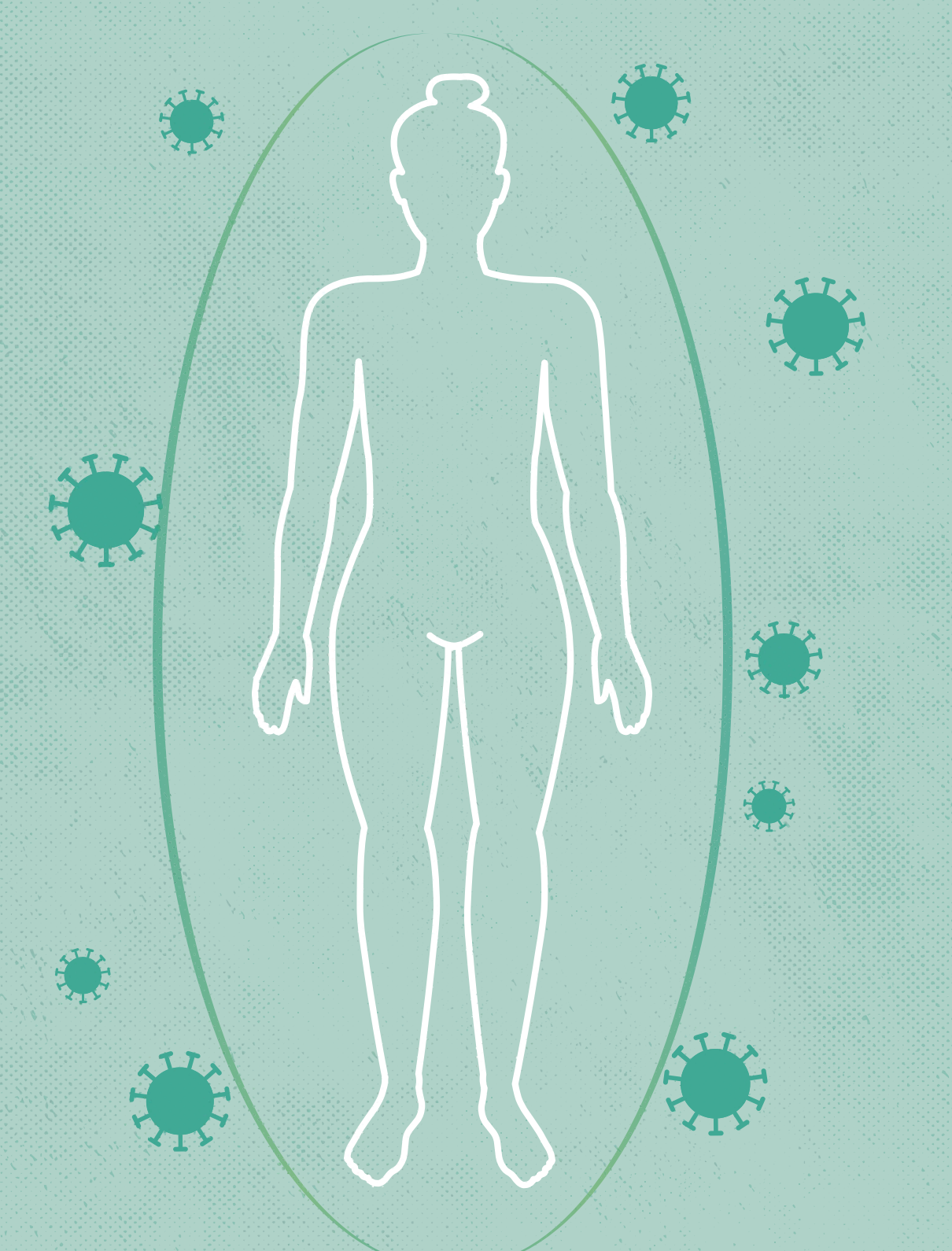


aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

Das gesunde Immunsystem

Das Immunsystem im Fokus – So funktioniert und schützt uns unser komplexes Abwehrsystem.

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

Woraus besteht das Immunsystem?

Ein faszinierendes Zusammenspiel von Immunzellen, Organen und Proteinen, das täglich unsere Gesundheit sichert.

