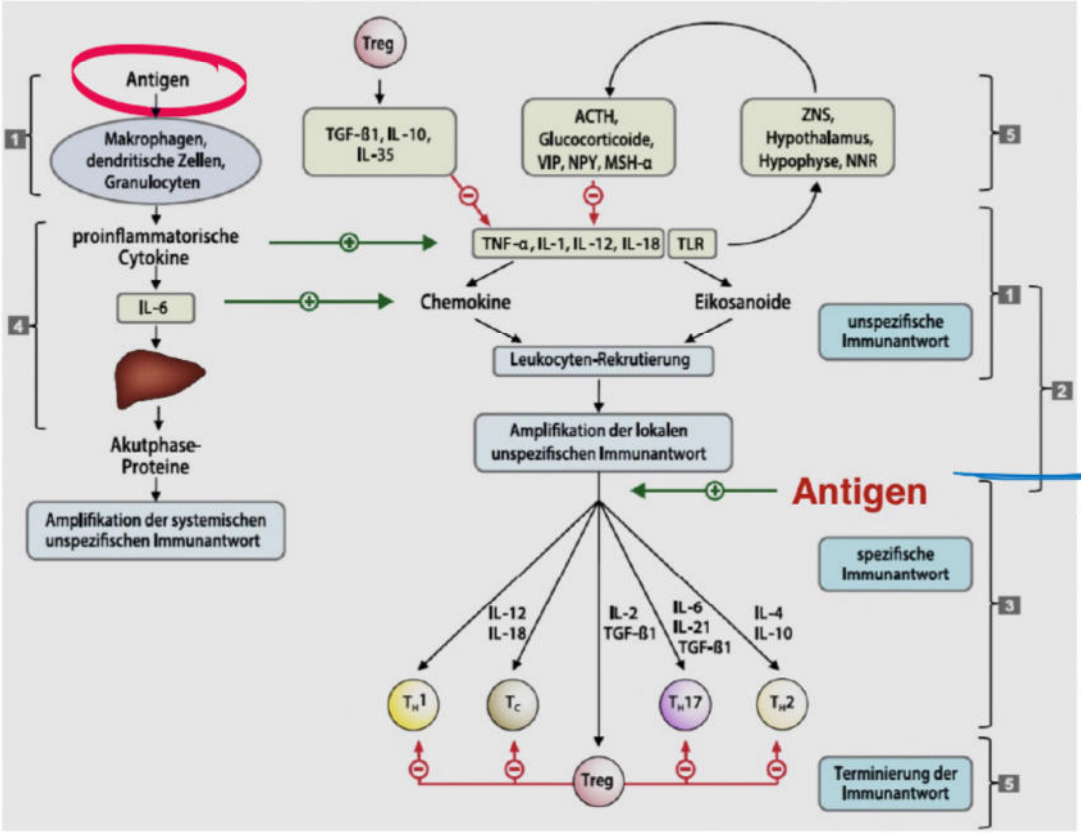
Tag 5

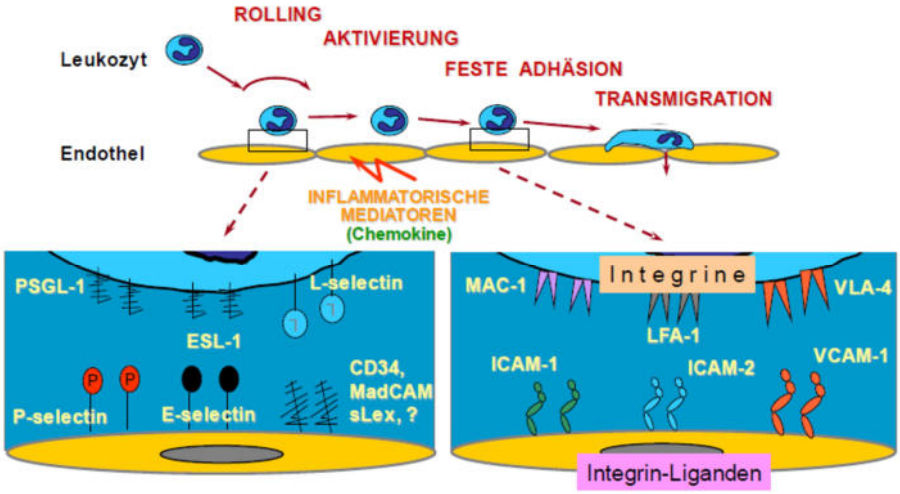
Donnerstag, 23. September 2021 19:14

Angeborenes *versus* Adaptives Immunsystem

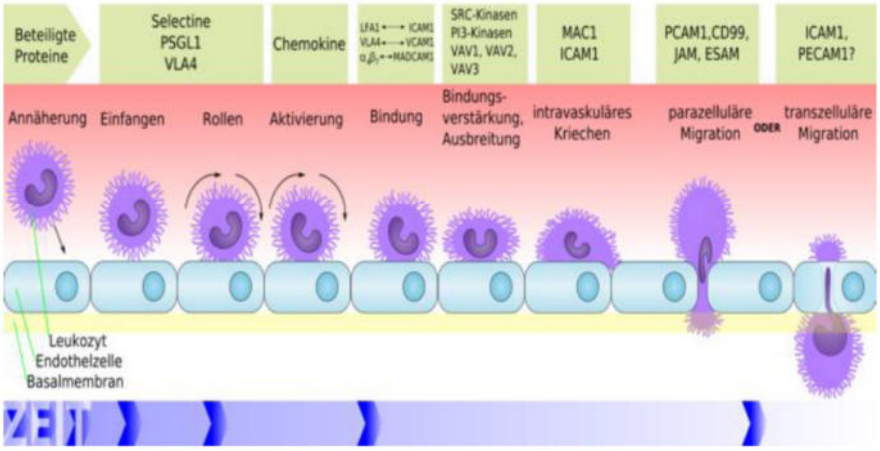
Angeborenes Immunsystem		Adaptives Immunsystem
Entzündung / Abwehr *-Phylogenetisch älter* *-Sofort verfügbar* *-Angeborene Immunität*	Funktion	**Antigen Erkennung** *-Phylogenetisch jünger* *-Braucht Zeit* *-Erworbene Immunität*
Myeloide Zellen *-Neutrophile* *-Eosinophile* *-Basophile* *-Monozyten, Makrophagen* ***Lymphozyten:** NK-Zellen*	Zellen	**Lymphozyten** *-B-Zellen* *-T-Zellen* *(CD4 Helfer)* T_H *(CD8 Zytotoxisch)* T_C
-Komplement *-Lektine* *-Zytokine, Chemokine*	Humoral	*-Immunoglobuline* *-Komplement* *-Zytokine*

