

Immunológia alapjai

**Immunoglobulin közvetítette effektor
funkciók, Fc receptorok**

Boldizsár Ferenc

Az immunoglobulinok funkciói

Monofunkcionális jellegű sejtfelszíni Ig (BcR) →
specifikus antigén felismerés és kötés
Már az antigén megjelenése *előtt*.

Polyfunkcionális jellegű a szekretált Ig →
Az antigén bejutás *után* az effektor funkciókban:
immunkomplex képződés → neutralizáció, opszonizáció,
komplement kötés és aktiváció, Fc receptor kötés,
agglutináció, stb, → segít a patogének eltakarításában,
mielőtt egy fertőzés elindulhatna

Antigén-antitest kapcsolódás effektor funkciót eredményez

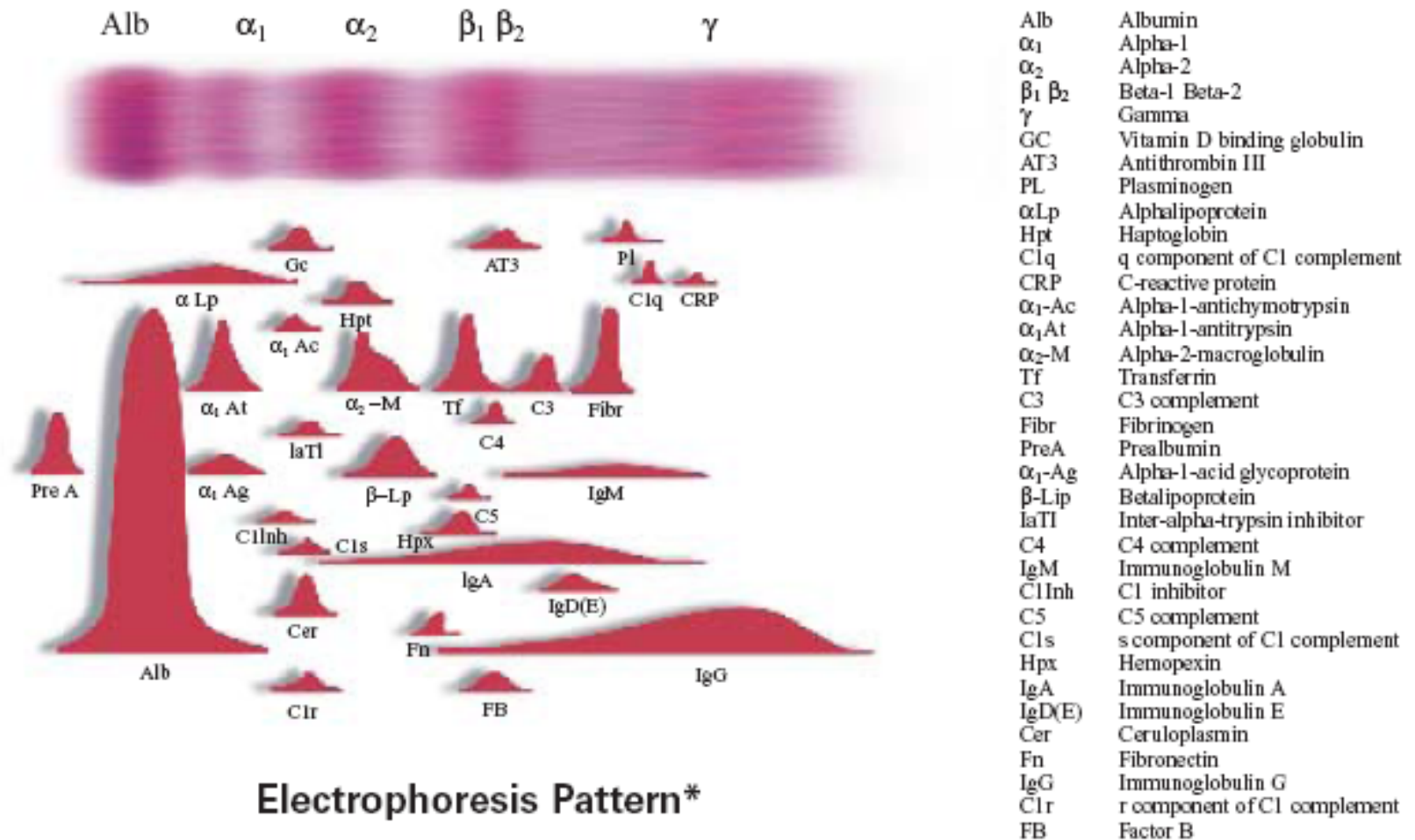
- Az antigén neutralizációja
- A komplement klasszikus út aktivációja
- Opszonizált mikroba, vagy immunkomplex Fc receptorhoz kötése és a fagocitózis elősegítése
- Antitest dependens sej-közvetített citotoxicitás (ADCC)

A különböző izotípusú ellenanyagok a szervezet különböző helyein hatnak

Distribution	IgM	IgD	IgG1	IgG2	IgG3	IgG4	IgA	IgE
Transport across epithelium	+	-	-	-	-	-	+++ (dimer)	-
Transport across placenta	-	-	+++	+	++	+/-	-	-
Diffusion into extravascular sites	+/-	-	+++	+++	+++	+++	++ (monomer)	+
Mean serum level (mg ml ⁻¹)	1.5	0.04	9	3	1	0.5	2.1	3×10 ⁻⁵

Figure 9-19 part 2 of 2 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

Szérum ELFO



*Adapted from Laurell, C-B (11).

Az antitestek különböző módon védik a gazdaszervezetet a fertőzésektől

1. **Neutralizáció**: véd a kórokozók fertőzőképessége ellen, gátolja a toxikus hatásait

2. **Opszonizáció**: befedi a kórokozót, ezzel segítve az Fc receptor közvetített fagocitózist