Jeder Mensch verfügt über krankheitsabwehrende Mechanismen im Körper, die versuchen, die Ansteckung mit Bakterien, Viren, Pilzen usw. zu unterbinden und bereits eingedrungene Erreger zu bekämpfen. Dieses Immunsystem wehrt aber nicht nur Krankheitserreger ab, sondern auch alles Fremde, das dem Körper gefährlich werden könnte. Es kann bis zu einem gewissen Grad sogar gegen Krebszellen vorgehen. Dabei handelt es sich um ein stark vernetztes System, bestehend aus verschiedenen Komponenten wie antikörperbildenden Zellen, Fresszellen, Killerzellen, lösliche immunkompetente Substanzen und vieles mehr. Ja, sogar unser Darm ist in diesem Gefüge der vernetzten Abwehr absolut unverzichtbar, seinem Innenleben kommt dabei sogar eine ganz entscheidende Rolle zu!

Im Prinzip besteht das Immunsystem aus zwei großen Abwehrlinien, die beide gemeinsam dafür sorgen, dass unser Organismus nicht von fremden oder/und pathologischen, also krank machenden Substanzen und Erregern geschädigt wird, nämlich

- aus dem angeborenen Immunsystem und
- aus dem erworbenen Immunsystem.

Wie der Name bereits sagt, kommen wir mit dem angeborenen Immunsystem zur Welt, während sich das erworbene erst im Laufe der Jahre entwickelt. Die ersten Lebensjahre sind hierbei besonders prägend. Eine ständige Weiterentwicklung und Anpassung an neue Gegebenheiten finden aber auch während des gesamten Lebens weiterhin statt.

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

Angeborenes Immunsystem

Das angeborene Immunsystem wird auch das unspezifische Immunsystem genannt, weil es sich auf alles stürzt, was nicht in den Körper gehört und ihm gefährlich werden könnte, egal, wie die Eindringlinge beschaffen sind. Es besteht aus von Geburt an vorhandenen natürlichen Abwehrzellen und aus löslichen Substanzen, die den Angriff unterstützen. Der große Vorteil des angeborenen Immunsystems ist seine unverzügliche Einsatzbereitschaft. Es benötigt keine Vorlaufzeit für Reifungsprozesse, wie es beim erworbenen Immunsystem der Fall ist.

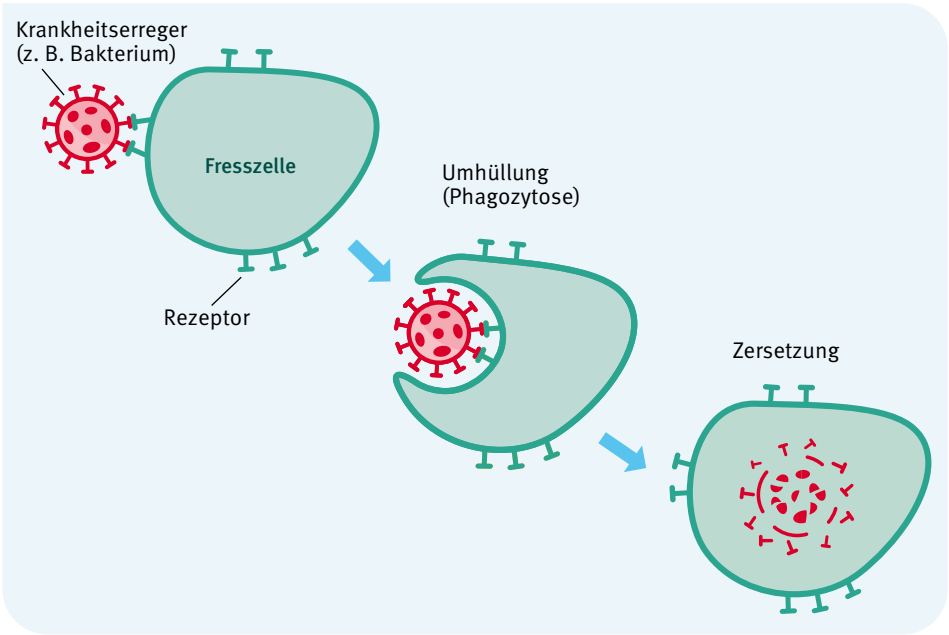
Fresszellen und ihre Funktion

Einzelne Komponenten des angeborenen Systems

Prinzipiell gibt es im Blut drei unterschiedliche Blutzellarten mit eigenen Aufgaben:

- Die roten Blutkörperchen (Erythrozyten) transportieren Sauerstoff von der Lunge zu den einzelnen Körperzellen.
- Die weißen Blutkörperchen (Leukozyten) wirken mittels verschiedener Unterarten wesentlich an der Abwehr von Krankheiten mit.
- Die Blutplättchen (Thrombozyten) sind an der Gerinnung beteiligt.