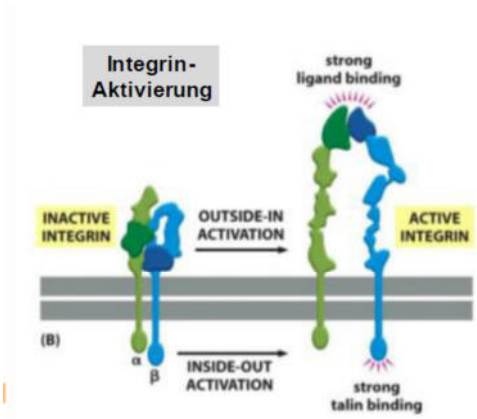


spezif. Antwort



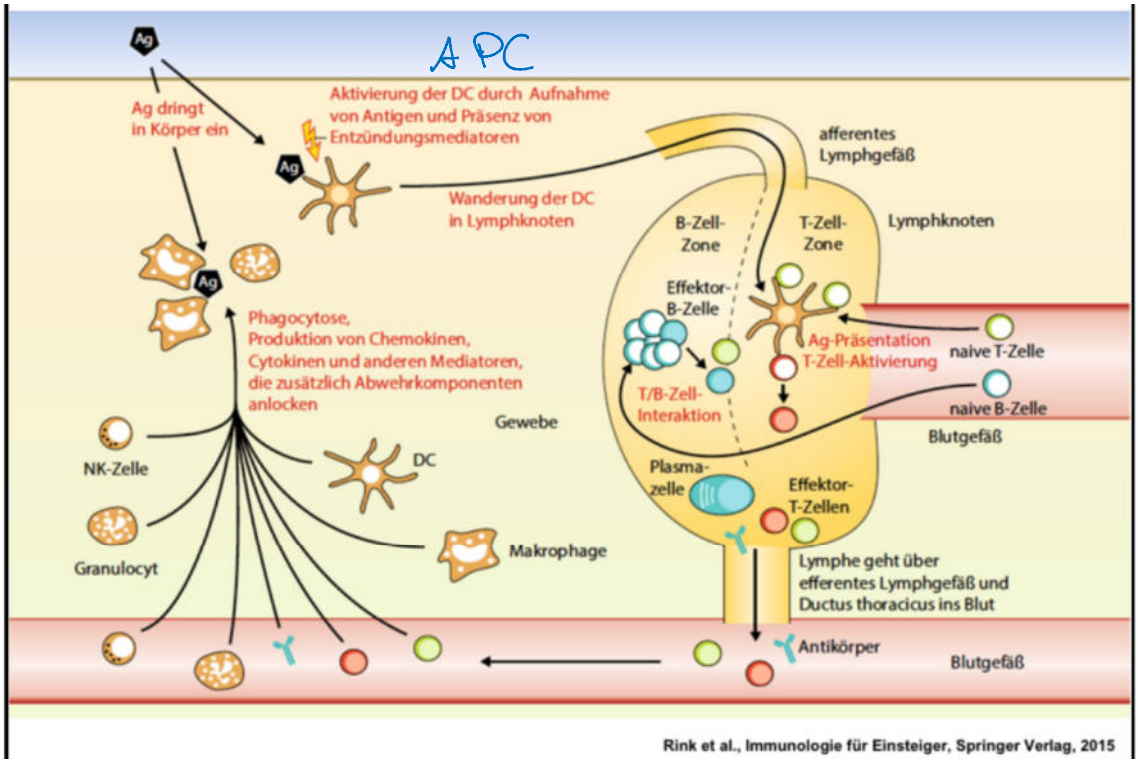
Die einzelnen Phasen der Leukozytenmigration