3. **Komplement aktiváció** →
C3b opszonizáció
bacteriolízis

+

4. **Antibody Dependent Cell-mediated Cytotoxicity (ADCC)**

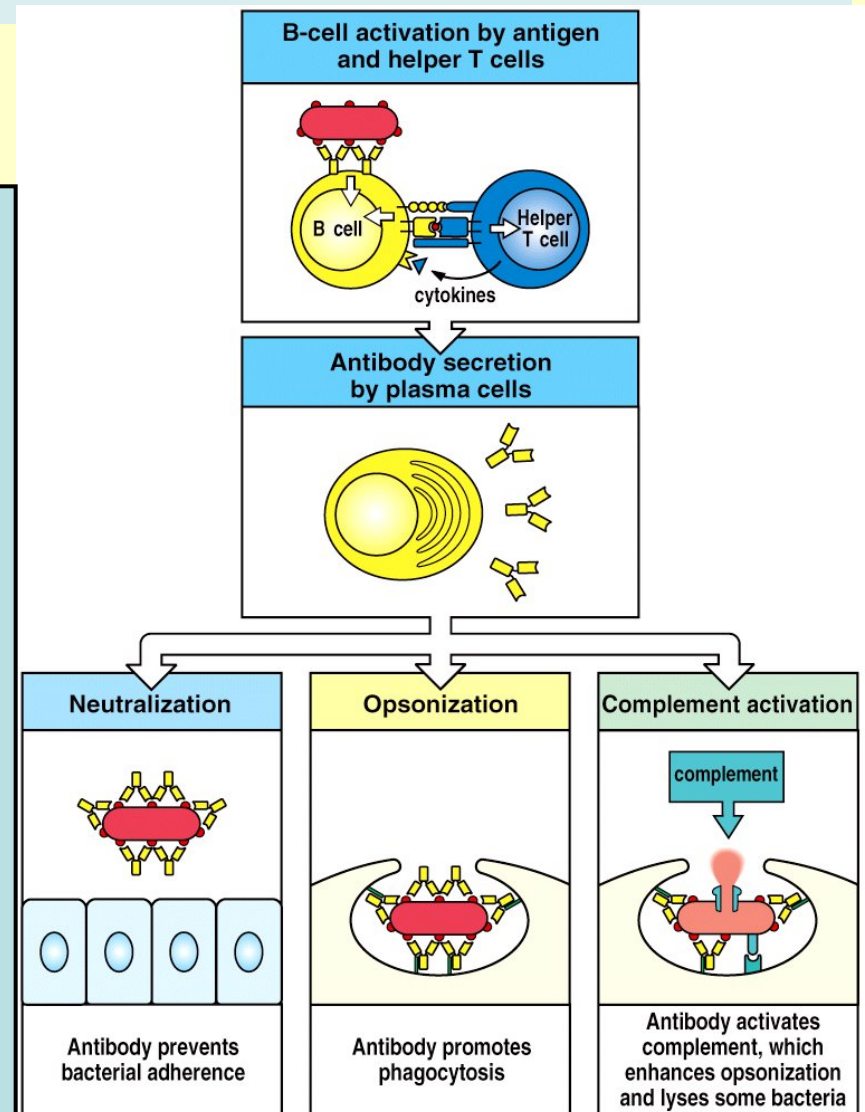


Figure 9-1 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

A különböző izotípusú ellenanyagoknak eltérő a funkciója

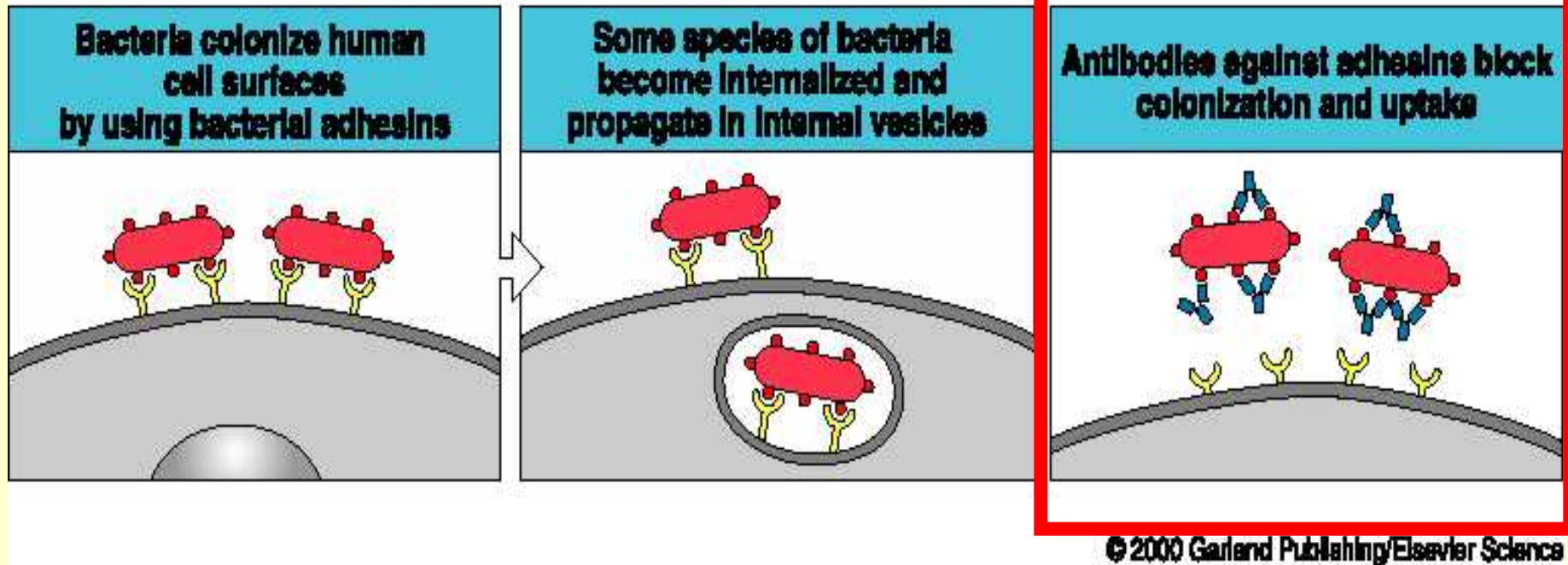
Functional activity	IgM	IgD	IgG1	IgG2	IgG3	IgG4	IgA	IgE
Neutralization	+	-	++	++	++	++	++	-
Opsonization	+	-	+++	*	++	+	+	-
Sensitization for killing by NK cells	-	-	++	-	++	-	-	-
Sensitization of mast cells	-	-	+	-	+	-	-	+++
Activates complement system	+++	-	++	+	+++	-	+	-

Figure 9-19 part 1 of 2 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

NEUTRALIZÁCIÓ

I.1. Neutralizáció baktériumoknál: antitest gátolhatja a baktérium gazdasejthez kötődését

Figure 7.21b



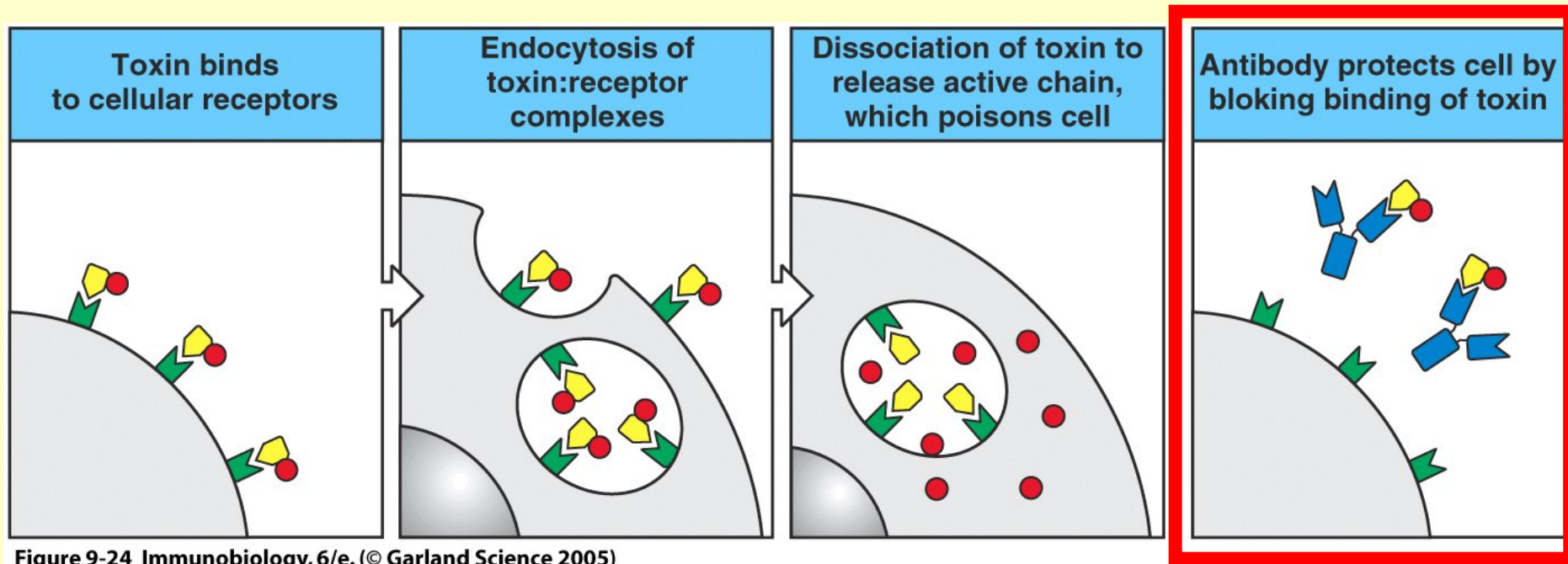
Nyálkahártyához kötődést a szekretoros IgA gátolja

Opszonizáció IgG-vel → fokozott fagocitizis

IgG és IgM →komplement aktiváció → lysis

Antitest-mediálta agglutináció → a gazda szövetekbe történő behatolást gátolja

I.2. Neutralizáció: bakteriális toxinok



Diphtheria, Tetanus exotoxin → Toxoid (inactivated exotoxin) for vaccination

Sok betegséget bakteriális toxinok okoznak

Disease	Organism	Toxin	Effects <i>in vivo</i>
Tetanus	<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus toxin	Blocks inhibitory neuron action, leading to chronic muscle contraction
Diphtheria	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Diphtheria toxin	Inhibits protein synthesis, leading to epithelial cell damage and myocarditis
Gas gangrene	<i>Clostridium perfringens</i>	Clostridial toxin	Phospholipase activation, leading to cell death
Cholera	<i>Vibrio cholerae</i>	Cholera toxin	Activates adenylate cyclase, elevates cAMP in cells, leading to changes in intestinal epithelial cells that cause loss of water and electrolytes
Anthrax	<i>Bacillus anthracis</i>	Anthrax toxic complex	Increases vascular permeability, leading to edema, hemorrhage, and circulatory collapse
Botulism	<i>Clostridium botulinum</i>	Botulinum toxin	Blocks release of acetylcholine, leading to paralysis
Whooping cough	<i>Bordetella pertussis</i>	Pertussis toxin	ADP-ribosylation of G proteins, leading to lymphoproliferation
		Tracheal cytotoxin	Inhibits cilia and causes epithelial cell loss
Scarlet fever	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Erythrogenic toxin	Vasodilation, leading to scarlet fever rash
		Leukocidin Streptolysins	Kill phagocytes, allowing bacterial survival
Food poisoning	<i>Staphylococcus aureus</i>	Staphylococcal enterotoxin	Acts on intestinal neurons to induce vomiting. Also a potent T-cell mitogen (SE superantigen)
Toxic-shock syndrome	<i>Staphylococcus aureus</i>	Toxic-shock syndrome toxin	Causes hypotension and skin loss. Also a potent T-cell mitogen (TSST-1 superantigen)

