

# Einfluß von Sport auf das Immunsystem

Dominik Meyer    Tim Sönder

25.01.2007 / Seminar: Ausgewählte Erkrankungen im  
Kindes- und Jugendalter

# Gliederung

- 1 Was ist das Immunsystem ?
  - Aufbau des Immunsystems
  - Zelluläre Bestandteile
  - humorales Immunsystem
  - Einflußfaktoren
- 2 Impfungen
  - Empfohlene Schutzimpfungen
- 3 Einfluß von Sport auf das Immunsystem
  - Vermehrung der weißen Blutkörperchen
  - Beeinflussung funktioneller Parameter
  - Einfluß auf die Phagozytose
  - Einfluß auf Akute-Phase-Reaktion
  - Regenerationszeiten des Immunsystems nach sportlicher Belastung
  - Praktische Konsequenzen
  - Training und Wettkampf bei Infekten

# Was ist das Immunsystem ?

## Definition

Das Immunsystem ist das körpereigene Abwehrsystem von Lebewesen gegen körperfremde Stoffe und Krankheitserreger.

## Aufgaben

- Erkennen und Inaktivieren von Krankheitserregern
- z.B. Viren, Bakterien, Pilze, Würmer
- Erkennen und Abtöten virusinfizierter Körperzellen
- Erkennen und Abtöten von Krebszellen

# Barrieremechanismen 1

## äußere Oberfläche

- Hornschicht, mechanische Stabilität der Haut,
- kommensale Bakterien verdrängen pathologische Keime

## Lungen-Bronchialsystem

- Schleimbedeckung hemmt Erregeradhärenz
- Schleimtransport entfernt eingedrungene Erreger

# Barrieremechanismen 2

## Auge/Hornhaut

- Lysozymgehalt der Tränenflüssigkeit

## Harntrakt

- gleichmäßige, regelmäßig Spülung
- dadurch kein Festsetzen von Keimen

## Magen/Darm

- Schleimschicht
- ausgeprägte PH-Wechsel vom Magen zum Dünndarm
- kommensale Bakterien im Dickdarm verdrängen pathologische Keime

# Gliederung des Immunsystems 1

## Übersicht

	zellulär	humoral
spezifisch	T-Lymphozyten, B-Lymphozyten, Plasmazellen	→ Antikörper
unspezifisch	Neutrophile- Granulozyten, Eosinophile- Granulozyten, Mono- zyten, NK-Zellen	Komplement, Akute- Phase-Proteine, Interferone

# Gliederung des Immunsystems 2

## Unspezifisches Immunsystem

- angeborene Immunabwehr
- kann gegen viele verschiedene Antigene wirksam werden
- durch Aktivierung kann die Effizienz gesteigert werden
- erkennt ca. 90% der auftretenden Infekte
- *first line defence* nach der Haut

# Gliederung des Immunsystems 3

## Spezifisches Adaptives Immunsystem

- benötigt Aktivierungszeit
- Reaktion richtet sich jeweils nur gegen ein Antigen
- Anpassungsvorgänge, so daß eine zielgerichtete Immunreaktion möglich ist
- geht gegen virusinfizierte Zellen und Tumorzellen vor
- Antikörperproduktion



# Zelluläre Bestandteile 1

## Neutrophile Granulozyten

- machen 50-70% der weißen Blutkörperchen aus
- entstehen im Knochenmark
- können in das Gewebe eintreten
- werden von Entzündungen angezogen
- **Hauptaufgabe:** Fressen und abtöten von Bakterien

# Zelluläre Bestandteile 2

## Eosinophile Granulozyten

- maximal 5% der weißen Blutkörperchen
- **Hauptaufgabe:** Parasitenabwehr

## Basophile Granulozyten

- weniger als 1% der weißen Blutkörperchen
- Aufgabe unklar, möglicherweise ebenfalls Parasitenabwehr

# Zelluläre Bestandteile 3

## Monozyten/Makrophagen

- 5-8% der zirkulierenden weißen Blutkörperchen  
Monozyten
- Lebensdauer: mehrere Monate
- nach 20-30h im Blut, treten sie ins Gewebe ein
- werden dort zu Gewebsmakrophagen
- **Hauptaufgaben:**
  - Phagozytose
  - Zytotoxische Eigenschaften
  - Immunregulation
  - Antigenprozessierung und Präsentation