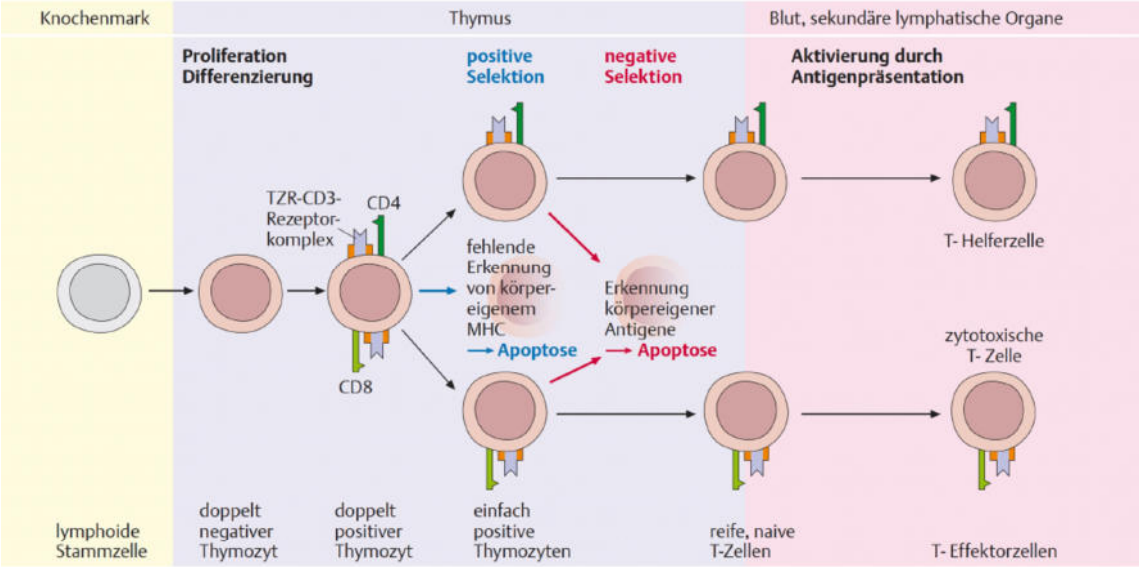


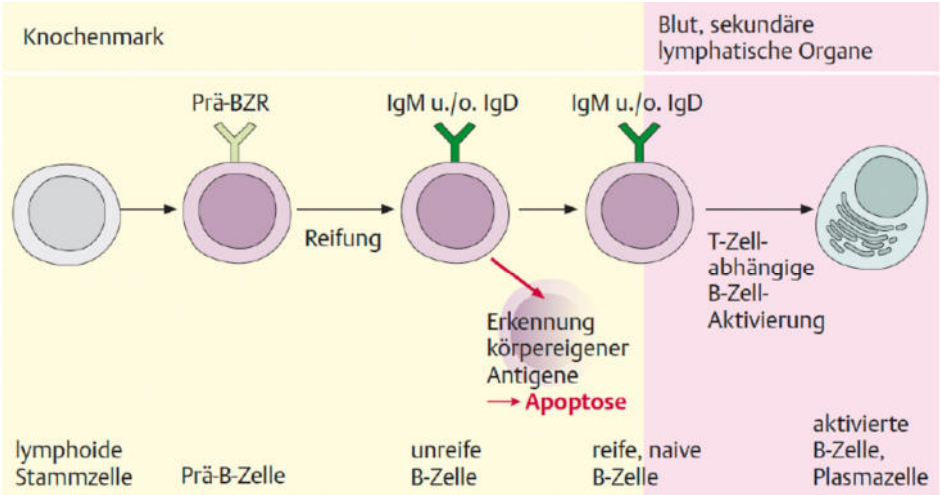
7.6 Antikörperfunktionen

Ig-Klasse	Konfiguration	MG	einige wichtige Antikörperfunktionen	Komplementaktivierung	
				klassischer Weg	alternativer Weg
IgG (macht 80% der Plasma-Antikörper aus)	Monomer	150 000	Opsonisierung, (Komplementaktivierung), plazentagängig	+	+ (nachfolgend)
IgM	Pentamer	970 000	Neutralisation, Agglutination, Antikörper des AB0-Systems, Antigenerkennung (→ IgM als Monomer auf B-Zellmembran)	+	+ (nachfolgend)
IgA	Monomer im Plasma	160 000	Neutralisation, lokale Abwehr auf Schleimhäuten (Speichel, Magen, Darm)	–	+
	Dimer in Sekreten	320 000			
IgE	Monomer	188 000	geringe Konzentration im Plasma, Bindung an Mastzellen und basophile Granulozyten	–	–
IgD	Monomer	184 000	geringe Konzentration im Plasma, Antigenerkennung (auf B-Zellmembran)	–	–



Rink et al., Immunologie für Einsteiger, Springer Verlag, 2015



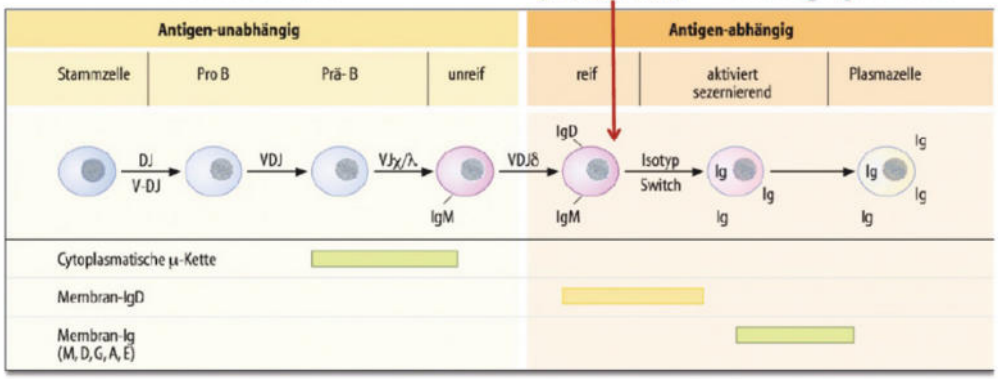


B-Zell-Entwicklung

→ sorgen für Umorganisation der Gensequenz => andere Ak werden gebildet

Knochenmark | **Milz / Lymphknoten**

+ Antigen
+ T-Zell-Hilfe



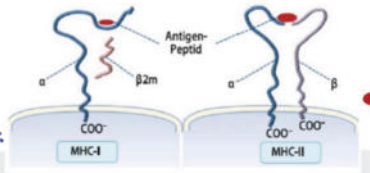
- **Ig-Gen-Rekombination**
  (V-J-Rekombination: leichte Kette, V-D-J-Rekombination; schwere Kette)

- **Selektion /Expansion**
- **somatische Hypermutation**
- **Ig-Klassenwechsel**

MHC (Haupthistokompatibilitätskomplex)

* Heterodimer: α- und β-Kette, mit 1 membran-spannenden Polypeptid
* β_2-Mikroglobulin ist nicht kovalent gebunden.
* Alle kernhaltigen Zellen und Thrombozyten exprimieren MHC-I.
* Dienen als "Ausweis" der Zelle.
* Antigene Peptide ca. 8-10 Aminosäuren

→ schutz vor Infektion durch T-Zellen (DK-Z.)



Peptidbindungs-stelle

* Heterodimer: α- und β-Kette, mit 2 membran-spannenden Polypeptiden.
* Werden nur von Dendritischen Zellen, Makrophagen und B-Zellen exprimiert.
* Interagieren mit T-Helferzellen
  => regulieren die Immunantwort
  => Vermehrung von Antigen-erkennenden Zellen.
* Antigene Peptide ca. 10-25 Aminosäuren

MHC Klasse I

WeWi mit CD8⁺-T-Zellen

- auf **allen** kernhaltigen Zellen und Thrombozyten (Ery's nicht)
- erhöhte Expression in hämatopoetischen Zellen
- präsentieren intrazelluläre, prozessierte Antigene (körpereigene und virale)
- im ER mit Peptiden beladen (**9-11-AS**)
  (Proteasom katalysierte Hydrolyse)
- Gene auf Chromosom 6, extrem polymorph (3 Hauptgene MHC-A, -B und –C)
- monomeres, integrales Membranprotein mit **3 extrazellulären Domänen (α_1- α_3)**
- Assoziation an **β_2-Microglobulin** notwendig (auf Chr.16)