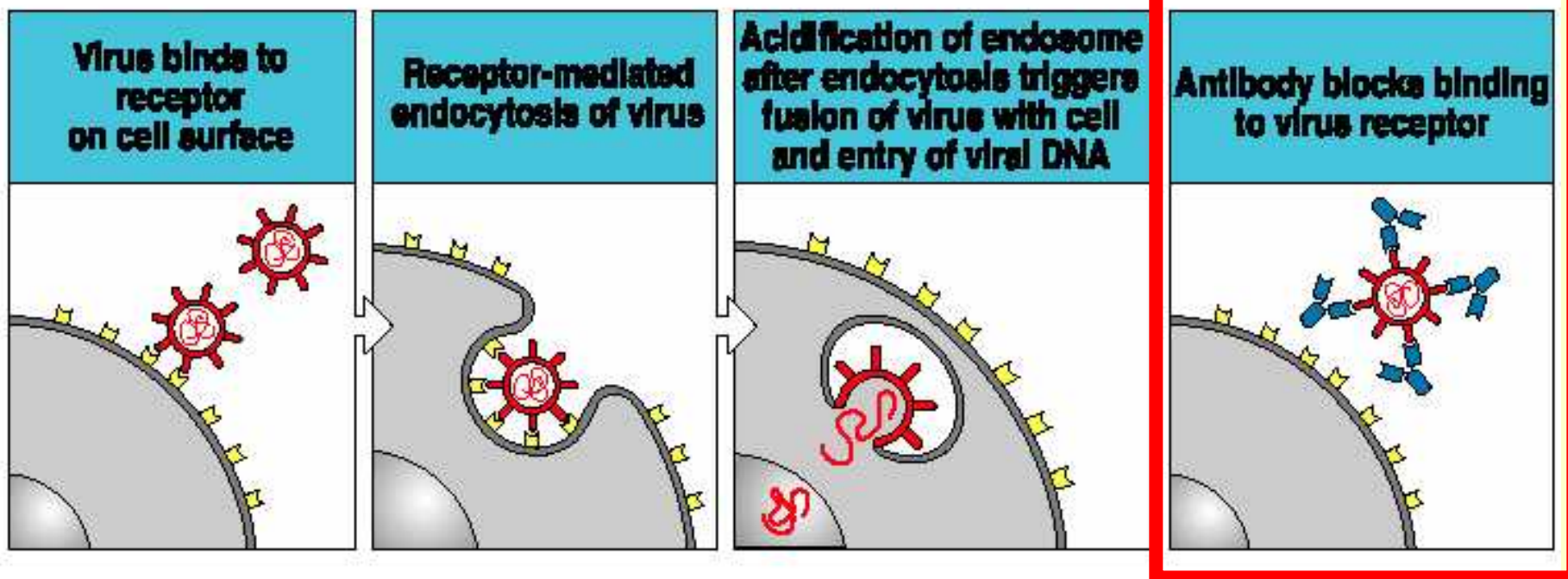
Figure 9-23 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

I.3. Virus neutralizáció

Antitest gátolja a vírus gazdasejthez kötődését, ezzel gátolva a fertőzést:

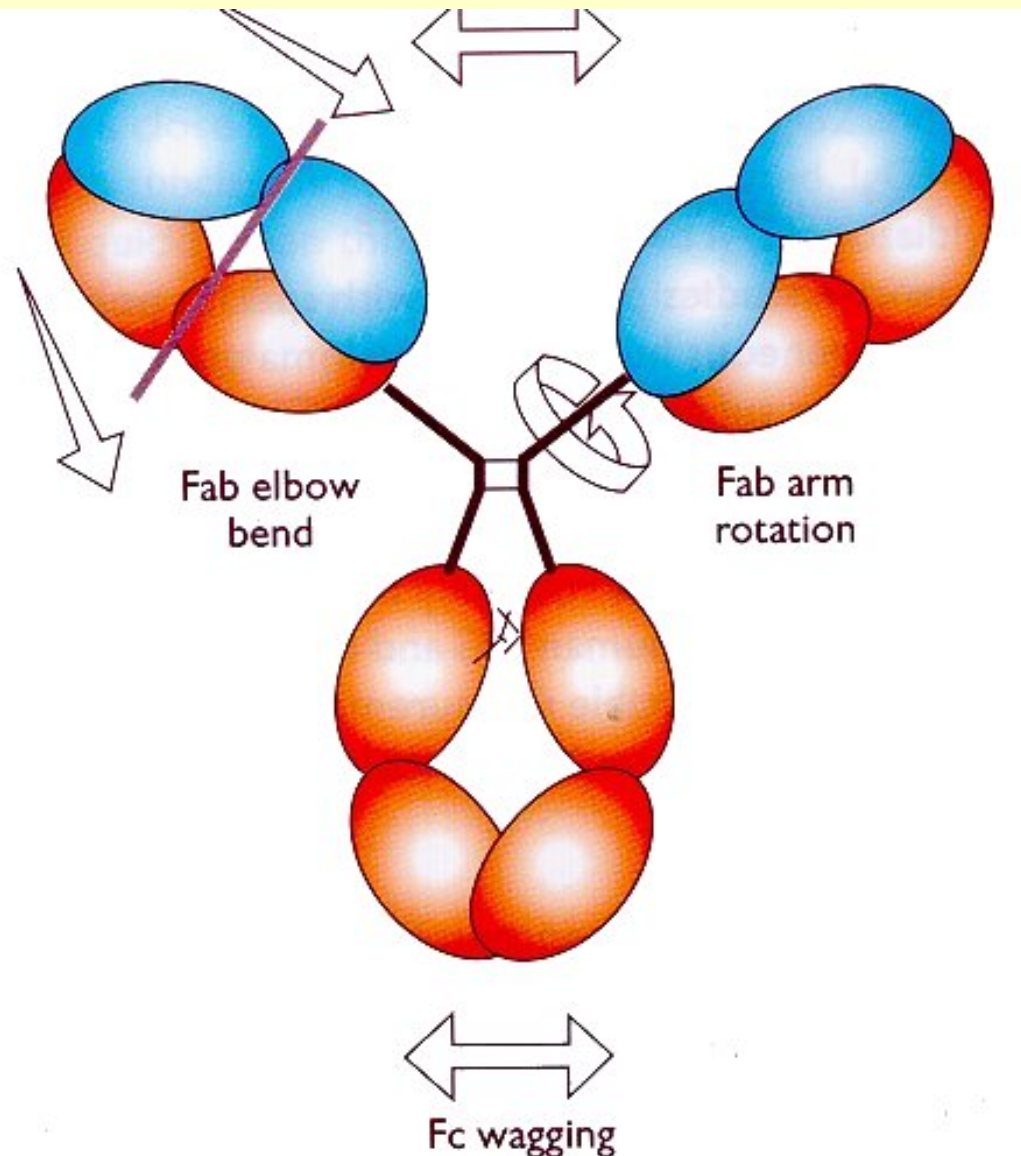
- Influenza vírus a sejtmembrán glycoproteinek szíalsav maradékaihoz kapcsolódnak
- Rhinovirus az ICAM-1-hez kötődik
- Epstein-Barr vírus a 2-es típusú komplement receptorhoz kötődik