# Zelluläre Bestandteile 4

## Lymphozyten

- 20-40% der zirkulierenden weißen Blutkörperchen
- entscheidenden Zellen des spezifischen Immunsystems
- lassen sich in Untergruppen mit verschiedenen Aufgaben einteilen
- T-Lymphozyten **Aufgabe:** Aktivierung der Lymphozyten beim erkennen eines präsentierten Antigens
- Helferzellen **Aufgabe:** aktiviert humorales Immunsystem
- B-Lymphozyten **Aufgabe:** erkennen Antigene und entwickelt sich zu Plasmazellen die Antikörper produzieren
- Natürliche Killerzellen **Aufgabe:** Zerstören tumoröse und virusinfizierte Zellen

# humorales Immunsystem 1

## Akute-Phase-Reaktion

- unspezifische Alarm- und Entzündungsreaktion
- wird nicht nur durch Infektionen hervorgerufen
- werden Proteine ausgeschüttet
- es werden dem Körper bestimmte Stoffe entzogen um eine Vermehrung von Keimen zu verhindern
- Aktiviert Komplementsystem

# humorales Immunsystem 2

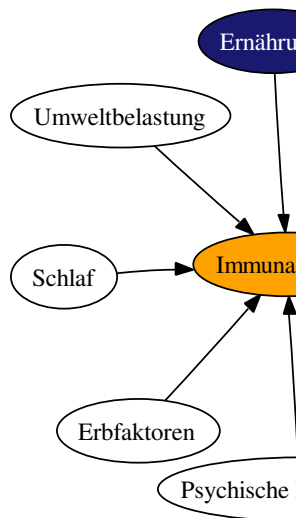
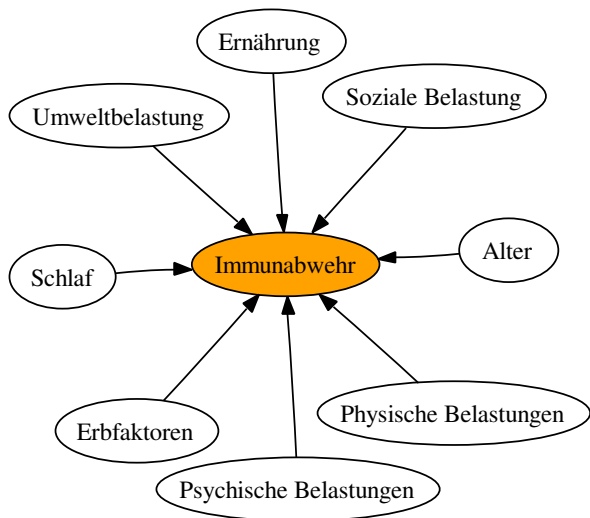
## Komplementsystem

- besteht aus verschiedenen Regulatorproteinen
- markieren und Zerstören Zellen

## Antikörper

- werden von Plasmazellen produziert
- greifen Antigene an

# Einflußfaktoren



# Impfungen

## Allgemeines

- WHO: „Impfen ist die wichtigste gesundheitliche Vorsorge überhaupt“
- Krankheitserreger in Luft, Erde, Wasser
- Schutzimpfung: abgetötete Erreger einer Krankheit (heute zumeist einzelne Erregerbestandteile) werden dem Körper zugeführt
- Impfstoffe: „Arzneimittel, mit der Fähigkeit, einen Schutz gegenüber bestimmten Krankheiten zu erzeugen“



# Impfungen

## Allgemeines 2

- Impfung zu verstehen als „Infektion ohne Krankheitsfolgen“
- Körper reagiert mit Bildung von Abwehrstoffen (Antikörpern) und Abwehrzellen
- Bei „echtem“ Krankheitsbefall ist Organismus in der Lage, Erreger sofort zu bekämpfen und Erkrankung zu verhindern (Immunität)

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Wundstarrkrampf (Tetanus):

- Lebensbedrohliche Krankheit, deren Erreger ein Nervengift auslösen
- Erreger treten überall auf: Erde- und Straßenstaub, menschliche und tierische Ausscheidungen ( Eintritt in den Körper schon über kleine Verletzung)
- Sterberate: 30-50 Prozent aller Erkrankten, keine Ansteckungsgefahr
- **Impfrhythmus:** alle zehn Jahre

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Diphtherie

- im Rachenbereich beginnende schwere Infektionskrankheit
- bisweilen tödlicher Verlauf (Sterberate bei 5-10 Prozent)
- starke Schwellung im Hals kann zu Atemnot mit Erstickungsanfällen führen
- Als Folge häufig: Schäden an Herz, Leber, Niere oder am Nervensystem
- Übertragung durch Tröpfcheninfektion (Husten, Niesen, Sprechen), Direktkontakt mit Kranken und durch Berühren infizierter Gegenstände
- **Impfrhythmus:** alle 10 Jahre

