

## Sportmedizin 2 SS 09

### Lektion 6 Infektion, Resistenz und Immunologie

**Allgemeines:** Vor allem bestürmen Bakterien und Viren lebenslang unseren Organismus, wenn sie eindringen sprechen wir von Infektion.

Ein Teil dieser Erreger kann uns krank machen, sie weisen eine **Pathogenität** auf, deren Infekte und Infektionskrankheiten **weithin auch bekannt sind.** (Pathogen für uns ist nicht gleichbedeutend mit pathogen für unsere Tiere, und manche Tierpathogenität macht uns nichts aus.)

Ein konkreter Erreger aus irgendeiner der vielen Bakterien/Viren-Familien und –Arten ist nicht gleichbleibend **aggressiv.** Bei den Pockenstämmen im Mittelalter haben auch anfangs sehr aggressive Stämme nachlassende Virulenz gehabt und die Seuche irgendwann gestoppt. Und allen ist bekannt, dass es bei Grippeinfällen auch „harmlosere?“ Stämme geringerer Virulenz und Pathogenität gibt.

Ob ich krank werde oder nicht hängt nicht nur vom Erreger ab, sondern auch von meinem Zustand. Gut ernährt und ansonsten gesund (Vitamine, Mineralien und Spurenelemente machen mich widerstandsfähiger, alte Menschen sind schwächer als junge). Es geht also um das „Gast-Wirtsverhältnis“. Was den einen umhaut, lässt den anderen unberührt!

Unsere Oberflächen (Häute und Schleimhäute) sind normalerweise geradezu von Bakterien übervölkert, jedes Organ bzw. jede Stelle hat ihre spezifische Besiedlung. Harmlos und nicht pathogen sind sie unsere Mitbewohner. In ihren Massen sind sie sogar dazu geeignet, einem pathologischen Eindringling die Entwicklung zu bremsen. Aber wenn wir in einen Zustand der Abwehrschwäche geraten - bei schwerer Auszehrung (Krebs), bei Aids und anderen ungünstigen Gelegenheiten (Antibiotika) werden auch solche keine pathogen und virulent. Sie rufen dann Infekte hervor, die tödlich verlaufen können (Aids!). Die Probiotica sollen die normale Darmbesiedlung verbessern!

**Diese Keime nennen wir „opportunistisch“. Sie lauern heimtückisch auf unsere Schwäche, um dann zuzuschlagen.**

### **Die Resistenz**

Auf der äußeren Oberfläche des Körpers repräsentiert die Haut einen geschlossenen Schutz mit ihrem verhornenden Plattenepithel (auch gegen mechanische Einwirkungen). Dazu kommen Schweiß und Talg, Säuregrade als Resistenzfaktoren. Die Wunde der Haut öffnet den Körper, Infektionsgefahr!

Die Schleimhäute werden durch die Körperöffnungen erreicht (Racheninfekte, Darminfekte, urogenitale Infekte). Hier können sich Bakterien festsetzen und durchdringen, dann vermehren und krank machen. Schleim enthält Abwehrstoffe, schafft Säuregrade. Schleimbewegung kann reinigen. Beim Raucher z. B. fehlt die Reinigung, weil die reinigenden Flimmerhaare und der Auswärtsstrom wegfallen.

**Dringt nun der Keim durch und schafft Infektion, betreibt die angeborene Resistenz eine erste große Abwehrschlacht - gegen alles was eingedrungen mit einem schlagkräftigen Arsenal.**

**Die Abwehr ist im Blut postiert. Dort kreisen Blutzellen wie auf Wache durch den Körper und bekämpfen den Eindringling, auf den sie sich dann stürzen. Blutzellen gründen auf einer Stammzelle im Knochenmark, die ständig nachliefern muss, denn die Lebensdauer von weißen Blutkörperchen beläuft sich auf Stunden und Tage, die der roten auf Wochen. ( Neutrophile Granulozyten oder Erythrozyten).**