Figure 7.21a



Fc-RECEPTOR KÖTÉS

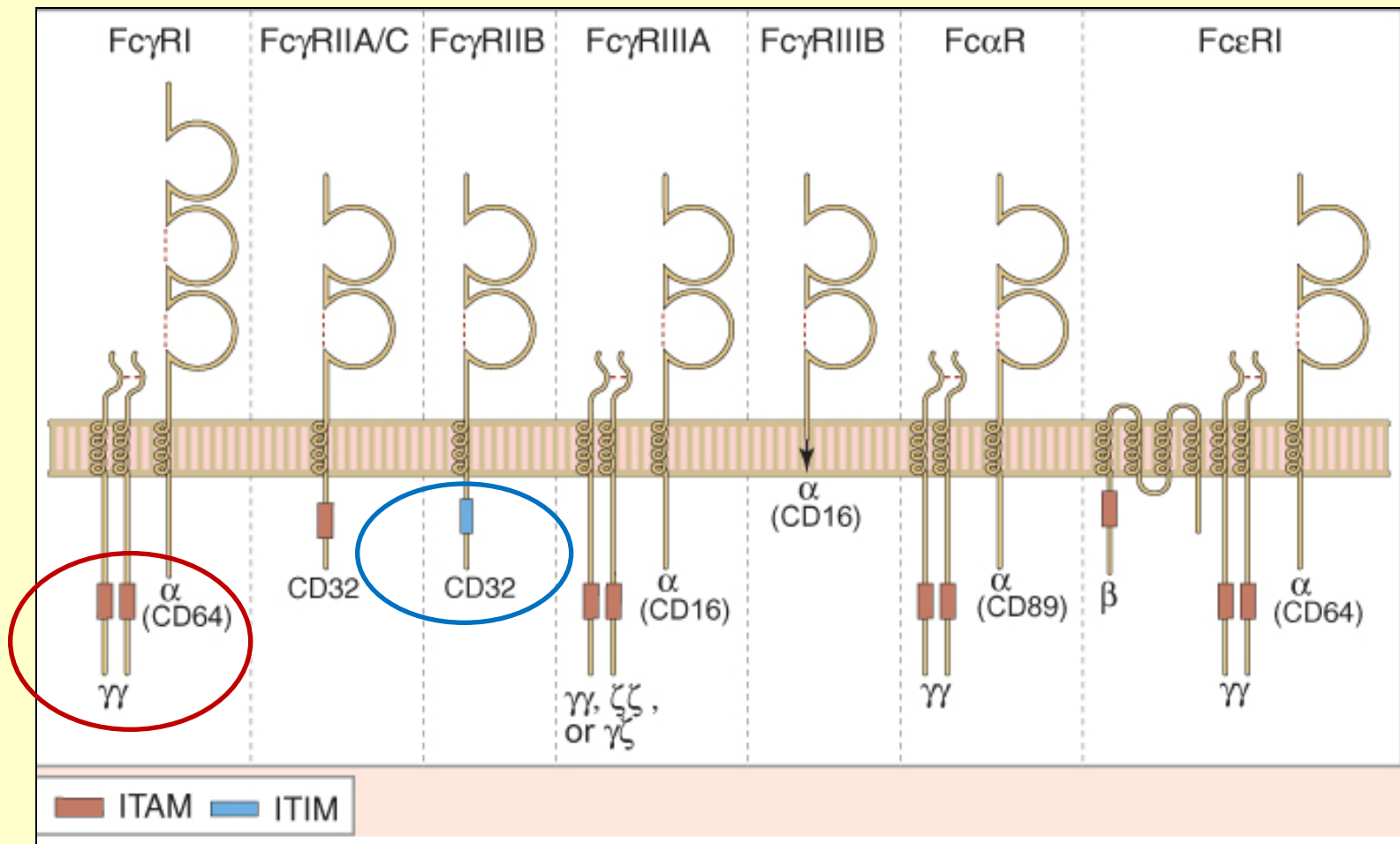
IgG flexibilis molekula



**Antigen binding >
Conformation change >
Complement activation,
FcR binding**

**Flexibility of
immunoglobulins
with various isotypes
Is different.**

Az Fc γ Receptorok aktiváló vagy gátló hatásúak



Fc receptors (FcR)

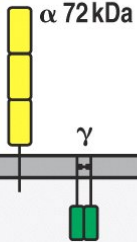
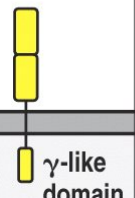
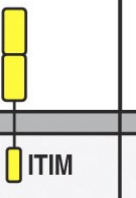
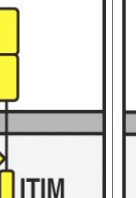
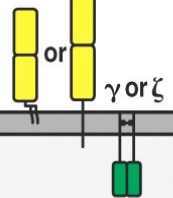
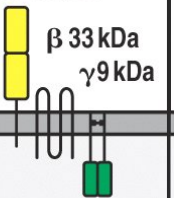
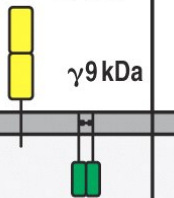
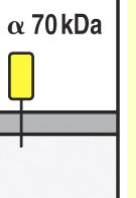
Receptor	FcγRI (CD64)	FcγRII-A (CD32)	FcγRII-B2 (CD32)	FcγRII-B1 (CD32)	FcγRIII (CD16)	FcεRI	FcαRI (CD89)	Fc α/μR
Structure								
Binding	IgG1 10^8 M^{-1}	IgG1 $2 \times 10^6 \text{ M}^{-1}$	IgG1 $2 \times 10^6 \text{ M}^{-1}$	IgG1 $2 \times 10^6 \text{ M}^{-1}$	IgG1 $5 \times 10^5 \text{ M}^{-1}$	IgE 10^{10} M^{-1}	IgA1, IgA2 10^7 M^{-1}	IgA, IgM $3 \times 10^9 \text{ M}^{-1}$
Order of affinity	1) IgG1=IgG3 2) IgG4 3) IgG2	1) IgG1 2) IgG3=IgG2* 3) IgG4	1) IgG1=IgG3 2) IgG4 3) IgG2	1) IgG1=IgG3 2) IgG4 3) IgG2	IgG1=IgG3		IgA1=IgA2	1) IgM 2) IgA
Cell type	Macrophages Neutrophils [†] Eosinophils [†] Dendritic cells	Macrophages Neutrophils Eosinophils Platelets Langerhans' cells	Macrophages Neutrophils Eosinophils	B cells Mast cells	NK cells Eosinophils Macrophages Neutrophils Mast cells	Mast cells Eosinophils [†] Basophils	Macrophages Neutrophils Eosinophils [†]	Macrophages B cells
Effect of ligation	Uptake Stimulation Activation of respiratory burst Induction of killing	Uptake Granule release (eosinophils)	Uptake Inhibition of stimulation	No uptake Inhibition of stimulation	Induction of killing (NK cells)	Secretion of granules	Uptake Induction of killing	Uptake