Die natürlichen Abwehrzellen des angeborenen Immunsystems gehören zu den Leukozyten, den weißen Blutkörperchen.



aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

Ihrer Funktion nach werden die natürlichen Abwehrzellen in zwei Gruppen unterteilt, nämlich in die sogenannten »Fresszellen«:

- Granulozyten
- Makrophagen
- Monozyten
- Dendritische Zellen

und die Zellen, die mit chemischen Stoffen kämpfen:

- natürliche Killerzellen
- Mastzellen

Die löslichen Substanzen bestehen aus

- dem Komplementsystem
- den Zytokinen

Sie unterstützen die Abwehrzellen bei der Vernichtung von »Feinden«.

Abwehrzellen und lösliche Substanzen kreisen im Blutkreislauf und im Lymphsystem, sie patrouillieren dort ständig auf der Suche nach in den Körper eingedrungenen oder im Körper selbst entstandenen Feinden (Erreger wie Viren, Bakterien, Pilze, Parasiten, aber auch Fremdstoffe jeder Art und sogar Krebszellen), um sofort deren Vernichtung in Angriff nehmen zu können, sobald sie auftreten. Dabei bewegen sie sich auch von den Blut- und Lymphbahnen aus ins Gewebe und quetschen sich dort zwischen den Zellen hindurch in den Interzellulärraum, also dem Raum zwischen den Zellen, um auf keinen Fall irgendetwas zu übersehen, was dem Körper schaden könnte.

Funktion der Abwehrzellen

Abwehrzellen werden im Knochenmark gebildet und regenerieren sich von dort ausgehend immer wieder.

Zum Teil fungieren die Abwehrzellen als Fresszellen: Wenn sie Feinde erkannt haben (wobei ihnen maßgeblich die weiter unten beschriebenen löslichen Substanzen helfen), umfließen die Fresszellen diese, um sie sich einzuverleiben. Die Fremdlinge werden dort abgebaut und in ihre Einzelteile zerlegt. Aus den so entstandenen Elementarteilchen, die nun aus für den Organismus unschädlichen chemischen Stoffen bestehen, baut der Körper anschließend körpereigene Substanzen auf oder aber er scheidet das, was nicht gebraucht wird, aus.

Die Abwehrzellen im Einzelnen

Die Makrophagen gehören zu den entwicklungsgeschichtlich ältesten Fresszellen sie umfließen und verdauen erkannte Feinde.

Auch die Granulozyten gehören zu den Fresszellen, sie haben aber außerdem sogenannte Granula in ihrem Zellinneren (daher der Name), kleine Bläschen, in denen sich lösliche Substanzen befinden. Diese können Mikroorganismen abtöten. Bei diesen chemischen »Kampfstoffen« handelt es sich um Stickstoffmonoxid, freie Radikale und Wasserstoffperoxid. Darüber hinaus arbeiten die Granulozyten zusätzlich als Fallensteller: Sie bauen Fallen, in denen sie beispielsweise Bakterien einfangen und vernichten.

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

Die Monozyten sind ebenfalls Fresszellen, sie verwandeln sich allerdings im weiteren Reifungsprozess teilweise zu Makrophagen oder zu dendritischen Zellen. Insofern sind sie zum Teil auch daran beteiligt, dem spezifischen Immunsystem Antigene (Fremdsubstanzen) zu zeigen. Man spricht hier von Antigenpräsentation.

Die dendritischen Zellen sind einerseits Fresszellen, die Fremdantigene, also fremde Substanzen, fressen und zerstören, andererseits arbeiten sie eng mit dem erworbenen Immunsystem zusammen: Sie zeigen (oder präsentieren) die gefundenen Fremdantigene den T-Lymphozyten des erworbenen Immunsystems und aktivieren so die spezifische Abwehr. Darüber hinaus bewirken die dendritischen Zellen eine zusätzliche Aktivierung des spezifischen Abwehrsystems durch die Ausschüttung von Zytokinen und anderen Botenstoffen.

Wegen ihrer Dendriten (tentakelartige Ausstülpungen) können sie sich wie kleine Tintenfische sehr gut in ihre Umgebung hineintasten, um auch schwer erreichbare Regionen zu untersuchen. Daher kommen sie vermehrt auch an den Körperoberflächen des Darmes, der Nase, der Lunge usw. vor.