keine Reaktion

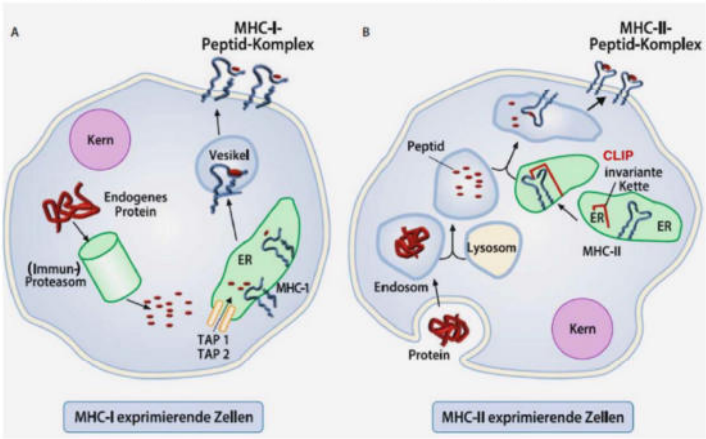
MHC Klasse II

WeWi mit CD4⁺-T-Zellen

↳ akt. T-Zellen
↳ Ausschüttung
=> IL

- nur auf APC (*antigen presenting cells*)
  - B-Lymphocyten,
  - Makrophagen
  - Dendritische Zellen
  - Langerhanszellen (spezialisierte, dendritische Zellen der Haut)
- präsentieren extrazelluläre, prozessierte Antigene
- in endolysosomalen Vesikeln beladen (**10-30 AS**)
  (Lysosomal katalysierte Hydrolyse)
- Gene (Chr. 6) codieren für Paare von α- und β-Ketten,
  → wichtige Subregionen **DP, DQ, DR** (Gene extrem polymorph)
- symmetrisches Heterodimer (α, β)
- N-Termini = Peptibindungsstelle

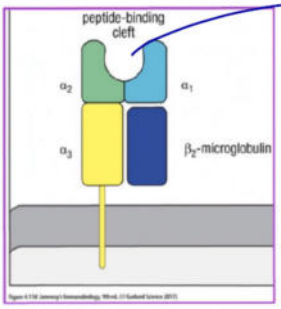
Intrazellulär - **MHC Klasse I** | Extrazellulär - **MHC Klasse II**



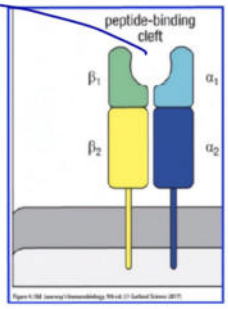
TAP = transporter associated with antigen processing

CLIP = class II invariant chain peptide
DM = HLA-DM Protein

MHC-Klasse-I-Moleküle



Die MHC-Klasse-II-Molek



Variabilität liegt in dieser Domäne
=> Erhöhung der Wahrsch., dass Ag gebunden wird
- hoch-polymorph

Bezeichnung	Herkunft (u. a.)	Wirkung (u. a.)
Immunmodulierende Interleukine (IL) (IL-3, s. oben)		
IL-1 (2 Isoformen -α, -β)	Ubiquitär, vor allem mononukleäre Phagozyten	Entzündung, Fieber; Aktivierung von Lymphozyten; Steigerung der Synthese von GM-CSF, G-CSF, IL-6 und Prostaglandin E_2
IL-2	T-Helferzellen	Wachstum und Aktivierung von Lymphozyten und natürlichen Killerzellen; Steigerung der Synthese von IL-1 und Interferonen
IL-4	T-Lymphozyten, mononukleäre Phagozyten, Mastzellen	Wachstum und Aktivierung von Lymphozyten; Immunglobulinsynthese (IgG, IgE)
IL-5	T-Helferzellen, mononukleäre Phagozyten, Mastzellen	Aktivierung von Lymphozyten; Immunglobulinsynthese (IgA, IgM); Wachstum von Vorläufern eosinophiler Granulozyten
IL-6	Mononukleäre Phagozyten, Fibroblasten, Endothelzellen	Entzündung, Fieber; Synthese der Akute-Phase-Proteine; Aktivierung von Lymphozyten; Immunglobulinsynthese; Wachstum von Megakaryozyten
IL-7	Mononukleäre Phagozyten, Fibroblasten, Endothelzellen	Wachstum von B- und T-Zell-Vorläufern
IL-8	T-Helferzellen, mononukleäre Phagozyten, Fibroblasten, Endothelzellen	Chemotaxis, Aktivierung neutrophiler Granulozyten
IL-11	Knochenmark (Stroma)	Wachstum von Megakaryozyten und Monozytenvorläufern
Tumor-Nekrose-Faktoren (TNF)		
TNF-α	Mononukleäre Phagozyten, T-Helferzellen	Entzündung, Zytolyse (u. a. Abtöten von Tumorzellen); Aktivierung mononukleärer Phagozyten; Synthese von GM-CSF, G-CSF, IL-1, IL-6 und Prostaglandin E_2
TNF-β	T-Helferzellen	
Interferone (IFN)		
IFN-α	Leukozyten; Fibroblasten	Zytolyse, Proliferationshemmung
IFN-β	Leukozyten; Fibroblasten	Zytolyse (vor allem von virusinfizierten Zellen)
IFN-γ	T-Helferzellen, natürliche Killerzellen	Aktivierung von Makrophagen und B-Lymphozyten; Zytolyse, Proliferationshemmung

Immunsystem

Samstag, 26. September 2020 11:57

Welche Aussage zu Antikörpern trifft **nicht** zu?

(A) Sekretierte Antikörper gegen die ABO-Blutgruppen-Antigene sind in der Regel vom Typ IgM.
(B) Eosinophile Granulozyten besitzen Rezeptoren für den F_c-Teil von IgE.
(C) IgA und IgG können von einem B-Lymphozyten gleichzeitig exprimiert werden.
(D) IgA dient der Abwehr von Erregern in sekretierten Flüssigkeiten.
(E) Makrophagen besitzen einen Rezeptor für den F_c-Teil von IgG.

Welche Aussage in Bezug auf natürliche Killerzellen (NK-Zellen) trifft zu? Sie

(A) exprimieren typischerweise MHC-II-Moleküle.
(B) erkennen durch MHC-I präsentierte Fremdpeptide.
(C) bilden Interleukin 2.
(D) stellen eine spezielle Subpopulation von T-Lymphozyten dar.
(E) wirken zytotoxisch auf körpereigene Zellen.