Diese Weißen finden sich in einer Zahl von z. B. 7000/µl Blut. An den Wänden der Gefäße nochmals dieselbe Zahl, und eine hundertfache Reserve im Knochenmark. Da kann also ganz akut reagiert werden, die Labordiagnostik findet höhere Blutwerte und damit die Infektion (bei Leukämien 100 000de ). Die weißen Blutkörperchen verlassen am Infektort die Blutbahn und wirken als Fresszellen im infizierten Gewebe (Phagozytose). Als Produkt der Abwehr dann der Eiter. Ein Monozyt aus dem weißen Blutbild erweist sich dabei noch als besonders aktiver Fresser, dazu kommt noch eine Antigen-Antikörperreaktion aus dem Plasma – Komplementbindung macht Keime unschädlich.

**Zeichen der lokalen Infektion: Blutfülle gleich Rötung, Blutaustritt ins Gewebe gleich Schwellung, Abwehrstoffwechsel gleich Wärme, Nervendruck gleich Schmerz und generell verminderte Funktion. (Rubor, Tumor, Calor, Dolor, functio laesa).**

Setzt sich die Infektion dennoch durch, steigt die Infektion in den Lymphbahnen hoch zu den lokalen und regionalen Lymphknoten, sie tun weh, man ist krank. (Der

gefürchtete rote Streifen am Arm, den man dann als Anzeichen drohender Blutvergiftung deutet. Siegt der Keim, dann tritt der Erreger in den Kreislauf und verteilt die Infektion auf die Organe, die krank werden. Nun also Blutvergiftung/Sepsis

**Die Immunität.** Aus der Stammzelle im Knochenmark ergibt sich bei ihrer weiteren Differenzierung eine speziellere Stammzelle, die nur noch Lymphozyten hervorbringt (B und –T-Zellen), im Blutbild ergeben sie etwa ein Drittel der Zellzahl . In ihnen findet sich die Immunkompetenz des Organismus. (Noch in meinem Studium der 50er Jahre war der Zusammenhang längst nicht klar. Wir lernten aber schon, dass erhöhte Lymphozytenzahl etwas mit „Chronischem“ zu tun hat).

Es ist eine uralte Erfahrung, dass eine Reihe von durchgemachten Infekten eine Widerstandsfähigkeit hinterlässt (Einige Kinderkrankheiten bekommt man nur 1 Mal, man ist immun geworden). Immunität ist die 2. Front der Abwehr!

Die T –Zellen erkennen bei ihrer Patrouille mit dem Blutstrom am Eindringling ein Antigen auf seiner Oberfläche ( und merken sich dieses auch, man spricht von Gedächtnis.

Nun kommen die Monozyten auch im Immunvorgang zum Zuge. Ihnen wird das Antigen von der T-Zelle „präsentiert“, dann der B-Zelle zugewiesen, die den passenden Antikörper produziert, ans Blut und ins Gewebe abgibt und den Keim unschädlich macht (Antigen-Antikörperreaktion). Killerzellen vernichten das angeschlagene Material vollends.

Es bleibt die Gedächtnisleistung. Im Wiederholungsfalle stehen die Antikörper sofort zur Verfügung, im Blut finden sich die entsprechenden „Immunglobuline) verschiedener Klassen, die auch bei Immununtersuchungen gefunden werden.

Unter den T-Zellen gibt es noch eine regulierende Gattung von T-Helfer- und T-Suppressorzellen, die Einfluss auf die Intensität der Abwehrvorgänge nehmen, mal forcieren, mal dämpfen.

Unglücklicherweise zerstört HIV bevorzugt T-Helferzellen, nämlich die T4-Helferzelle und setzt Abwehr und Immunität außer Kraft.

**In der Vorlesung wird auch über Aids aufgeklärt, dieser Teilaspekt ist aber nicht Prüfgegenstand!**

## Sport (Belastung) und Immunität

Das Immunsystem ist keine unabhängig schaltende und waltende Instanz im Organismus, sie ist eingebunden in nervliche und hormonelle Regulationen. Auf den genannten Zellen der immunologischen Kompetenz sitzen auch Rezeptoren z. B. für die bekannten Stresshormone – sie reagieren auf Stress –letzteres wäre die körperliche Belastung per se, insbesondere aber die in Dauer und Intensität hohe Belastung. Bekannt ist seit langem und auch konkretisiert, dass auch Depressionen dazu imstande sind, höhere Anfälligkeit für Infektionen zu schaffen.