Natürliche Killerzellen erkennen sowohl mit Viren infizierte Zellen als auch Tumorzellen und führen durch Freisetzung von zellschädigenden Substanzen zur Vernichtung solcher kranken Zellen.

Die Mastzellen bekämpfen pathologische, also krank machende Mikroorganismen, indem sie Stoffe wie Histamin und Heparin aus ihrem Inneren freisetzen. Hierbei arbeiten sie sehr eng mit der spezifischen Immunabwehr zusammen.

Funktion der löslichen Substanzen

Die löslichen Substanzen setzen sich aus dem Komplementsystem und den Zytokinen zusammen. Das Komplementsystem wiederum besteht aus verschiedenen Proteinen, die sich auf den Oberflächen von Zellen festsetzen, sie so markieren und dadurch Abwehrreaktionen gegen sie in Gang setzen. Handelt es sich bei den markierten Zellen versehentlich um körpereigene, werden diese Proteine sehr schnell inaktiviert und vernichtet. Markierte Krankheitserreger oder Fremdstoffe werden jedoch von den Fresszellen effektiv vernichtet.

Daneben bringt das Komplementsystem eigenständig fremde Zellen wie zum Beispiel Bakterien durch direkten Angriff auf deren Zellmembranen zum Absterben.

Die spezifische Abwehr mit ihren Antikörpern wird zum einen durch das Komplementsystem aktiviert, zum anderen aktivieren auch die vom spezifischen System gebildeten Antikörper das Komplementsystem.

Die Zytokine werden bei einer Infektion unter anderem von Leukozyten, den weißen Blutkörperchen, gebildet. Einerseits

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

markieren auch sie die zu zerstörenden Zellen, andererseits regen sie die Fresszellen zur Phagozytose an, also dazu, fremde Substanzen oder Zellen aufzunehmen.

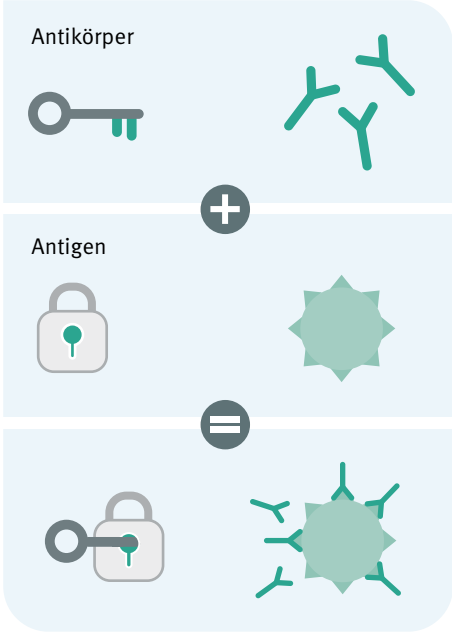
Ebenfalls sehr wichtig: Nach getaner Arbeit geben die Zytokine Signale ab, die die Entzündungs- und Abwehrreaktionen wieder herunterfahren und schließlich wieder zum Stillstand bringen.

Das angeborene Immunsystem reagiert äußerst schnell. Schon wenige Minuten nach dem Eindringen eines Erregers oder dem Erkennen eines Fremdstoffes greift es an und schafft es in den meisten Fällen, die Gefahr durch das genial ausgeklügelte Ineinandergreifen der vielfältigen Abwehrmechanismen abzuwenden. Es ist so effizient, dass das erworbene Immunsystem oft nicht mehr eingreifen muss.

Erworbenes Immunsystem

Das erworbene Immunsystem wird auch das spezifische Immunsystem genannt, weil es gegen jeden Angreifer (Antigene) ein spezielles Abwehrmolekül (Antikörper) bildet. Jeder Antikörper greift ganz gezielt nur das spezifisch genau zu ihm passende Antigen an. Antikörper und Antigen passen dabei zueinander wie ein Schlüssel ins Schloss. Gebildet werden diese Antikörper von Lymphozyten.

Antikörper und Antigen passen zueinander wie ein Schlüssel ins Schloss.