Figure 9-30 part 1 of 2 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

munobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

Opszonizáció ellenanyaggal és fagocitózis

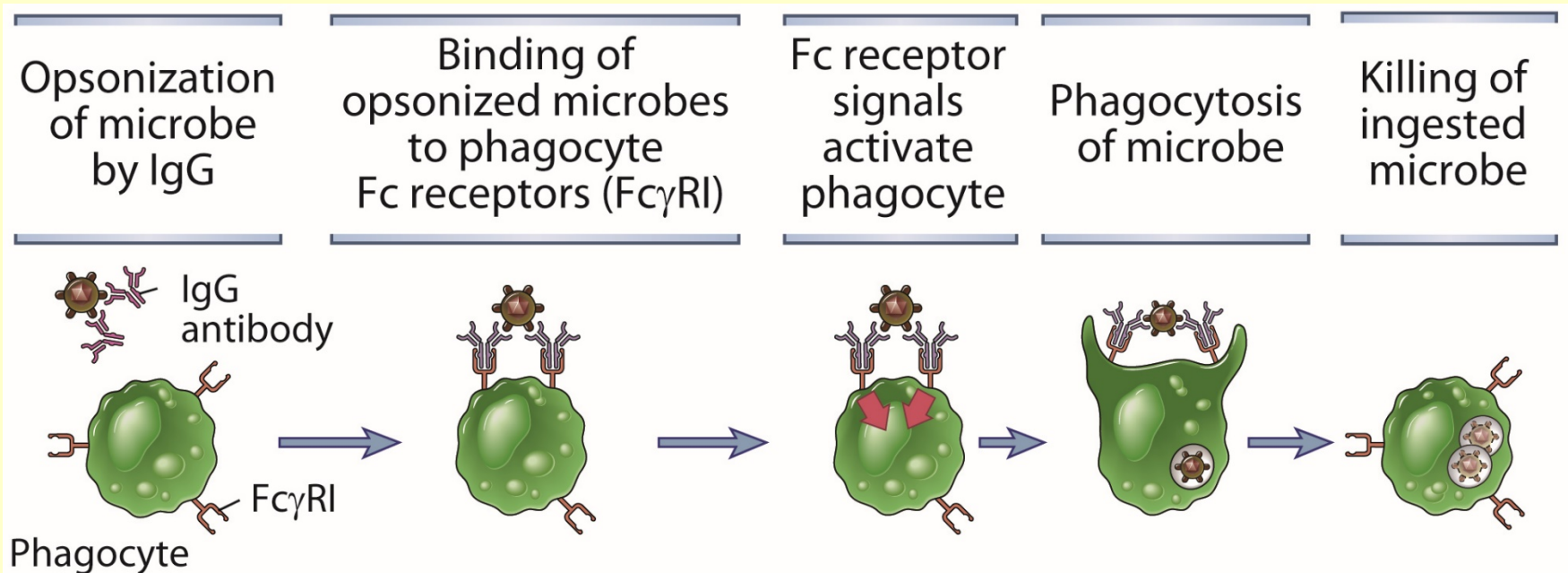


Fig. 12-4

Opszonizáció antitesttel → Fc receptor mediálta fagocitózis

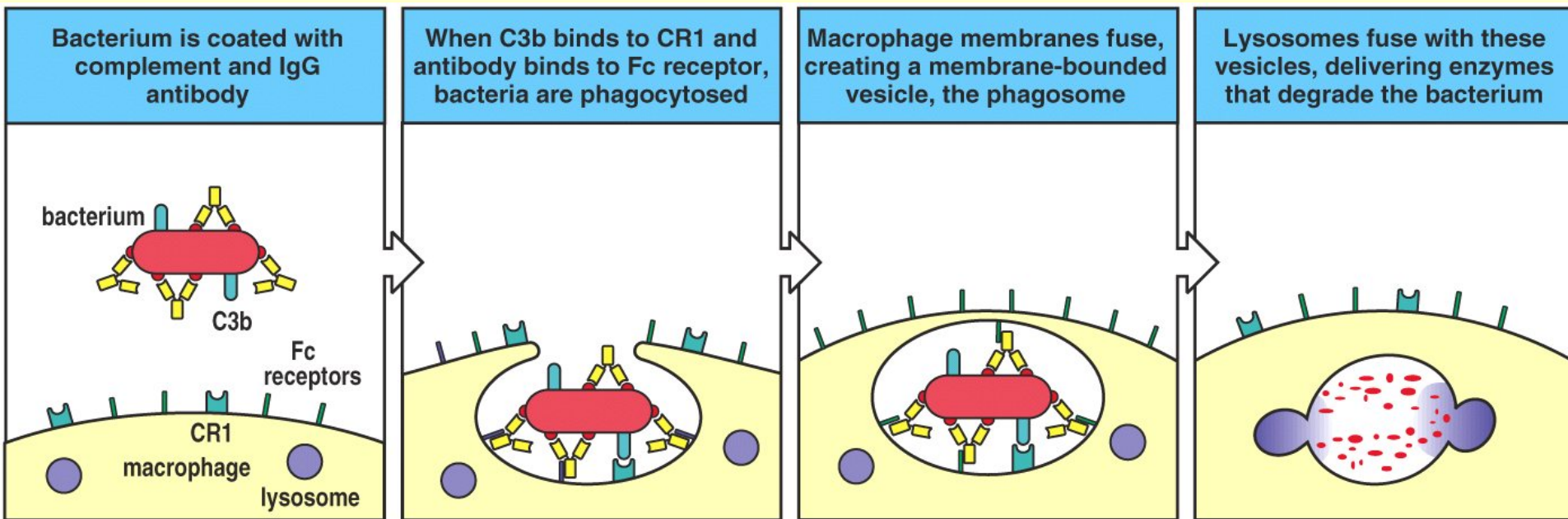


Figure 9-32 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

Szabad immunglobulin nem tud Fc receptorhoz kötődni és fagocitózist elősegíteni

Antigénhez kötött antitest képes Fc receptor keresztkötésre

B sejt aktiváció gátlása Fc γ RIIB hatására

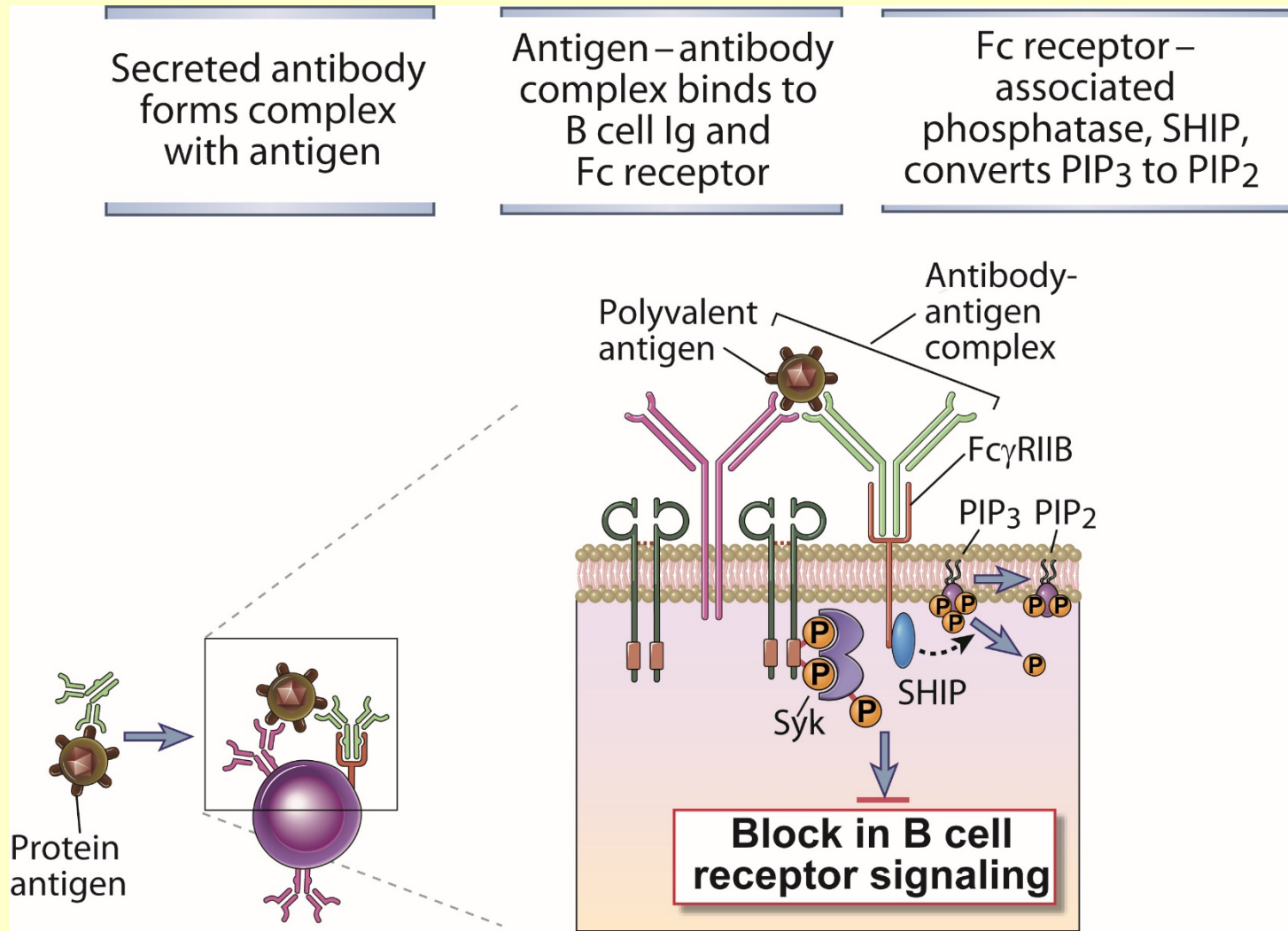
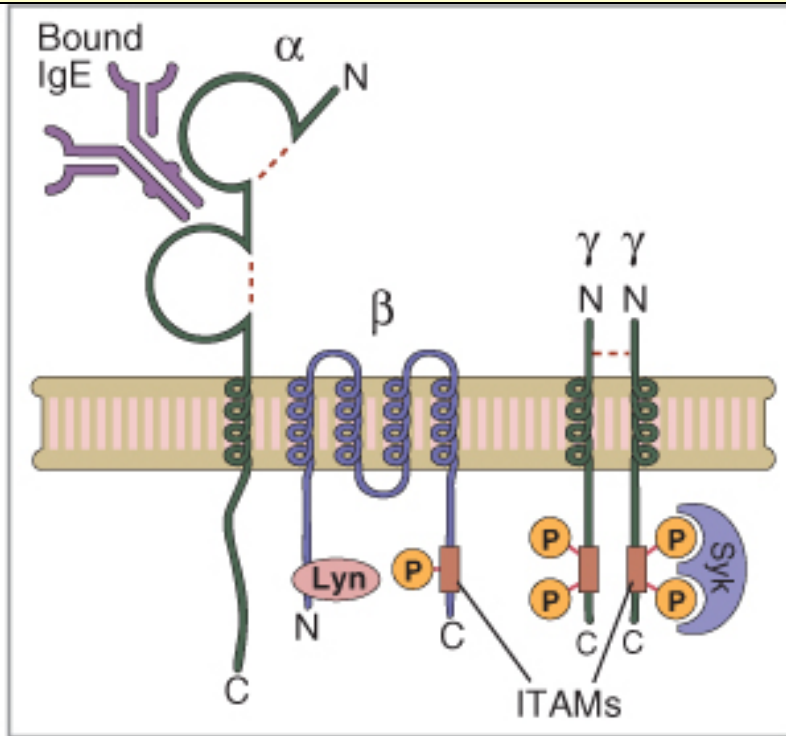