Welche Aussage zum Immunsystem trifft zu?
Bei der negativen Selektion

(A) differenziert eine spezifische B-Zelle zu einem Plasmazellklon.
(B) produziert eine B-Zelle Antikörper einer anderen Immunoglobulinklasse nach Entfernung eines DNA-Fragments.
(C) entstehen mehr als 10^{10} unterschiedliche T-Zellen durch somatische Rekombination.
~~(D)~~ werden autoreaktive T-Zellen eliminiert.
(E) werden virusinfizierte Zellen durch zytotoxische T-Zellen abgetötet.

Welche Aussage zu Entzündungsreaktionen trifft **nicht** zu?

(A) Zelluläre P-, E-, und L-Selektine interagieren mit fukosylierten Oligosacchariden auf Nachbarzellen.
(B) Monozyten sind die ersten leukozytären Zellen, die an den Entzündungsherd rekrutiert werden.
(C) Am luminalen Endothel fixierte Chemokine aktivieren in juxtacriner Weise rollende neutrophile Granulozyten im Blut.
(D) Makrophagen nutzen ihre β2-Integrine zur Erkennung von opsonierten Bakterien mit nachfolgender Phagozytose.
(E) In den Phagosomen katalysiert NADPH-Oxidase die Bildung von Superoxid-Anionen.

Zelluläre Komponenten des Immunsystems

Zelle	Funktionen
MONOZYTEN-MAKROPHAGEN	Phagozytose, intrazelluläres Killing Extrazelluläres Killing Zytokin-Produktion Antigen-Präsentation
Neutrophile GRAN.	Phagozytose, intrazelluläres Killing
Eosinophile GRAN.	Killing von Parasiten
Basophile GRAN.	Produktion von vasoaktiven Substanzen
MASTZELLEN	Induktion der Vasodilation, vask. Permeabilität
Natürl. Killer (NK) Zellen	Killing von Virus-infiz. Zellen und Tumorzellen
Dendritische Zellen	Antigen-Präsentation

Welche Antwort trifft **nicht** zu? Die erworbene Immunität

(A) ist hochspezifisch für einzelne antigene Determinanten (Epitope).
(B) bildet ein Gedächtnis.
(C) beinhaltet das Zusammenspiel von B-Zellen und T-Zellen.
(D) schützt bereits in den ersten Stunden unmittelbar nach einem Infektionsvorgang.
(E) beinhaltet die Beteiligung von MHC-Klasse I und MHC-Klasse II- Molekülen.

Welche Aussage zur Antigenpräsentation trifft zu?

(A) MHC-Klasse I-Moleküle befinden sich auf Erythrozyten.
(B) Im ER besteht der MHC-Klasse-II-Komplex aus zwei Untereinheiten.
(C) MHC-Klasse-I-Präsentation von Antigenen erfordert üblicherweise Endozytose.
(D) Das β2-Mikroglobulin ist Bestandteil des MHC-Klasse I-Komplexes.
(E) MHC-Klasse II-präsentierte Antigene werden von CD8-positiven T-Lymphozyten erkannt.

Welche Aussage zum Immunsystem trifft **nicht** zu?

(A) Makrophagen können mit Antikörpern opsonierte Bakterien phagozytieren.
(B) MHC II-Proteine werden auf jeder Körperzelle exponiert.
(C) IgG-Antikörper bestehen aus zwei leichten und zwei schweren Ketten.
(D) IgE-Antikörper sind an allergischen Reaktionen beteiligt.
(E) Eine spezielle Cytosin-Desaminase führt zu Hypermutationen in den Antikörper-Genen.

Welche Aussage zu Immunglobulinen (Antikörpern) der Klasse A (IgA) trifft zu? Sie

(A) werden von Makrophagen der Schleimhaut sezerniert.
(B) sind die Hauptantikörper im Serum und sind dort an der Komplementaktivierung beteiligt. M,G
(C) weisen ein Molekulargewicht von ca. 900 kDa auf.
(D) werden durch proteolytische Spaltung aus Immunoglobulin IgM gebildet.
(E) verhindern zusammen mit Mucin die Anheftung von Bakterien an das Darmepithel.

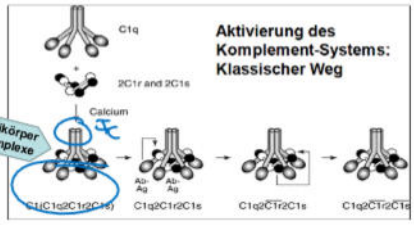
Welche Komplement-Komponente kann kovalent an die Membran/Zellwand von Bakterien binden und fungiert so als Ligand für körpereigene Phagozyten zur Erkennung von Mikroben?

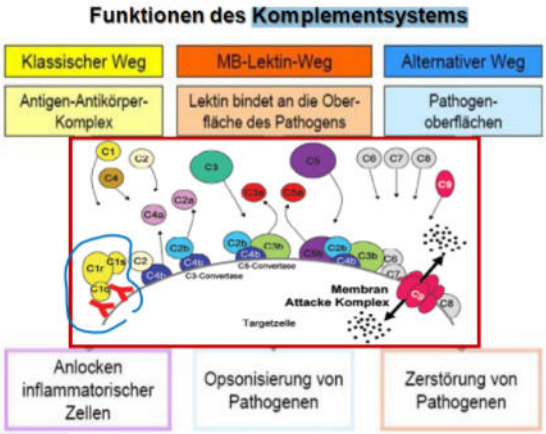
nicht kovalent

(A) C1q-r-s Komplex
(B) C3a
(C) C3b
(D) C7
(E) Poly-C9

MAC

C3 → C3a, C3b





T_H1-Zellen
Produktion v.a. von **IFNγ**
Stimulation von **Makrophagen**
zelluläre Abwehr gegen **intrazelluläre** Erreger, Entzündungsreaktionen

T_H2-Zellen
Produktion v.a. von **IL-4**
Aktivierung von B-Zellen zur **Antikörper-Produktion** (humorale Immunantwort);
Klassenwechsel v.a. zu IgE und IgA;
Abwehr **extrazellulärer** Erreger (v.a. Parasiten, wie z.B. Würmer)

T_H17-Zellen
Produktion v.a. von **IL-17, IL-21**
Stimulation von Epithelzellen zur **Cytokin-Produktion**, Entzündungsreaktionen
Anlockung von Neutrophilen Granulozyten zur Abwehr **extrazellulärer** Erreger

T_{reg}-Zellen
Produktion v.a. von **TGF-β, IL-10** (immunsuppressive Cytokine)
Inhibierung von APC und autoreaktiven T-Zellen
Immuntoleranz

Welche Aussagen in Bezug auf T-Zellen trifft zu?