Die Antikörperbildung beginnt erst beim ersten Kontakt des Organismus mit einem als fremd oder gar gefährlich erachteten Antigen. Die Vielfalt der im Körper vorhandenen Antikörper nimmt dadurch im Laufe des Lebens ständig zu, da ständig neue Fremdsubstanzen mit dem Körper in Berührung kommen, gegen die dann wieder neue Antikörper gebildet werden. Körpereigene Zellen sind dabei tabu, sie dürfen nicht angegriffen werden!

Damit das spezifische Immunsystem gut reift, muss gerade in der Kindheit darauf geachtet werden, dass die Kinder nicht zu steril aufgezogen werden – schließlich be-

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

nötigen die Lymphozyten »Sparring-Partner«, um zu wissen, wogegen sie Antikörper bilden sollen. Sie müssen ein gewisses Maß an »fremd« kennenlernen, um auch das »eigen« besser zu erkennen. Und vor allem müssen sie auch unterscheiden lernen, welches »fremd« gefährlich für den Organismus ist und welches nicht! Diese Unterscheidung ist von wesentlicher Bedeutung für eine gesunde, normale Abwehr.

Das spezifische Immunsystem besteht hauptsächlich aus:

- T-Lymphozyten,
- B-Lymphozyten und
- antigenpräsentierenden Zellen (diese Zellen arbeiten der spezifischen Abwehr zu).

T-Lymphozyten und ihre Funktion

T-Lymphozyten sind Zellen aus der Gruppe der weißen Blutkörperchen, sie bilden die zellgebundene spezifische Immunantwort, die zelluläre erworbene Abwehr. Es handelt sich dabei um eine Abwehr im Körper, die nicht von Geburt an da ist, sondern erst von jedem Individuum im Laufe der Lebensjahre speziell ausgebildet werden muss. Die hierfür nötigen Lymphozyten entstehen im Knochenmark, von wo aus sie zunächst zwecks »Erziehung« in die Thymusdrüse gelangen, von der sich das T in ihrem Namen ableitet. In einer entsprechenden Schulung lernen die T-Lymphozyten im Thymus, fremde Zellen von eigenen zu unterscheiden. Aber auch im Thymus ist es wie im echten Schulleben: Nicht alle T-Lymphozyten bestehen die Abschlussprüfung, denn einige können körpereigene Strukturen nicht sicher erkennen oder greifen diese sogar an. Solche T-Zellen werden im Interesse des Gesamtorganismus vernichtet; nur die T-Zellen, die ausschließlich körperfremde Antigene angreifen, werden aus der Thymusdrüse in den Körper entlassen. Das ist ausschlaggebend für eine gesunde Immunitätslage im Organismus.!

Die aus der Thymus-Schule entlassenen T-Lymphozyten sind sehr speziell ausgebildet: Sie kreisen in Blut und Lymphe, und wenn sie dabei auf ein Fremdantigen treffen, produzieren sie gegen dieses Antigen gerichtete Antikörper, die nur ganz genau zu diesem einen einzigen Antigentyp – wie im Schlüssel-Schloss-Prinzip – passen.

Die T-Lymphozyten fixieren diese Antikörper auf ihrer Oberfläche. Dadurch wird aus der noch unreifen Abwehrzelle ein absolut spezifisch ausgerichteter T-Lymphozyt, dessen Antikörper wie Antennen funktionieren. Diese Antennen suchen nach den passenden Antigenen und binden sie fest an sich. Gleichzeitig wird eine weitere Differenzierung dieser entsprechenden T-Lymphozyten eingeleitet.

Es entwickeln sich daraus:

- Angriffszellen, die als T-Killerzellen den Fremdling direkt vernichten. Im Gegensatz zu den weiter oben geschilderten natürlichen Killerzellen des unspezifischen

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

Systems gehen diese T-Killerzellen nur ganz spezifisch gegen das zu ihm passende Antigen vor, das sie mittels der Antikörper auf ihrer Oberfläche erkennen;
- regulatorische T-Zellen, die eine überschießende Immunantwort und den Angriff auf körpereigene Zellen verhindern;
- T-Helferzellen, die mittels Zytokinen als Botenstoffen andere Immunzellen aktivieren und zur Hilfe im Abwehrkampf anlocken.

T-Helferzellen

Bezüglich der T-Helferzellen müssen wir etwas weiter ins Detail gehen. Diese sind nämlich besonders für Autoimmunerkrankungen wie beispielsweise Rheuma bedeutsam, weil es therapeutisch möglich ist, hier mit Naturstoffen regulierend einzugreifen.

