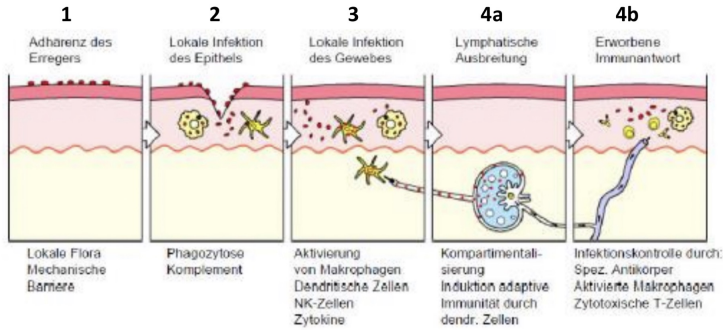


Immunsystem

Leukozyten sind die Zellen des Immunsystems
(Aufteilung siehe „Blut“)

Immunreaktion:



Pathogene	Immunantwort
1) Erreger (Pathogen)	natürliche Barrieren → Vermeidung der Immunreaktion
2) Pathogen überwindet natürliche Barrieren & befallt Epithel	Phagozytose, Komplement → Eliminieren der Pathogene
3) Lokale Infektion des Epithels	unspezifische Immunabwehr → Entzündungsreaktion
4) Lymphatische Ausbreitung	a) Induktion der spezifischen Abwehr b) Erworbene Immunität
5) Genereller Befall	Gestützte Immunfunktion

Pathogene (Stoffe die Krankheiten verursachen)

- Bsp.: Einzeller, Würmer
- Schutz gegen 4 Klassen:
 - ↳ Extrazelluläre Parasiten, Pilze, Bakterien
 - ↳ Intrazellulärbakterien, Parasiten
 - ↳ Viren
 - ↳ Parasite Würmer (extrazellulär)

Barrieren:

- sind überall dort wo erster Kontakt stattfindet
- Mechanisch: Haut, Aktive Abtransport mittels Schleim & Zilien (Bsp.: in der Nase)
- Chemisch: pH-Wert, Enzyme (die Löcher in die Bakterien machen)
- Mikrobiologisch: Bakterien, die sich auf der Haut befinden

Angeborene / adaptive (erworbene) Immunabwehr

Angeborene	Adaptive
Granulozyten	B-Zellen
Makrophagen	T-Zellen
Komplementsystem	
Dendritische Zellen	

NK-Zellen
gamma/delta T Zellen

	angeboren	adaptive
Geschwindigkeit	schnell	langsam
Spezifität	breit	sehr spezifisch
Wirksamkeit	gering	hoch
Amplifikation	sehr gering	hoch
Memorie	nein	ja
Dauer	kurz	lang

Komplementsystem:

- besteht aus mehr als 40 Proteinen im Blut
- dient zur Eliminierung von zellulären Antigenen (z.B. Bakterien)
- Ergebnis der Komplementreaktion ist die Abtötung eines Pathogens durch die Bildung eines Membranangriffskomplexes
- Membranangriffskomplex sorgt dafür, dass eine Pore in der Zellmembran der fremden Zelle entsteht

Zerstörung von Bakterien:

- Makrophage „isst“ das Bakterium
- es kommt zur Ausschüttung von Interleukin, welches T-Zellen anlockt
- T-Zellen sorgen für erhöhte Makrophagenproduktion

Lymphatische Organe für die Immunabwehr:

1) Primäre lymphatische Organe (zentral)

- bestehen aus spezialisiertem Gewebe, in dem die Bildung & Reifung der B- & T-Lymphozyten verläuft
- Thymus & Knochenmark zählen zu den zentralen lymphatischen Organen

2) Sekundäre lymphatische Organe (peripher):

- in ihnen findet der Antigenkontakt & die klonale Vermehrung der Lymphozyten statt
- zu den peripheren lymphatischen Organen zählen:
 - ↳ Lymphknoten (verteilt im ganzen Körper)
 - ↳ Milz (größtes lymphatisches Organ)
 - ↳ Rachenmandeln, Schleimhaut

Antikörper:

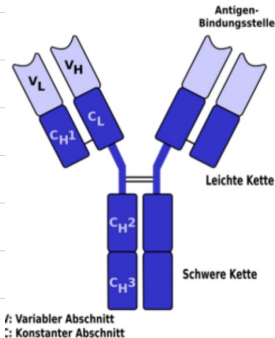
- haben eine Y-Form, die sich aus 2 leichten & 2 schweren Ketten zusammensetzt
- oberer Teil ist variabel
 - ↳ ist die Antigenbindungsstelle & passt sich dem jeweiligen Antigen an (Schlüssel-Schloss-Prinzip)
- können gegen fast jede beliebige Substanz hergestellt werden
- Vielfalt kommt durch folgende Mechanismen zustande:
 - ↳ Kombinatorische Vielfalt (Genabschnitte werden unterschiedlich miteinander kombiniert)
 - ↳ Funktionale Vielfalt (ungenaue Verknüpfung)
 - ↳ somatische Hypermutation

Antikörperklassen:

- IgM: Primäre Immunantwort, sind die ersten Antikörper an der Infektionsstelle
- IgG: Sekundäre Immunantwort, einige Antikörper, die Plazenta passieren können
- IgA: Sekret-Antikörper, zuständig für Abwehrvorgänge an Schleimhautoberflächen

Funktion:

- 1) Opsonierung
- 2) Neutralisierung
- 3) Komplementaktivierung
- 4) Agglutination
- 5) Präzipitierung
- 6) Kampf gegen Tumorzellen



B-Lymphozyten (spezifische humorale Abwehr)

- entstehen im Knochenmark
- zirkulieren durch das Blut & wenn sie auf ein fremdes Antigen treffen werden sie aktiviert
- ohne Antigenkontakt zirkulieren sie mit der Lympfhäufigkeit zurück in die Blutbahn
- Lebensdauer: 3 Tage ohne Antigenkontakt

T-Lymphozyten:

- entstehen im Knochenmark & reifen im Thymus (→ T⁺-Zellen)
- es gibt verschiedene T-Zellen, alle mit unterschiedlichen Rezeptoren
- Treffen mit dem Antigen im Lymphknoten zusammen

T-Lymphozytenklassen:

1) T-Killer-Zelle:

- führen zur Abtötung von Virus-infizierten Körperzellen

2) T_H-Helfer-Zelle:

- erkennt MHC₂ tragende Makrophagen
- Aktivierung von Makrophagen & dendritischen Zellen
- Zerstörung durch intrazelluläre Botenstoffe

3) T₂-Helfer-Zelle:

- gleich wie T_H-Helfer-Zelle aber andere Aufgabe:
 - ↳ Aktivieren B-Lymphozyten, welche zu Plasmazellen & Gedächtniszellen differenzieren

Immunität:

- Organismus hat Antigen mit seinem Abwehrsystem unschädlich gemacht → Körper ist gegen diese Antigen immun
- Immunologischer Schutz hält sehr lange an → es erfolgt selten eine Wiedererkrankung auf Infektionskrankheiten (Bsp.: Windpocken, Masern,...)

Immunisierung:

Passive Impfung:

- Verabreichung von Antikörpern
- sofort wirksam / schützt direkt
- nicht lange haltbar → Abbau der Antikörper

Aktive Impfung:

- Körper werden unschädliche Mengen des Antigens oder Antigenproduzenten (abgeschwächte (Lebend Impfstoffe) oder abgetötete (Totimpfstoffe) Erreger) zugeführt
- ein bestimmter Schwellenwert muss erreicht werden
- Anregung der Antikörperproduktion
- Lang dauernde immunologische Schutz durch Bildung von Gedächtniszellen
- braucht Zeit nach der Impfung für vollen Schutz

HIV & AIDS

- erstmals 1981 in den USA entdeckt
- vom Schimpansen auf den Menschen
- verursacht eine chronische Infektion mit langer Latenzphase
- Übertragung:
 - ↳ sexuell
 - ↳ Blut
 - ↳ Vertikal (von Mutter zu Kind)

Risiko für HIV-Übertragung:

- | | |
|---|-------------------|
| • Ungeschützter rezeptiver Analverkehr mit HIV-positivem Partner | 0,82 % (0,1-7,5%) |
| • Ungeschützter rezeptiver Vaginalverkehr mit HIV-positivem Partner | 0,05 – 0,15 % |
| • Ungeschützter insertiver Vaginalverkehr mit HIV-positivem Partner | 0,03 – 5,6 % |