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Keuchhusten (Pertussis)

- beginnt mit Schnupfen und anderen Erkältungserscheinungen
- später krampfartiger Husten bis hin zu Erstickenanfällen
- Krankheitsverlauf umso schwerer, desto jünger das Kind
- Übertragung durch Tröpfcheninfektion, Direktkontakt mit Kranken und durch Berühren infizierter Gegenstände
- Ansteckungsgefahr am größten vor Auftritt der Hustenanfälle
- **Impfrythmus:** alle 10-15 Jahre

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Kinderlähmung

- mit Lähmungen einhergehende Krankheit des Rückenmarks und des Stammhirns
- durch Impferfolge hierzulande allerdings nicht mehr existent
- Gefahr der Einschleppung von Viren aus dem Ausland jedoch weiterhin vorhanden
- Übertragung meist durch Schmutz, selten durch Tröpfcheninfektion Hepatitis B

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Hepatitis B

- durch Hepatitis B-Virus ausgelöste Leberentzündung
- kann mit grippeähnlichen Beschwerden, Gelenkschmerzen, Abgeschlagenheit oder Fieber, alles oft in Form von Gelbsucht, beginnen
- Besonderes Risiko für Säuglinge und Kinder: deren Immunsystem zu schwach ausgebildet für Virenabwehr
- Daher: 90 Prozent der Infektionen bei Neugeborenen verlaufen chronisch, bei 4-6 jährigen 40-50 Prozent, bei Erwachsenen 10 Prozent
- Seit 1995 wird die Impfung für alle Säuglinge nach dem zweiten Lebensmonat; zweite Impfung vier Wochen darauf

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Masern

- beginnen zumeist mit Fieber, Schnupfen, Luftröhren und Bronchialkatarrh sowie Bindehautentzündung
- nach ca. vier Tagen folgt der Hautausschlag
- Übertragung erfolgt über Tröpfcheninfektion

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Mumps („Ziegenpeter“)

- beginnt oft mit Mattigkeit, Hals-, Kopf- und Ohrenschmerzen sowie erhöhter Körpertemperatur
- danach folgt schmerzhaftes Schwellen der Ohrspeicheldrüse (ein und/oder beidseitig)
- bisweilen auch Komplikationen wie Hirnhautentzündung, Hirnentzündung, Bauchspeicheldrüsenentzündung
- oft auch ein- oder beidseitige Hörstörung
- Übertragung durch Tröpfcheninfektion oder Berühren infizierter Gegenstände



# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Röteln

- beginnen mit allen Anzeichen einer fiebrigen Erkältung, gefolgt von einem Hautausschlag
- 5-10 Prozent aller Frauen im gebärfähigen Alter haben keinen ausreichenden Rötelnschutz
- Übertragung durch Tröpfcheninfektion, Direktkontakt mit Kranken und Berühren infizierter Gegenstände
- Wirksame Impfung gegen Masern, Mumps, Röteln durch zweimalige kombinierte Schutzimpfung (erste: 11. ; 14. Lebensmonat; zweite: auch noch im zweiten Lebensjahr)

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Pneumokokken

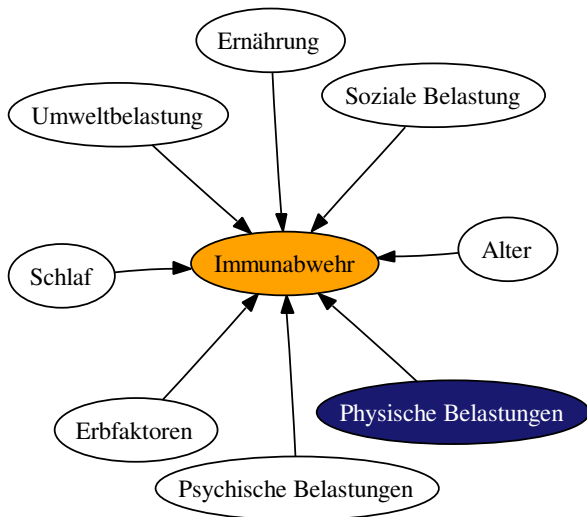
- können Ohrenentzündung, Hirnhautentzündung, Lungenentzündung oder Blutvergiftungen auslösen
- viele Menschen haben diese Bakterien in ihrer Mund-Rachenschleimhaut, ohne dass eine Krankheit droht
- bei geschwächter Abwehrkraft können sich die Erreger jedoch ausbreiten
- Übertragung erfolgt über Tröpfcheninfektion