Inhibierung von APC und autoreaktiven T-Zellen

Immuntoleranz

Welche Aussage in Bezug auf T-Zellen trifft zu?

(A) T-Helferzellen aktivieren die Proteine des Komplementsystems durch eine Phosphorylierungskaskade.
(B) Zytotoxische T-Zellen aktivieren B-Lymphozyten durch Sekretion von Tumor Nekrose Faktor-α.
(C) T-Zellen induzieren nach der Antigenerkennung ihre Proliferation durch autokrine Stimulation mit Interleukin 1.
(D) T-Helferzellen vom Typ T_H1 aktivieren die Phagozytose durch Ausschüttung von Granzymen.
(E) T-Helferzellen vom Typ T_H2 stimulieren die Differenzierung von B-Lymphozyten zu Plasmazellen.

Welche Aussage zu MHC-Molekülen trifft zu?

(A) Die Vielfalt der MHC-Moleküle beruht auf homologer Rekombination in der postnatalen Entwicklung des Menschen.
(B) MHC-II besteht aus zwei Proteinketten (α und β).
(C) Neutrophile Granulozyten exprimieren typischerweise MHC II-Moleküle.
(D) MHC-II besteht aus einer Proteinkette und einem angelagerten β_2-Mikroglobulin. MHCI
(E) MHC-I-Moleküle werden stets von CD4-positiven T-Helferzellen erkannt. CD8 +

Welche Aussage trifft zu? Interleukin-2

(A) stimuliert die Synthese von Akut-Phase-Proteinen in der Leber.
(B) ist an der Entwicklung von B-Lymphozyten im Knochenmark beteiligt.
(C) wird von B-Lymphozyten gebildet.
(D) wirkt über eine Rezeptor-Tyrosinkinase.
(E) wird von T-Helferzellen gebildet.

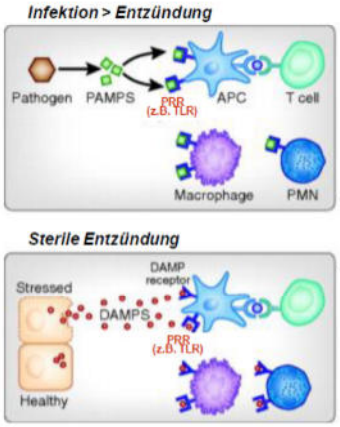
Welche Aussage zur Proteinstruktur und -Faltung trifft zu?

(A) Die korrekte Faltung und Struktur einer Polypeptidkette wird weitgehend durch seine Primärstruktur definiert.
(B) Bei 45°C sind Proteine in der Regel stabiler als bei 37°C.
(C) Spontane, nicht-enzymatische Hydrolyse einer Polypeptidbindung erfolgt in der Regel leichter als eine Hydrolyse der Phosphodiester-Bindung in der RNA.
(D) Um ihre korrekte Faltung zu erreichen, benötigt eine Polypeptidkette immer Chaperon-Proteine.
(E) Eine α-Helix hat genau 3 Aminosäuren pro Helixwindung.

Welche Aussage zu Komponenten des Immunsystems trifft **nicht** zu?

(A) Natürliche Killer-Zellen können MHC I-negative Zellen töten.
(B) Makrophagen können kernhaltige MHC I-negative körpereigene Zellen töten.
(C) Gewebsinterferone (α und β) bewirken in vielen Zellen die Hemmung der Proteinsynthese.
(D) Akutphase-Proteine wie das Lipopolysaccharid-Bindungsprotein (LBP) werden von der Leber synthetisiert.
(E) Makrophagen können bestimmte bakterielle Moleküle mit Hilfe von Toll-like-Rezeptoren erkennen.

Auslöser einer NATÜRLICHEN / ANGEBORENEN IMMUNITÄT



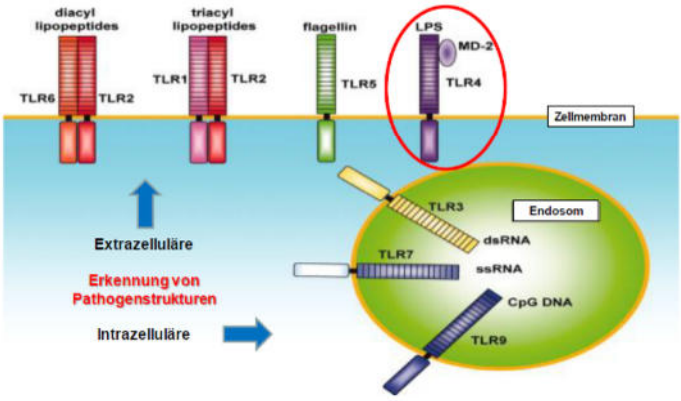
Pathogen-Associated Molecular Patterns (PAMPS)
- Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze)
- Parasiten (z.B. Würmer)
- Krebszellen
- Transplantierte Organe und Gewebe

- **PAMPS/DAMPS-Erkennung**
- **Zytokine / Chemokine**
- **Immunzell-Rekrutierung**
- **Entzündungsreaktionen**
- **Adaptive Immunität**
- **Gewebsregenerierung**

Danger-Associated Molecular Patterns (DAMPS)
- Zellkern: Genomische DNA, Histone, HMGB-1
- Zytosol: ATP, F-Aktin, HSP, ribosomale RNA, Häm
- Mitochondrien: Mito-DNA

LPS
Lipopolysaccharide
PRR
Pattern recognition receptors

Toll-like Rezeptoren und ihre Liganden



TLR4	LPS (Endotoxin)
TLR2	Peptidoglycan, Lipopeptide
TLR9	bakterielle DNA (keine CpG-Methylierung)
TLR5	bakterielles Flagellin
TLR3	virale Doppelstrang-RNA

Welche Aussage zu Antikörpern trifft **nicht** zu?

(A) IgM-Antikörper sind Teil der primären Immunantwort.
(B) IgG-Antikörper sind Teil der sekundären Immunantwort.
(C) IgE ist für die Abwehr von Parasiten wichtig.
(D) IgG-Antikörper stellen die Hauptklasse von Antikörpern im Mukus dar.
(E) Antikörper können sowohl sezerniert als auch auf der Zelloberfläche von B-Zellen exprimiert werden.