(rezeptiver Vaginalverkehr $\triangleq$ Frau ist HIV-negativ; insertiver Vaginalverkehr $\triangleq$ Frau ist HIV-positiv)

- Mutter - Kind, ohne Maßnahme $\Rightarrow$ bis zu 40 %
mit Maßnahme $\Rightarrow$ 1-2 %
- bei Nadelstichverletzungen $\Rightarrow$ ca. 0,3 %

Hochrisikogruppen:

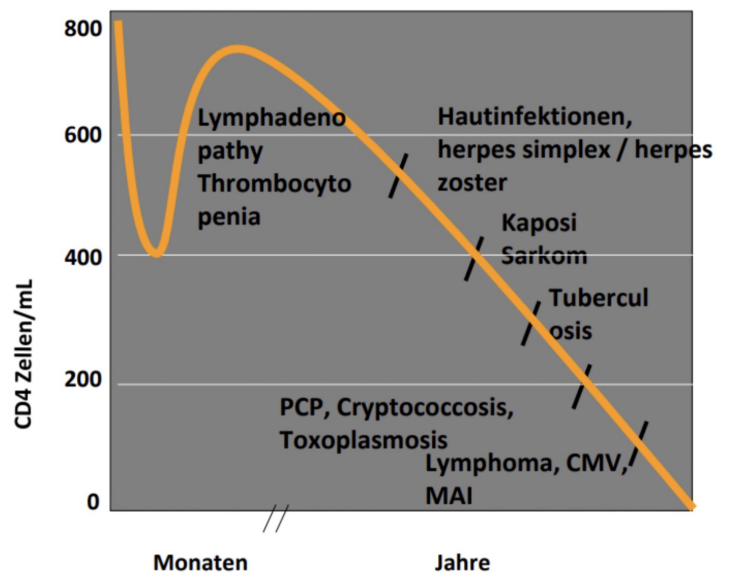
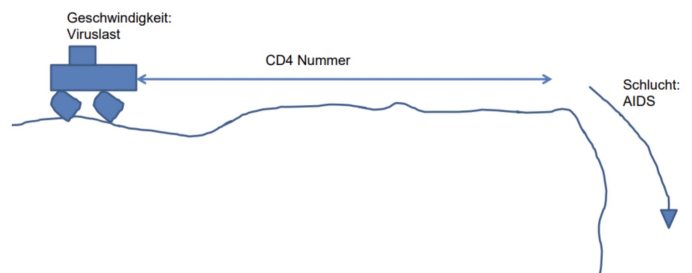
- Drogenkonsumenten
- Sexarbeiter
- MSM (männliches homosexuelles Paar)

Nicht infektiöse Flüssigkeiten:

- Speichel
- Träne
- Stuhl / Urin
- Schweiß
- Sputum (Ausswurf)

$\Rightarrow$ Ansteckungsgefahr abhängig von Viruslast des Infizierten

Verlauf der Erkrankung:



Akute HIV-1 Infektion:

- ca. 70-80 % der Infizierten
- 2-6 Wochen nach der Infektion
- Symptome: Fieber, Lymphknotenschwellung, Ausschlag, Abgeschlagenheit, Pharyngitis (Mandelentzündung), orale Ulcerationen (orale Geschwüre), Arthralgie (Gelenkschmerzen), Myalgie (Muskelschmerzen)

Asymptomatische Infektion:

- Dauer: bis zu 10 Jahre
 - erhöhtes Risiko für Tumorentstehung
-

HIV mit Symptomen:

- Gewichtsverlust
 - Rezidivierende Atemwegsinfektion (Pharyngitis, Sinusitis, ...)
 - Herpes zoster (Gürtelrose)
 - Orale Ulcerationen
 - Nagelpilz
 - Cheilitis angularis (Mundwinkelentzündung)
 - Seborrhoisches Ekzem (gelbliche, fettige Schuppen auf Kopf- & Gesichtshaut)
-

Lebenserwartung:

- Früher & ohne Behandlung ein Todesurteil
- mit Behandlung ist die Lebenserwartung im Durchschnitt 5-10 Jahre unter der eines gesunden Menschen