welche dann immer schuppiger und grösser wurde. Mit der Zeit hat sich die Fläche auf einen Grossteil meines rechten, und später auch auf mein linkes Schienbein ausgeweitet. Die Psoriasis tritt auch bei mir in Schüben auf, die in ihrer Intensität variieren. Ganz schubfrei war ich aber seit Beginn nie mehr. Oft hat Stress einen Einfluss auf die Schübe, aber auch die Klimaunterschiede von Sommer und Winter haben einen grossen Einfluss. Mit der trockenen Winterluft und bei geheizten Räumen spürt man Juckreiz schneller und stärker. Im Sommer ist meine Haut durch Sonne und Feuchtigkeit meist in einem besseren Zustand. Trotzdem fallen grosse Hautflecken und -schuppen am Körper gerade in den Badehosen natürlich mehr auf. Grundsätzlich bin ich ein sehr aktiver Mensch – beruflich und privat – und fühle mich nicht zu stark eingeschränkt. Zur Bekämpfung der Symptome habe ich alle möglichen Cremes und Salben ausprobiert. Damit kann ich betroffene und umliegende Hautstellen zum Teil stabilisieren.

Wissen Sie, was Psoriasis mit dem Immunsystem zu tun hat?

Da habe ich nur eine grobe Ahnung. Der eigene Körper bildet Antikörper gegen Hautzellen – eben eine Autoimmunerkrankung. Aber eigentlich fühle ich mich nicht besonders gut aufgeklärt und würde mir mehr Unterstützung und Informationen zu Psoriasis im Speziellen und Autoimmunerkrankungen im Allgemeinen wünschen.

Für Sie nachgefragt:
Erfahrungsberichte von Patienten

Helga Sporing, *61-jährig*
Patientin mit Rheumatoider Arthritis

Seit wann leiden Sie an rheumatoider Arthritis, was sind die Symptome und worin sind Sie besonders eingeschränkt?

Die Erkrankung wurde bei mir erst im November 2010 festgestellt, obschon ich bereits seit 1998 immer wieder unter Beschwerden in den Gelenken leide. Bereits damals stellte sich die Frage, ob den Beschwerden eine rheumatoide Erkrankung zugrunde liegt, da in meiner Familie diese Erkrankung gehäuft auftritt. Die Beschwerden waren die ganzen Jahre über präsent, vor allem Beschwerden in den Kniegelenken, Füssen und Fussgelenken oder auch in der Schulter, und wurden von Jahr zu Jahr schlimmer – im akuten Schub sind die Schmerzen an der betroffenen Körperstelle besonders stark. Ganz zu Beginn war nur mein Knie betroffen und jeder Schritt hat wehgetan. Zu dieser Zeit hatte ich gerade mit Walking angefangen, was ich dann allerdings schnell wieder aufgegeben habe. Heute trete ich sportlich gesehen etwas kürzer und mache vor allem Aqua-Fitness, das belastet die Gelenke kaum. Meinem Beruf kann ich glücklicherweise nach wie vor nachgehen.

Wissen Sie, was die rheumatoide Arthritis mit dem Immunsystem zu tun hat?

Mein Rheumatologe hat mir ein Informationsheft zur rheumatoiden Arthritis gegeben, in dem die Entzündungsprozesse und damit auch die Beteiligung des Immunsystems sehr gut dargestellt sind. Daher weiss ich, dass die rheumatoide Erkrankung eine Autoimmunerkrankung ist und welche Rolle das Immunsystem spielt. Auch wenn die eigentlichen Ursachen der rheumatoiden Arthritis ungeklärt sind, so trägt ein tieferes Wissen über die Entzündungsprozesse zu einem besseren Verständnis der Erkrankung bei und hilft, im Alltag besser damit umzugehen.

Inhaltsverzeichnis

3 Vorwort
Professor Burkhard Becher, PhD

4 Kommunikation: Die Sprache des Immunsystems
Interview mit Professor Becher, Zürcher Immunologe

11 Die Balance aus Toleranz und Fremdabwehr ist eine feine Linie
Bericht von Professor Becher, Immunsystem-Experte

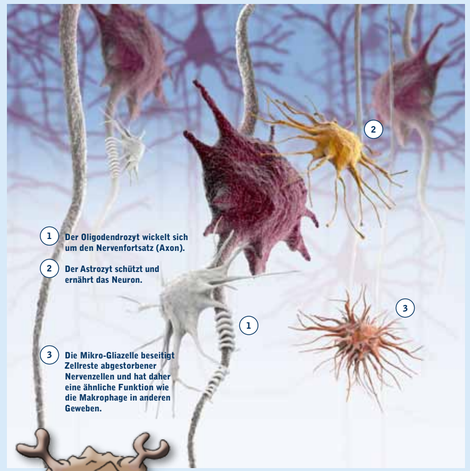
14 Blick über den Tellerrand: Parallelen zu anderen Erkrankungen
Was macht das Immunsystem sonst noch?

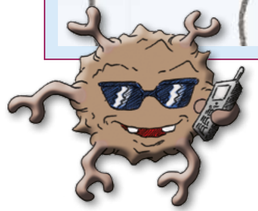
17 Steckbrief Autoimmunerkrankungen: MS und weitere

22 Für Sie nachgefragt:
Erfahrungsberichte von Patienten

Wissensecke

Kennen Sie die drei Haupt-Zelltypen des zentralen Nervensystems?



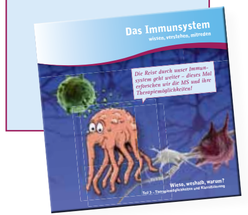


Lesetipp

Teil 3 – Therapiemöglichkeiten und Klassifizierung

Neugierig geworden?

In der nächsten Ausgabe unserer vierteiligen Broschüren-Serie erfahren Sie, wie die Kommunikation im Nervensystem funktioniert. Darüber hinaus werden auch die Klassifizierung der MS sowie die verschiedenen Therapiemöglichkeiten im Teil 3 aufgezeigt.



Diese Karte können Sie an Freunde oder Bekannte verschicken.

Bitte frankieren

Hier ist Platz für Ihre Kommentare.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir
Non affrancare

Geschäftsantwortsendung **Invio commerciale-risposta**
Envoi commercial-réponse

TEVA Pharma AG
Team BU Innovative
Kirschgartenstrasse 14
Postfach
4010 Basel

TEVA Pharma