Fig. 11-21

Nagy affinitású IgE receptor (Fc ϵ R) – szabad IgE-t köt

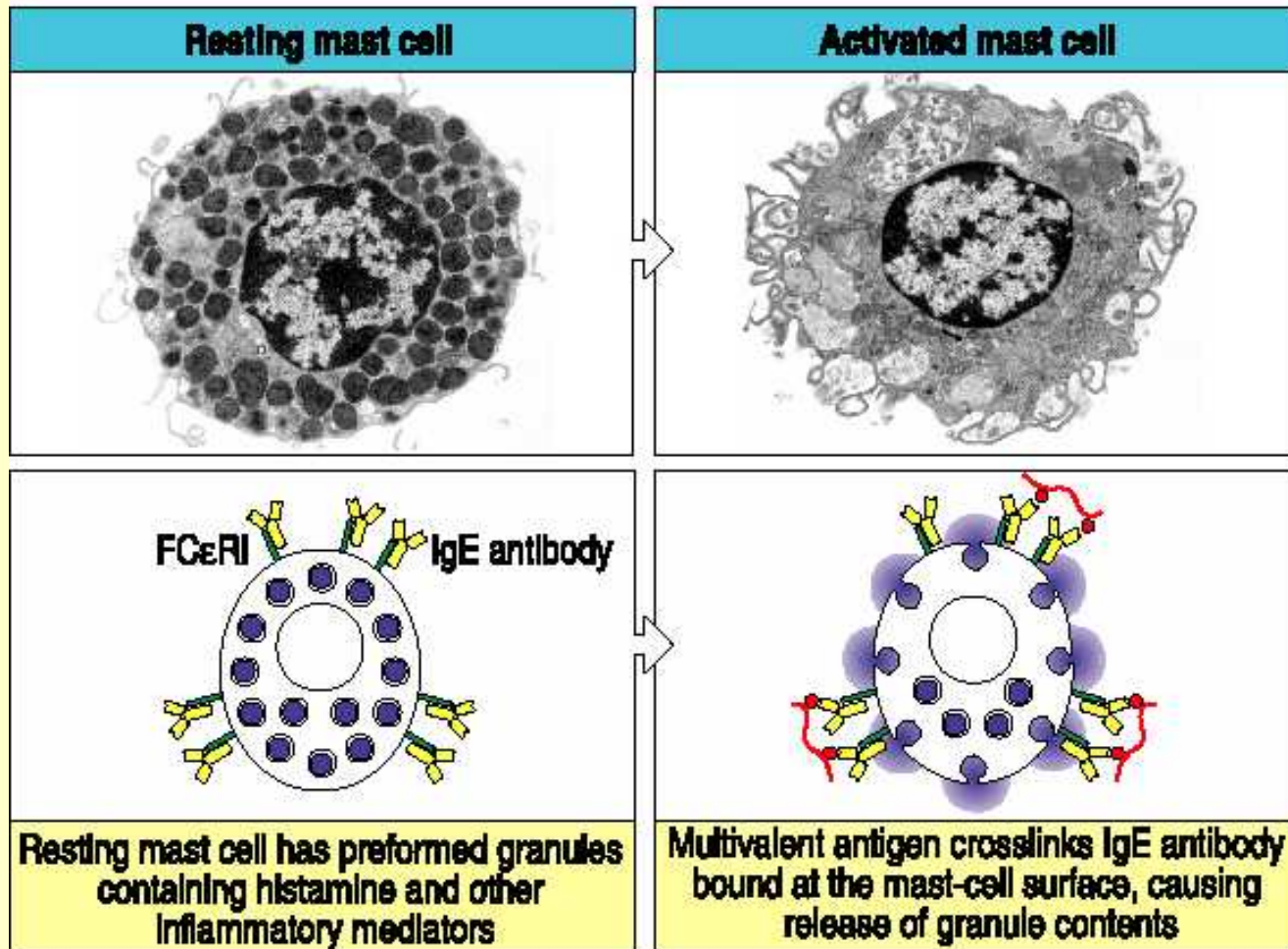


Hízósejtek, bazofil, eo.,
Langerhans sejtek, makrofágok

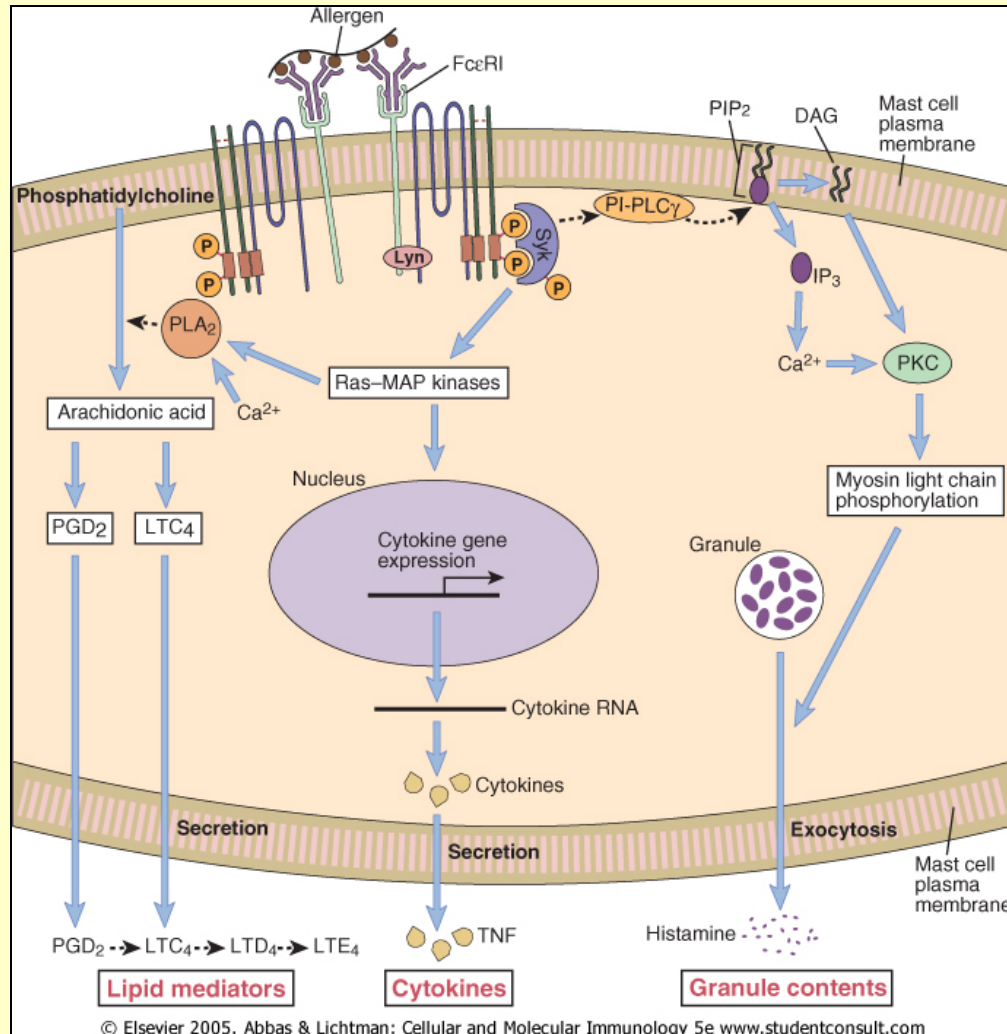
IgE upregulálja a megjelenését
hízósejteken

IgE mediálta hízósejt aktiváció Fc ϵ R keresztkötésével

Figure 7.24



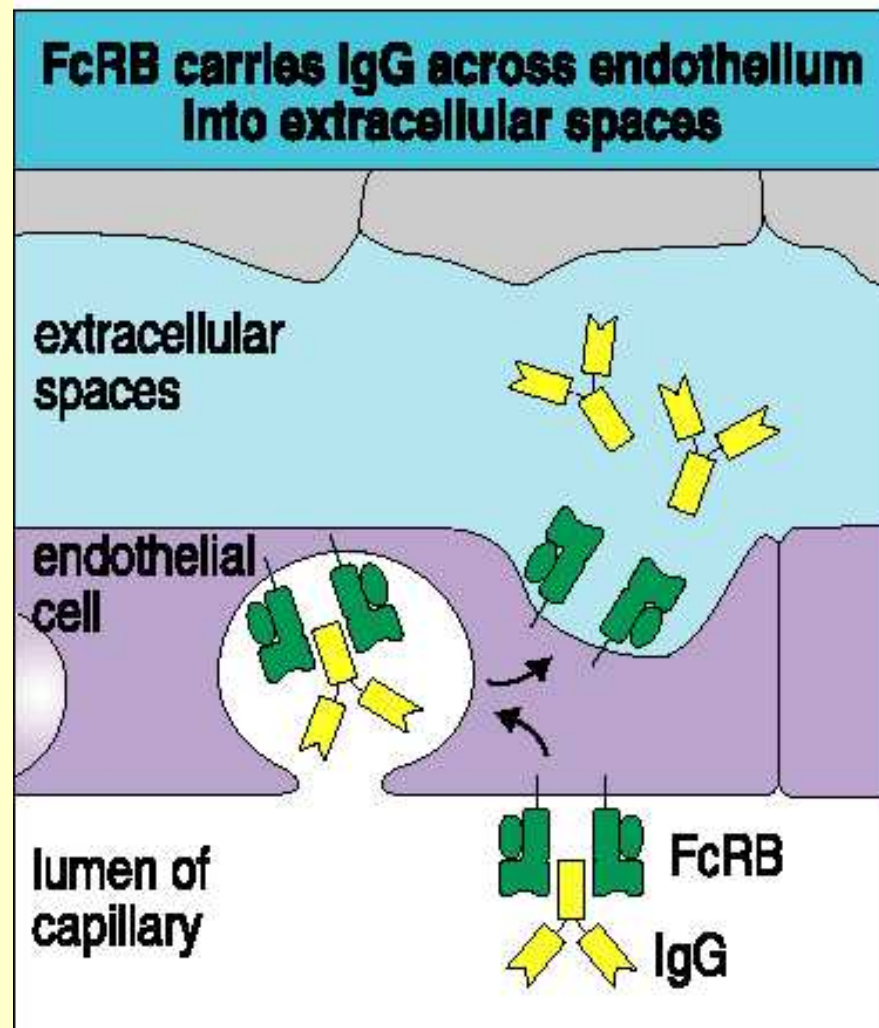
Antigén keresztkötése aktiválja a receptor jelátviteli útvonalát → hízósejt aktiváció



Syk is critical for FcεR-mediated Ca²⁺ mobilization, degranulation, production of cytokines, and arachidonic acid metabolites.