Zunächst eine Reaktion des Blutes auf akute Belastung: Mit dem angestiegenen Blutdruck bei Belastung wird mehr Wasser aus den Kapillaren ins Gewebe gepresst, das Blut wird eingedickt – Hämokonzentration! Dieser Liter Wasser im Gewebe verdünnt dort jedoch anfallendes Laktat. Im Kreislauf zwar höhere Viskosität, aber dafür gute Kontaktzeiten für den Gasaustausch. Stunden nach Belastung ist alles wieder ausgeglichener, durch den regelmäßigen Trainingsbetrieb ist das Blut derer dann eher volumenreicher.

In der akuten Phase des Trainings findet sich im Blut eine Leukozytose, die Zahl der Leukozyten ist deutlich erhöht (Lymphozyten und Monozyten leicht erhöht) Es gibt ein Blutbild wie bei Entzündung, das sich nachher rasch wieder normalisiert.

(Man weiß, dass durch muskuläre Beanspruchung auch Muskelfasern zerstört werden. Man kann dies an nachgewiesenen Faserbestandteilen (Aktin, Troponin) erkennen. Die Entzündung kann nun nach dem oben beschriebenen Vorgang diese Trümmer abräumen. Bei einem großen Marathon hat man gut und weniger gut trainierte Läufer diesbezüglich untersucht und festgestellt, dass die gut trainierten weniger muskulären Substanzverlust erleiden) .

Ganz allgemein gilt, dass moderate körperliche Belastung das Immunsystem aktiviert – man ist geschützt ( vermehrt Leukozyten, manche Lymphozyten, Killerzellen, Monozyten). Höhere Wachsamkeit. Diese Stärkung ergibt sich auch generell bei gutem Trainingszustand. (Auf die komplizierten Befunde bei den Gewebshormonen - Zytokine, Interferone, Tumornekrosefaktor – sei nur mal hingewiesen.

**Auf der anderen Seite: Der Überforderte (akut oder dauernd) ist immunologisch schlechter ausgestattet und anfälliger, was besonders für Atemwegsinfekte gilt.**

**Wir haben festgestellt: Bei der Belastung gibt es einen verbesserten Immunschutz, der Athlet ist diesbezüglich abgesicherter.**

**Aber er ist in der Spanne nach der Belastung besonders empfindlich, der Schutz ist für kurze Zeit schwächer und er fängt sich eine Infektion. Die „open-window-Situation“!**

**Eine kurze Ergänzung:: Blutgruppen und Impfungen sind immunologische Ereignisse. Sehen wir uns für Impfen den Wundstarrkrampf oder Tetanus an. Ein anaerober Erreger – clostridium tetani mit Toxinbildung, eine tödliche Krankheit.**

**Verletzt man sich bei Gartenarbeit, mit alten und verschmutzten Metallen, altem Holz u. a., dann ergibt sich in der Wundtiefe gute Chance für Tetanus. Es stehen 2 Impftypen zur Verfügung: Der Sporttreibende sollte unbedingt eine aktive Impfung vorsehen. Er bekommt schwache Keime gespritzt, die bei ihm die Bildung von Tetanus-Antikörpern aus B-Zellen bewirken, Verletzt er sich dann einmal, verfügt er über die perfekte Abwehr.**

**Verletzt er sich eingepflicht, dann ist es zu spät für die aktive, er braucht die passive. Jetzt bekommt er Antikörper gespritzt, die vorher in industrieller Produktion gefertigt wurde.**

**Viele Infektionskrankheiten haben an Schrecken inzwischen verloren, Kinderlähmung ist weitgehend ausgerottet - Impferfolge. Auch gentechnische Produktionen!**