Bei den T-Helferzellen unterscheidet man TH1- und TH2-Zellen, die unterschiedliche Aufgaben haben und sich gegenseitig hemmen. Beide sollten also unbedingt in einer ausgewogenen Balance vorliegen. In jüngster Zeit hat man noch weitere T-Helferzellen identifiziert, unter denen besonders auch die TH17-Zellen für Autoimmunkrankheiten wichtig sind.

TH1-Zellen bilden Botenstoffe wie Interferon-Gamma (IFN-γ) und Tumornekrosefaktor-Alpha (TNF-α), die vor allem die T-Killerzellen der zellulären erworbenen Abwehr aktivieren. Dadurch werden alle als gefährlich erachteten Zellen vernichtet.

TH2-Zellen wiederum bilden vor allem die Botenstoffe Interleukin-4 (IL-4) und Interleukin-5 (IL-5), die die Aktivität der humoralen erworbenen Abwehr steigern (Seite 17). Durch diese Botenstoffe angeregt, stellen die B-Lymphozyten die Immunglobuline IgE und IgG4 her, die vorwiegend zur Abwehr von parasitären Infektionen gebraucht werden.

Hier wird es nun hinsichtlich Autoimmunerkrankungen interessant, es ergibt sich nämlich folgendes Dilemma: Bei Überwiegen von TH2-Zellen werden die TH1-Zellen so stark gehemmt, dass die Vernichtung von anderen Keimen außer Parasiten beeinträchtigt wird. Infektionserreger können dann im Körper nicht restlos beseitigt werden und es kommt infolgedessen zu chronischen Erkrankungen wie Borreliose, chronische Herpesinfektionen usw. Außerdem führt die durch TH2 gesteigerte Antikörperbildung auch vermehrt zu Allergien.

Sind hingegen überwiegend TH1-Zellen vorhanden, wird andererseits die Entstehung von Autoimmunerkrankungen gefördert! Denn die durch TH1 gebildeten Zytokine IFN-γ und TNF-α sind äußerst starke Entzündungsbotenstoffe, die nicht nur Krankheitserreger zerstören, sondern ebenfalls zu Zellzerstörungen an Geweben führen. Gebraucht werden beide TH-Typen, eine ausgeglichene Balance zwischen ihnen ist aber extrem wichtig!

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

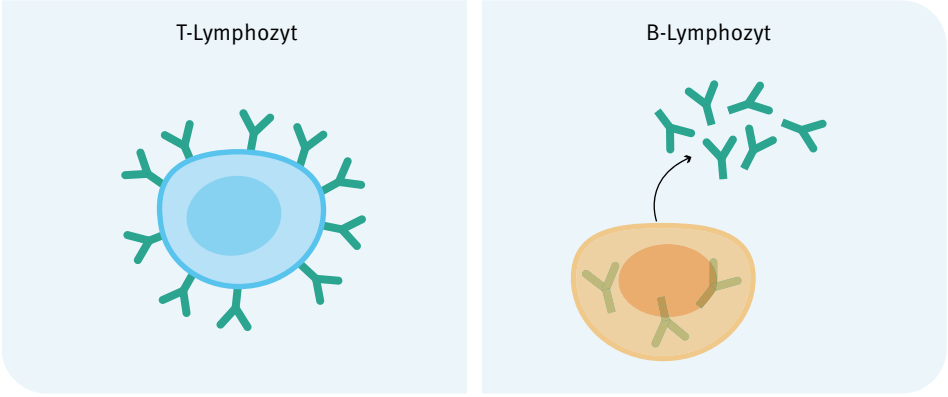
Mit den TH1-Zellen verwandt sind die TH17-Zellen, die das Interleukin-17 (IL-17) produzieren, ebenfalls ein entzündungsförderndes Zytokin zur Erregerabwehr: Dieses Zytokin kann, wenn es im Überschuss produziert wird, dazu führen, dass aus bestimmten Immunzellen knochenabbauende Zellen werden, die insbesondere für die Zerstörung der Knochen bei rheumatoider Arthritis ausschlaggebend sind.[1] Im Kapitel »Naturheilkundliche Therapien« (Seite 84) werden die oben aufgeführten Aspekte noch wichtig!

B-Lymphozyten und ihre Funktion

B-Lymphozyten übernehmen besondere Aufgaben im Rahmen der spezifischen humoralen Immunantwort, auch erworbene humorale Abwehr genannt. Humoral bedeutet, dass die B-Lymphozyten Antikörper bilden, die frei ins Blut abgegeben und nicht wie bei den T-Lymphozyten auf der Oberfläche einer Abwehrzelle befestigt werden.