# Empfohlene Schutzimpfungen für Kinder (SH, BRD, WHO)

## Windpocken

- Erscheinungsbild: fieberhafter, juckender Hautausschlag mit Bläschen, die nach einiger Zeit eintrocknen und verschorfen (Krusten fallen nach ein bis zwei Wochen ab)

# Einflußfaktoren



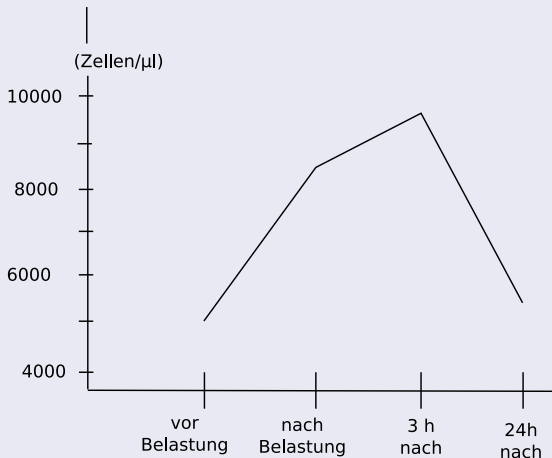
# Untersuchungslage

## Lage

- fehlen noch viele Untersuchungen
- nicht alle Ergebnisse sind eindeutig

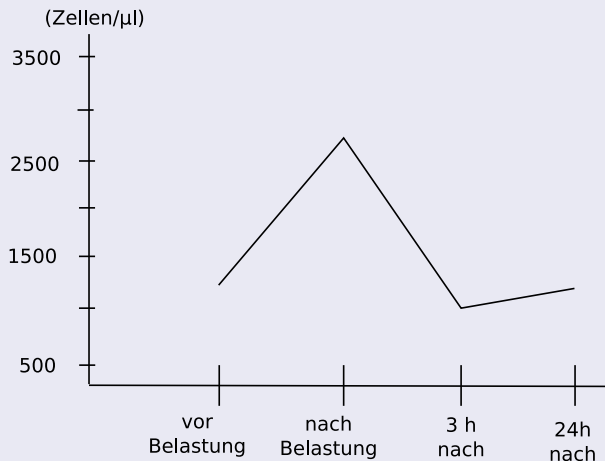
# Vermehrung der weißen Blutkörperchen

## Leukozytenvermehrung



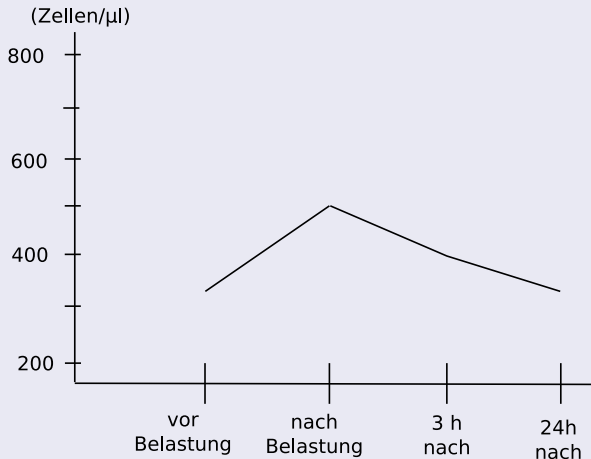
# Vermehrung der weißen Blutkörperchen

## Lymphozytenvermehrung



# Vermehrung der weißen Blutkörperchen

## Monozytenvermehrung





# Vermehrung von weißen Blutkörperchen

## Ursachen

- noch nicht vollständig bekannt
- möglich wäre Mobilisierung aus dem Knochenmark
- oder auch zurückfließen von Zellen aus dem Gewebe
- Veränderung wahrscheinlich aber nicht signifikant für das Immunsystem

# Beeinflussung funktioneller Parameter

## Allgemeines

- scheinen für die Beurteilung besser geeignet
- Änderung im Aktivierungszustand
- wichtig für die Reaktionsfähigkeit des Immunsystems

# Beeinflussung funktioneller Parameter

## Verminderungen

- Reduzierung von NK-Zellen nach der Belastung
- dadurch NK-Zellfunktion reduziert
- Ursache: bei intensiver Belastung werden immunsuppressive Stoffe produziert
- ähnlich wie sie nach Chirurgischen Eingriffen verwendet werden