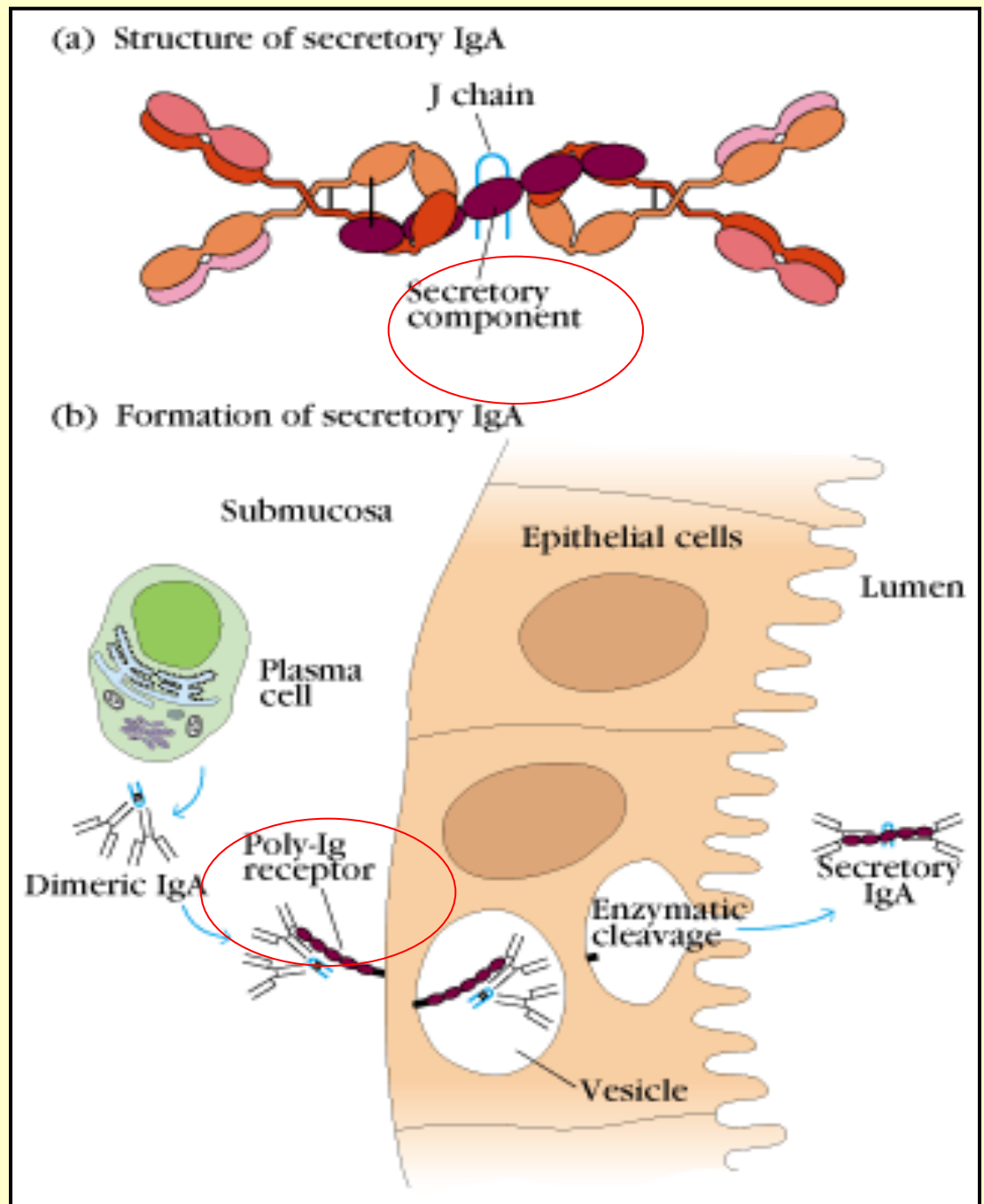
IgG transport a vérből a szövetekbe

Figure 7.16



IgA/IgM transzport a nyálkahártyákra

Poly-Ig-receptor
szekretoros
komponens szerepe



ADCC = ANTITEST
KÖZVETÍTETT CITOTOXICITÁS

ADCC

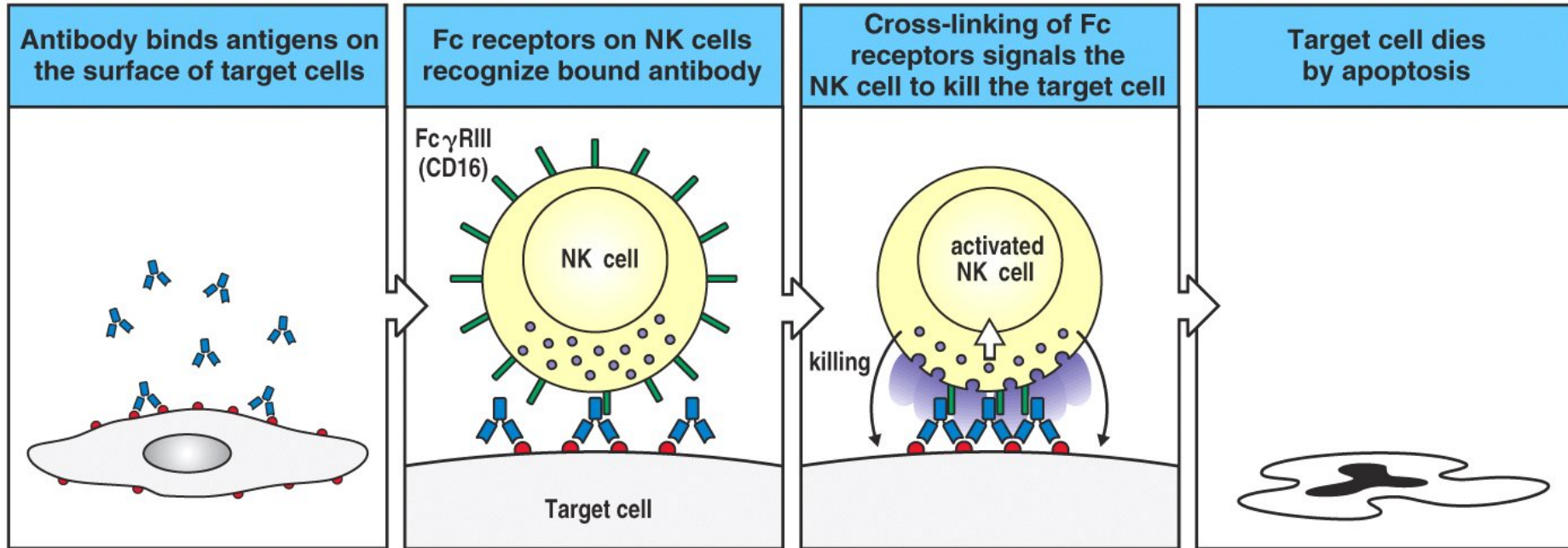
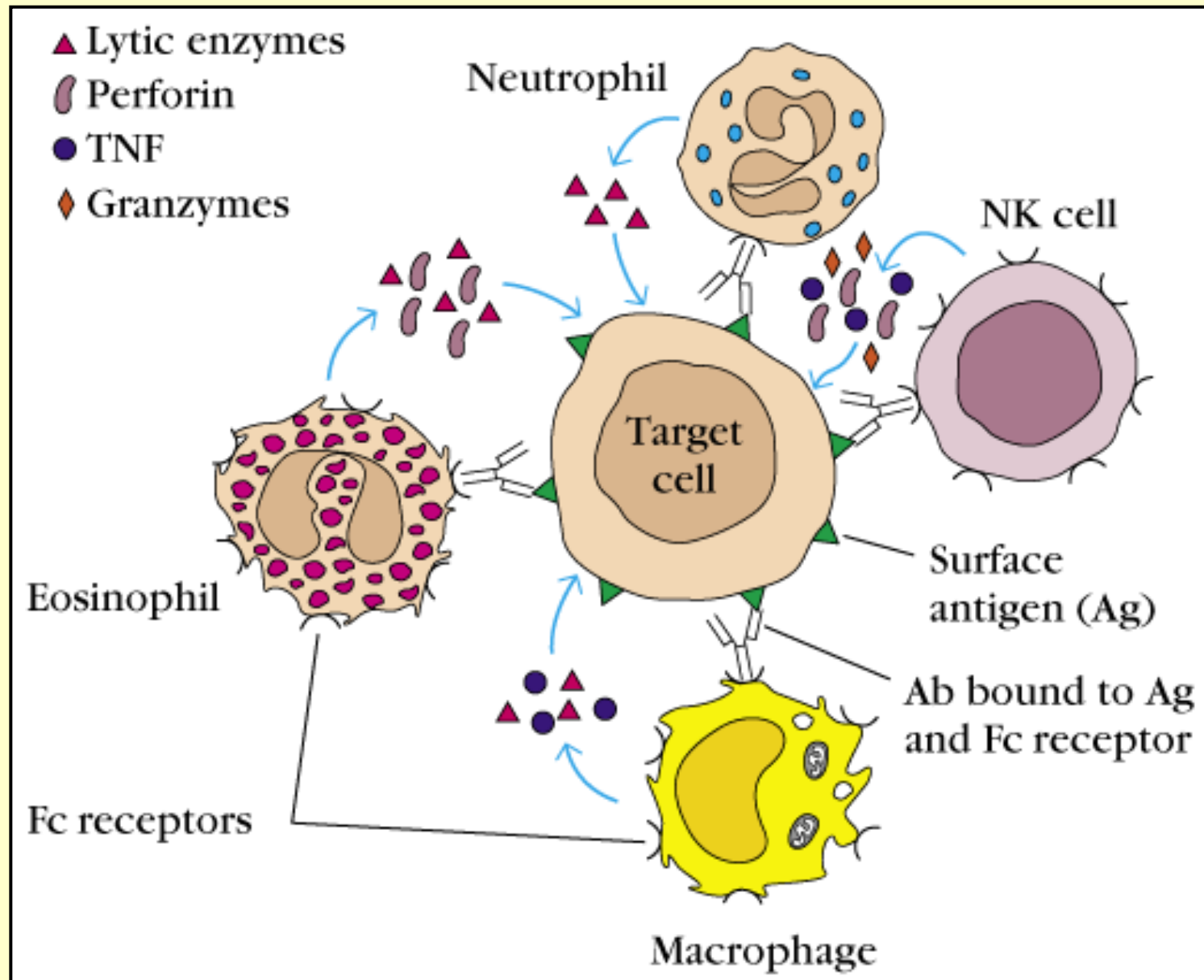