Auch die B-Lymphozyten werden im Knochenmark gebildet und gehören zu den weißen Blutkörperchen. Bereits im Knochenmark lernen sie, nicht auf körpereigene Strukturen zu reagieren. Sie kreisen mit dem Blutstrom und gehen dort wie Polizisten auf Patrouille. Wenn ein B-Lymphozyt auf ein Fremdantigen trifft und gleichzeitig von einer T-Helferzelle aktiviert wird, wandert er in einen Lymphknoten oder in die Milz und beginnt dort, sich zu sogenannten Plasmazellen weiterzuentwickeln. Die Plasmazellen bilden speziell auf dieses Antigen abgestimmte Antikörper (Schlüssel-Schloss-Prinzip), die in das Blut abgegeben werden. Mit dem Blutstrom werden die Antikörper frei über das Netzwerk der Adern in alle Körperregionen gespült. Überall dort, wo sie dabei auf abzuwehrende Erreger oder Substanzen stoßen, binden sich die Antikörper an diese und vernichten sie.

Unterschied zwischen T- und B-Lymphozyten



aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag

Die gebildeten Antikörper werden in verschiedene Klassen von Immunglobulinen (IgG, IgA, IgE, IgM usw.) mit unterschiedlichen Aufgaben unterteilt; so sind z. B. die Immunglobuline IgE und IgG4 an der oben erwähnten Abwehr von Parasiten beteiligt.

Antigenpräsentierende Zellen und ihre Funktion

Antigenpräsentierende Zellen helfen bei der Abwehr, indem sie den Lymphozyten des spezifischen Abwehrsystems die Antigene zeigen, die sie als fremd erkannt haben und die vernichtet werden sollen. Zu den antigenpräsentierenden Zellen gehören beispielsweise die dendritischen Zellen und die T-Helferzellen. Unterstützt werden sie durch die löslichen Substanzen des unspezifischen Abwehrsystems: Die Zytokine und die Proteine des Komplementsystems machen durch das Markieren der Oberfläche fremde oder entartete Zellen kenntlich.

Gedächtniszellen

Die oben geschilderte Differenzierung der T-Lymphozyten benötigt beim Erstkontakt mit einem Antigen recht lange. Erst nach ca. zehn Tagen ist eine optimale Abwehr in Gang. Zur Optimierung des Schutzes werden daher beim Antigenkontakt zusätzlich T-Gedächtniszellen gebildet: T-Lymphozyten, die bereits im Hinblick auf ein spezielles Antigen gereift sind und das Muster von diesen Fremdantigenen im Gedächtnis behalten. Sie verbleiben nach dem Ende des Abwehrkampfes im Blut und in den Lymphknoten, damit im Falle eines erneuten Kontaktes mit diesem Antigen die Abwehr sehr viel schneller erfolgen kann.

Genauso bleiben auch von den B-Lymphozyten gebildete Plasmazellen in den Lymphknoten und bilden Gedächtniszellen, um bei einem späteren erneuten Kontakt mit dem spezifischen Antigen sofort mit einer erneuten Antikörperbildung beginnen zu können.

Die Medizin macht sich die Bildung von Gedächtniszellen zunutze

Bei lebensbedrohenden Krankheiten wartet man nicht darauf, dass eine Infektion für die Bildung von Gedächtniszellen sorgt. Da die Infektion etwa bei Tetanus nur selten überlebt wird, hätte der Organismus von den Gedächtniszellen nichts. Daher impft man prophylaktisch mit unschädlich gemachten Erregern, woraufhin das spezifische Immunsystem gegen die geimpften Fremdantigene sowohl Antikörper als auch Gedächtniszellen bildet. Man erzeugt also eine harmlose Infektion, die vom Körper sehr schnell bekämpft wird, dabei aber eine spezifische Antikörperbildung hinterlässt. Danach hat man im geimpften Immunsystem sofort einsetzbare Antikörper gegen diese lebensgefährlichen Erreger zur Verfügung. Die eigentlich bedrohlichen Krankheiten nehmen dann einen sehr milden Verlauf.

aus: Braun-Munzinger, Rheuma und andere Autoimmunerkrankungen (ISBN 9783432119670) © 2025 TRIAS Verlag