Welche Aussage zum Diabetes mellitus Typ 1 trifft zu?
Beim Diabetes mellitus Typ 1

(A) verstoffwechselt das Gehirn überwiegend Ketonkörper.
(B) ist in der Leber die Phosphoenolpyruvat-Carboxykinase (PEP-CK) verstärkt aktiv.
(C) ist in der Leber die Glucokinase verstärkt aktiv.
(D) läuft in den Hepatozyten verstärkt die Liponeogenese ab.
(E) wird verstärkt Insulin ausgeschüttet.

Welche Aussage zu Entzündungsreaktionen trifft zu?

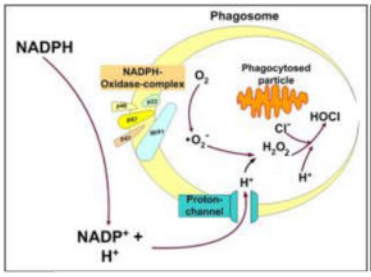
(A) Nur P-Selektin, nicht aber E- und L-Selektine, interagieren mit dem fukosylierten Oligosaccharid „Sialyl-Lewis-x", um eine Zell-Zell Wechselwirkung zu erreichen.
(B) Monozyten/Macrophagen sind die ersten leukozytären Zellen, die aus dem Blut an den Entzündungsherd rekrutiert werden.
(C) An die luminale Oberfläche des Endothels gebundenen Chemokine aktivieren in juxtacriner Weise die entlang der Gefäßwand rollenden Leukozyten.
(D) Blutplättchen sezernieren DNA/Histon-Komplexe (NETs), die zum Abfangen und Abtöten von Bakterien dienen.
(E) In den Phagosomen der Makrophagen katalysiert Superoxid-Dismutase die Bildung von Superoxid-Anion. $O_2^{-\bullet} \xrightarrow{SOD} H_2O_2$

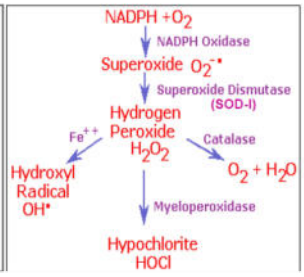
Welche Funktion wird **nicht** durch das Komplementsystem vermittelt?

(A) Immunkomplex-vermittelte Aktivierung von C1 (klassischer Weg)
(B) "Markierung" von Bakterien durch kovalente Bindung von C3b
(C) Opsonisierung von eigenen Körperzellen
(D) Chemotaktische Funktion von Anaphylatoxinen zur Rekrutierung von Entzündungszellen
(E) Bildung eines lytischen Membrankomplexes

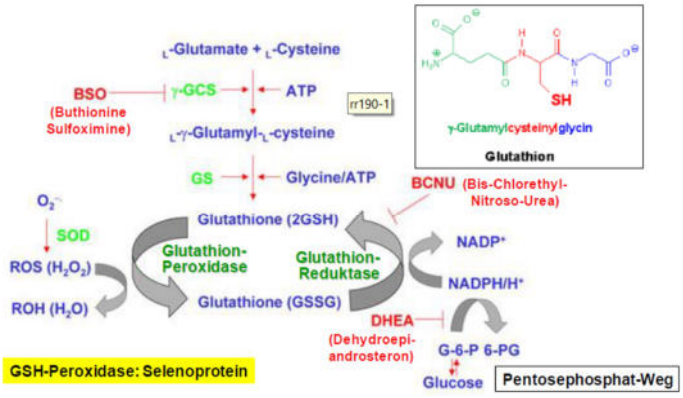
Welche Aussage trifft in Bezug auf MHC/HLA **nicht** zu?

(A) MHC-I bindet im endoplasmatischen Retikulum an Peptide, die von körpereigenen Proteinen stammen.
(B) MHC-I wird in der Regel auf allen kernhaltigen Zellen exprimiert.
(C) Der aus dem endoplasmatischen Retikulum stammende MHC-I Komplex wird durch eine invariante Kette abgeschirmt.
(D) MHC-Gene sind hochpolymorph.
(E) MHC-I präsentiert 9-11 Aminosäuren lange Antigen-Peptide, die von CD8-positiven T-Zellen erkannt werden.





Glutathion Redox-Zyklus



Welche Aussage in Bezug auf monoklonale Antikörper trifft **nicht** zu?

(A) Es werden B-Zellen aus dem Knochenmark mit Myelomzellen fusioniert.
(B) Die B-Zellen werden mit Myelom-Zellen in Gegenwart von Polyethylenglykol fusioniert.
(C) Hypoxanthin, Aminopterin und Thymidin sind Bestandteile des Selektionsmediums.
(D) Monoklonale Antikörper sind Antikörper, die auf einen einzigen B-Lymphozyten zurückgehen.
(E) Zur therapeutischen Anwendung werden in der Regel monoklonale IgG-Antikörper verwendet.

Welche Aussage zu Immungloblulinen trifft typischer Weise zu?

(A) Die konstanten Domänen bestehen vorwiegend aus α-Helices.
(B) IgG und IgD werden auf reifen B-Zellen koexprimiert.
(C) IgM-Antikörper bilden Pentamere, während IgA-Antikörper Dimere bilden.
(D) Die variable Domäne einer schweren Kette ist doppelt so groß wie die einer leichten Kette.
(E) IgA-Antikörper sind Teil der primären Immunantwort.

Welche Aussage zur T-Zellaktivierung trifft zu?

(A) CD4-positive T-Zellen zerstören Virus-infizierte Zellen direkt.
(B) Das HI-Virus infiziert CD8-positive T-Zellen.
(C) Cyclosporin A unterdrückt die T-Zellaktivierung, indem es das Enzym Calcineurin hemmt.
(D) Corticosteroide reprimieren Apoptose-spezifische Gene in T-Zellen.
(E) Th2-Zellen produzieren bevorzugt Interferon-gamma.

Welche Aussage in Bezug auf T-Zellen trifft zu?