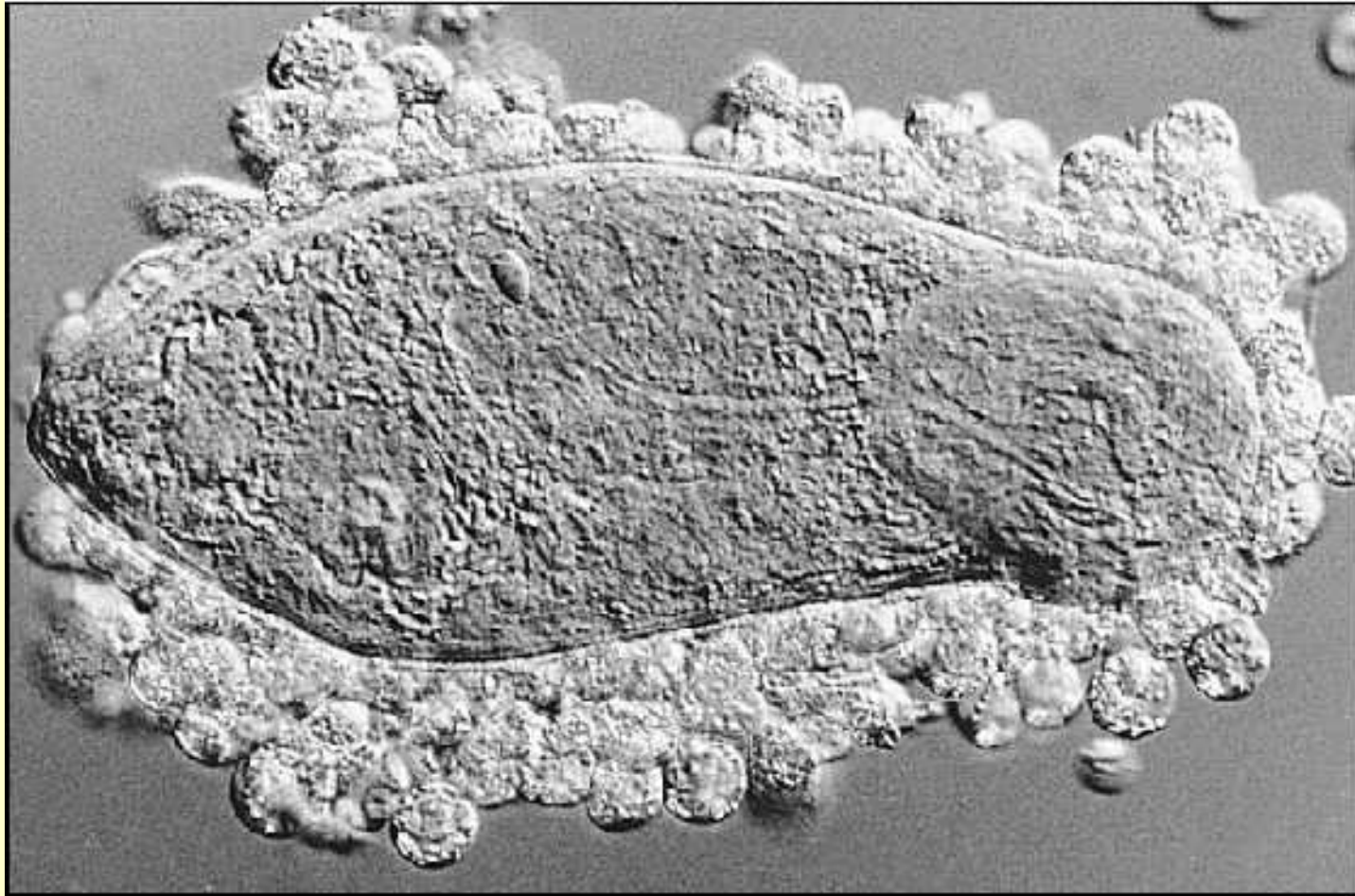
Figure 9-34 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

ADCC



Parazita ellenes IgE eozinofil sejteket aktivál Fc ϵ R-on keresztüli ADCC-vel

Figure 7.25



KOMPLEMENT AKTIVÁCIÓ

IgG és IgM antigén-antitest komplexek komplementet aktiválnak

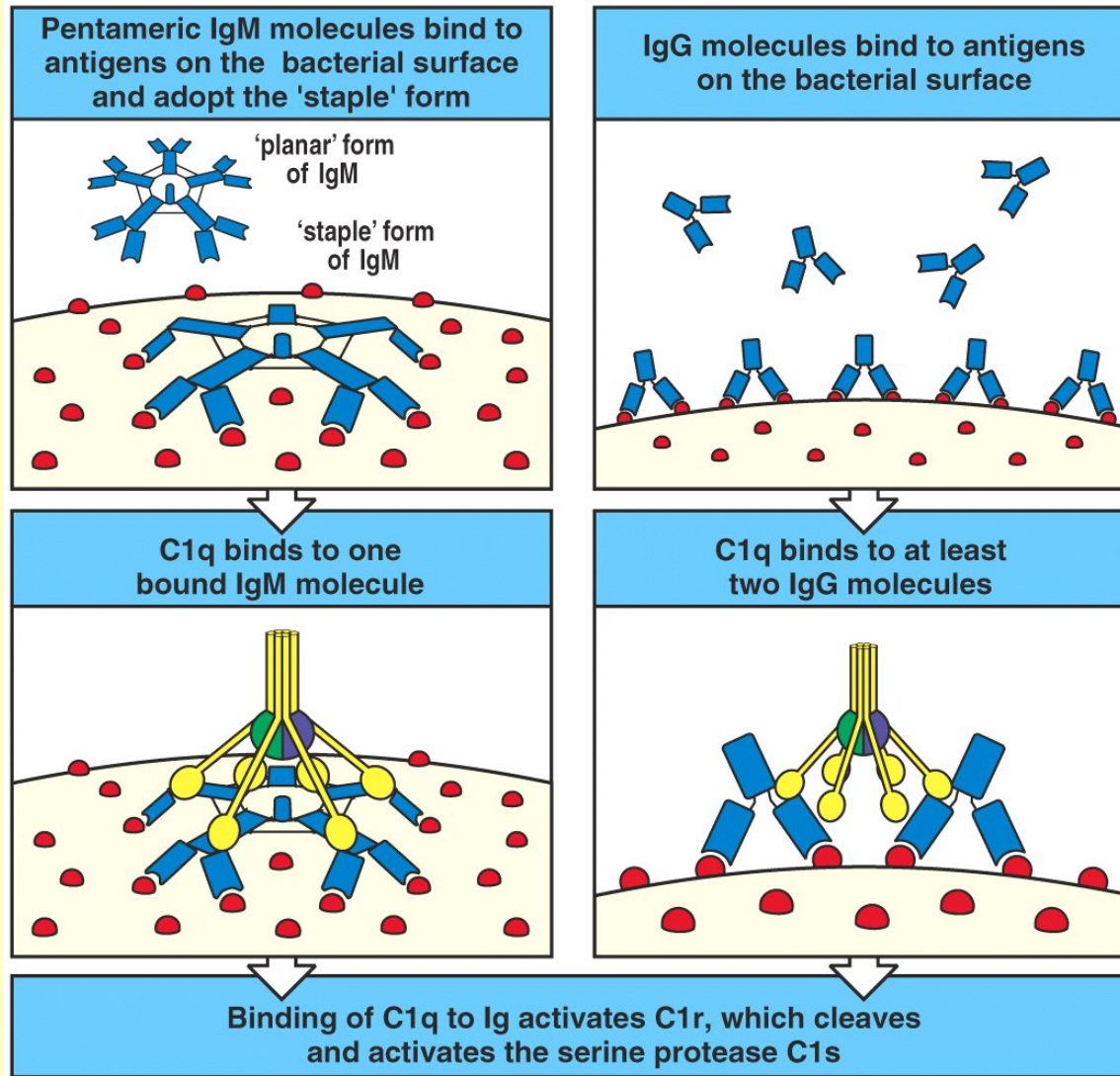


Figure 9-28 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)