# Einflüsse bei Monozyten und Granulozyten

## Einflüsse

- Monozyten/ Makrophagen sind nach Belastung vermehrt phagozytosefähig
- wahrscheinlich gilt das auch für Granulozyten
- ⇒ Bessere Funktion
- Untersuchungen wenig standardisiert

# Akute-Phase-Reaktion

## Einfluß

- durch intensive Belastung wird eine Akute-Phase-Reaktion ausgelöst
- Abhängig von Intensität und Dauer der Belastung
- dadurch werden belastungs- und entzündungsbedingt Gewebeschäden reduziert
- hält mehrere Tage an  $\Rightarrow$  Überlagerung von Reaktionen

# Regenerationszeiten des Immunsystem

## Allgemeines

- keine gesicherten wissenschaftlichen Resultate zum genauen zeitlichen Ablauf der Regeneration
- Zahl der weißen Blutkörperchen normalisiert sich in ca. 24 Stunden
- Akute- Phase- Proteine (Erregerabwehr) werden zumindest über 24 Stunden beeinflusst und sind nicht voll funktionsfähig

# Regenerationszeiten des Immunsystem

## Belastungen

- Nach klinischen Beobachtungen ist nach folgenden Belastungen mit einer anhaltenden Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Immunsystems zu rechnen (Infektanfälligkeit):
- Wiederholte und langanhaltende Belastungen mit hohen Milchsäurespiegeln (Tempoläufe)
- Erschöpfende mehrstündige Ausdauerbelastung (Triathlon, Marathon)
- Hochintensive Ausdauerbelastungen im Bereich der anaeroben Schwelle
- Langanhaltende psychische Belastung bei gleichzeitig hoher Trainings- und Wettkampfbelastung

# Praktische Konsequenzen

## Praktische Konsequenzen

- klinische Evidenz für kausalen Zusammenhang zwischen akuten Atemwegsinfekten und intensiven, erschöpfenden Belastungen
- „window for infection“
- intensive Belastungen, wettkampf- oder trainingsmäßig, führen in Postbelastungsphase zu einer vorübergehenden Immunsuppression (Abschwächung der Immunreaktion)
- Maßnahmen: nach Maximalleistung im Wettkampf, Vermeidung des intensiven Kontakts mit Menschen, vor allem bereits Erkrankten



# Training und Wettkampf bei Infekten

## Allgemeines

- aus ethischen Gründen hierzu natürlich keine Untersuchungen am Menschen
- Tierversuche zeigen: akute Infektion verlaufen schwerer, wenn während Inkubationszeit (Zeit zwischen der Infektion mit einem Krankheitserreger und dem ersten Auftreten der Symptome) intensive Belastung erfolgt
- Kein „Weglaufen“ oder „Ausschwitzen“ der Infektion
- Leichtes Training erst einige Tage nach Abklingen des Mattheitgefühls (Entwicklung Körpergefühl)
- Intensives Training erst ca. zwei Wochen nach Infekt
- Keineswegs Nachholen „versäumter“ Trainingseinheiten

# Training und Wettkampf bei Infekten

## Blickpunkt Leistungssport

- Maßnahmen zur Gesunderhaltung
- Praktische Konsequenzen

# Zusammenfassung

- Das Immunsystem ist ein sehr komplexes Netzwerk
- bei intensiven Training kann das Immunsystem geschwächt werden
- bei akuter Infektion sollte kein Sport getrieben werden
- Impfungen sind wichtig, und die vorgestellten Impfungen sollten durchgeführt werden

# Weiterführende Literatur I

-  LIESEN, H. und M. BAUM: *Sport und Immunsystem. Praktische Einführung in die Sportimmunologie.*  
Hippokrates, 1997.
-  LIESEN, H. und M. BAUM: *Sport und Immunsystem.*  
Deutsches Ärzteblatt, 10, 1998.
-  BUHL, H. und K.-M. WEBER: *Sport und Immunsystem.*  
Umwelt & Gesundheit, 4, 2004.
-  LIESEN, H. und M. BAUM: *Sport und Immunsystem. Praktische Einführung in die Sportimmunologie.*  
Hippokrates, 1997.
-  MOOREN, F.: *Immunologie und Sport, 2003.*  
aus Akt Rheumatol 2003.

## Weiterführende Literatur II



SCHLESWIG-HOLSTEIN, L.: *Pudelwohl in Schleswig-Holstein*, 2004.

[http://www.gesundheit.schleswig-holstein.de/fileDownload.do?fileName=IMPFEN.PDF&dId=3018.](http://www.gesundheit.schleswig-holstein.de/fileDownload.do?fileName=IMPFEN.PDF&dId=3018)