(A) T-Helferzellen aktivieren die Proteine des Komplementsystems durch eine Phosphorylierungskaskade.
(B) Cytotoxische T-Zellen aktivieren B-Lymphozyten durch Sekretion von TNF.
(C) T-Zellen stimulieren nach der Antigenerkennung ihre Proliferation durch autokrine Stimulation mit Interleukin 1.
(D) T-Helferzellen vom Typ T_H1 aktivieren die Phagozytose durch Ausschüttung von Granzym.
(E) T-Helferzellen vom Typ T_H2 stimulieren die Differenzierung von B-Lymphozyten zu Plasmazellen.

Welche Substanz bewirkt im Phagolysosom eines Granulozyten das Abtöten von Bakterien?

(A) Liganden der Todesrezeptoren (Fas-Ligand)
(B) Sauerstoffradikale
(C) DNasen
(D) Komplementfaktoren
(E) Stickstoffmonoxid (NO)

Welcher Mechanismus trägt zur Vielfalt der Antigenerkennung durch Immunglobuline bei?

(A) Genumlagerungen (somatische Rekombination)
(B) Amplifikation der DNA in der variablen Region der Immunglobuline
(C) RNA-Editing der Immunglobulin-mRNA
(D) Alternatives Spleißen der Immunglobulin-hnRNA
(E) Posttranslationale Modifikation der hypervariablen Regionen der Immunglobuline

---

Welche Aussage zu Entzündungsreaktionen trifft zu?

(A) Nur P-Selektin, nicht aber E- und L-Selektine, interagieren mit dem fukosylierten Oligosaccharid „Sialyl-Lewis-x", um eine Zell-Zell Wechselwirkung zu erreichen.
(B) Monozyten/Macrophagen sind die ersten leukozytären Zellen, die aus dem Blut an den Entzündungsherd rekrutiert werden.
(C) An die luminale Oberfläche des Endothels gebundenen Chemokine aktivieren in juxtacriner Weise die entlang der Gefäßwand rollenden Leukozyten.
(D) Blutplättchen sezernieren DNA/Histon-Komplexe (NETs), die zum Abfangen und Abtöten von Bakterien dienen.
(E) In den Phagosomen der Makrophagen katalysiert Superoxid-Dismutase die Bildung von Superoxid-Anion.

Welche Aussage trifft in Bezug auf MHC/HLA **nicht** zu?

(A) MHC-I bindet im endoplasmatischen Retikulum an Peptide, die von körpereigenen Proteinen stammen.
(B) MHC-I wird in der Regel auf allen kernhaltigen Zellen exprimiert.
(C) Der aus dem endoplasmatischen Retikulum stammende MHC-I Komplex wird durch eine invariante Kette abgeschirmt.
(D) MHC-Gene sind hochpolymorph.
(E) MHC-I präsentiert 9-11 Aminosäuren lange Antigen-Peptide, die von CD8-positiven T-Zellen erkannt werden.

Welche Aussage in Bezug auf monoklonale Antikörper trifft **nicht** zu?

(A) Es werden B-Zellen aus dem Knochenmark mit Myelomzellen fusioniert.
(B) Die B-Zellen werden mit Myelom-Zellen in Gegenwart von Polyethylenglykol fusioniert.
(C) Hypoxanthin, Aminopterin und Thymidin sind Bestandteile des Selektionsmediums.
(D) Monoklonale Antikörper sind Antikörper, die auf einen einzigen B-Lymphozyten zurückgehen.
(E) Zur therapeutischen Anwendung werden in der Regel monoklonale IgG-Antikörper verwendet.

Welche Aussage zu Immungloblulinen trifft typischer Weise zu?

(A) Die konstanten Domänen bestehen vorwiegend aus α-Helices.
(B) IgG und IgD werden auf reifen B-Zellen koexprimiert.
(C) IgM-Antikörper bilden Pentamere, während IgA-Antikörper Dimere bilden.
(D) Die variable Domäne einer schweren Kette ist doppelt so groß wie die einer leichten Kette.
(E) IgA-Antikörper sind Teil der primären Immunantwort.

Welche Aussage zur T-Zellaktivierung trifft zu?

(A) CD4-positive T-Zellen zerstören Virus-infizierte Zellen direkt. f
(B) Das HI-Virus infiziert CD8-positive T-Zellen.
(C) Cyclosporin A unterdrückt die T-Zellaktivierung, indem es das Enzym Calcineurin hemmt.
(D) Corticosteroide reprimieren Apoptose-spezifische Gene in T-Zellen.
(E) Th2-Zellen produzieren bevorzugt Interferon-gamma.

Welche physiologische Funktion wird **nicht** durch das Komplementsystem vermittelt?

(A) Opsonisierung von neutrophilen Granulozyten unter Bildung von "Neutrophil extracellular traps" (NETs)
(B) Immunkomplex-vermittelte Bindung von C1q und Aktivierung des C1-Komplexes (klassischer Weg)
(C) Kovalente Bindung von C3b an die Oberfläche von Bakterien
(D) Chemotaktische Aktivität von Anaphylatoxinen (C3a oder C5a) zur Rekrutierung von Entzündungszellen
(E) Bildung einer membranolytischen Proteinpore bestehend aus poly-C9

Welche Aussage zu MHC-I-Molekülen trifft zu?

(A) Sie sind vor allem wichtig für die Abwehr bakterieller Infektionen.
(B) Die von ihnen präsentierten Peptide werden typischerweise zytosolisch erzeugt.
(C) Ihre Synthese wird durch Interferone reprimiert.
(D) Sie werden durch B-Zell-Rezeptoren erkannt.
(E) Sie präsentieren typischerweise Peptide mit einer Länge von etwa 30 Aminosäuren.

Welche Aussage trifft **nicht** zu?
Disulfidbrücken in einem IgM-Molekül (Immunglobulin der Klasse M)

(A) verknüpfen die H-Ketten.
(B) verknüpfen die H- und die L-Ketten.
(C) stabilisieren die Domänen-Struktur.
(D) verknüpfen die H-Kette mit dem zentralen J-Peptid (joining-peptide).
(E) sind an der Bindung des Antigens an den Antikörper beteiligt.

Welches "Pathogen-associated molecular pattern" (PAMP) wird auf Immunzellen vor allem vom Toll-like Rezeptor-4 erkannt?

(A) Virale RNA
(B) Bakterielle DNA
(C) Lipopolysaccharide (Endotoxine) von gram-negativen Bakterien
(D) Flagellin von bakteriellen Flagellen
(E) Zymosan von Hefepilzen