

# **Lipid anyagcsere**

**Kőszegi Tamás**

**PTE KK Laboratóriumi Medicina  
Intézet**

# A lipidek szerepe

- **Energiaforrás (tartalék)**  
metabolizmus áthangolása zsírégetésre
- **Sejtalkotó (lipid gazdag struktúrák)**  
sejtoszlás, anyag ki-be áramlás, idegrostok
- **Biológiailag aktív molekulák (hormonok, epe összetevők) elő anyaga**  
**(női termékenység)**

# A táplálék lipid összetétele

- **Telített (főleg állati eredetű) nem esszenciális zsírsavak**

**energiaforrás**

- **Telítetlen (főleg növényi eredetű) esszenciális zsírsavak)**

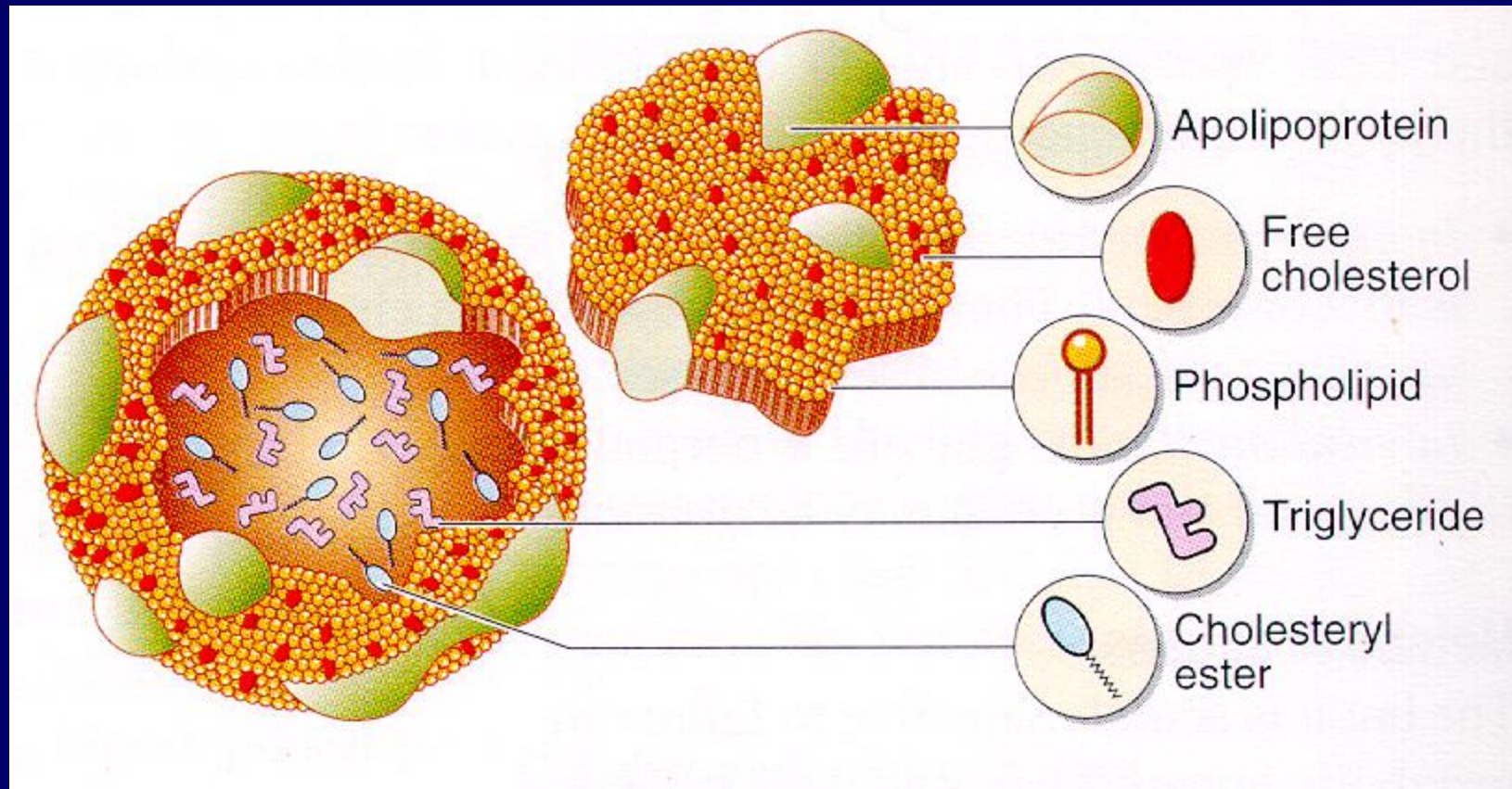
**sejtalkotó, mediátor**

- **Koleszterin - sejtalkotó, mediátor  
hormon, stb**

# A zsírok utálják a vizet

- **Taktikák a vizes közegben való oldatban maradásra**
- **Fehérje kötés - lipoproteinek**
- **Poláros oldalláncok - foszfolipidek  
szfingolipidek  
glikolipidek**
- **Detergens szerű molekulák - epesavak**

# Lipoproteinek felépítése



# Apolipoproteinek

Apolipoprotein	Molecular weight	Site of synthesis	Function
A-I	28 000	Intestine, liver	Activates LCAT
A-II	17 000	Intestine, liver	
B <sub>100</sub>	549 000	Liver	Triglyceride and cholesterol transport Binds to LDL receptor
B <sub>48</sub>	264 000	Intestine	Triglyceride transport
C-I	6600	Liver	Activates LCAT
C-II	8850	Liver	Activates LPL
C-III	8800	Liver	? Inhibits LPL
E	34 000	Liver, intestine, macrophage	Binds to LDL receptor and probably also to another specific liver receptor

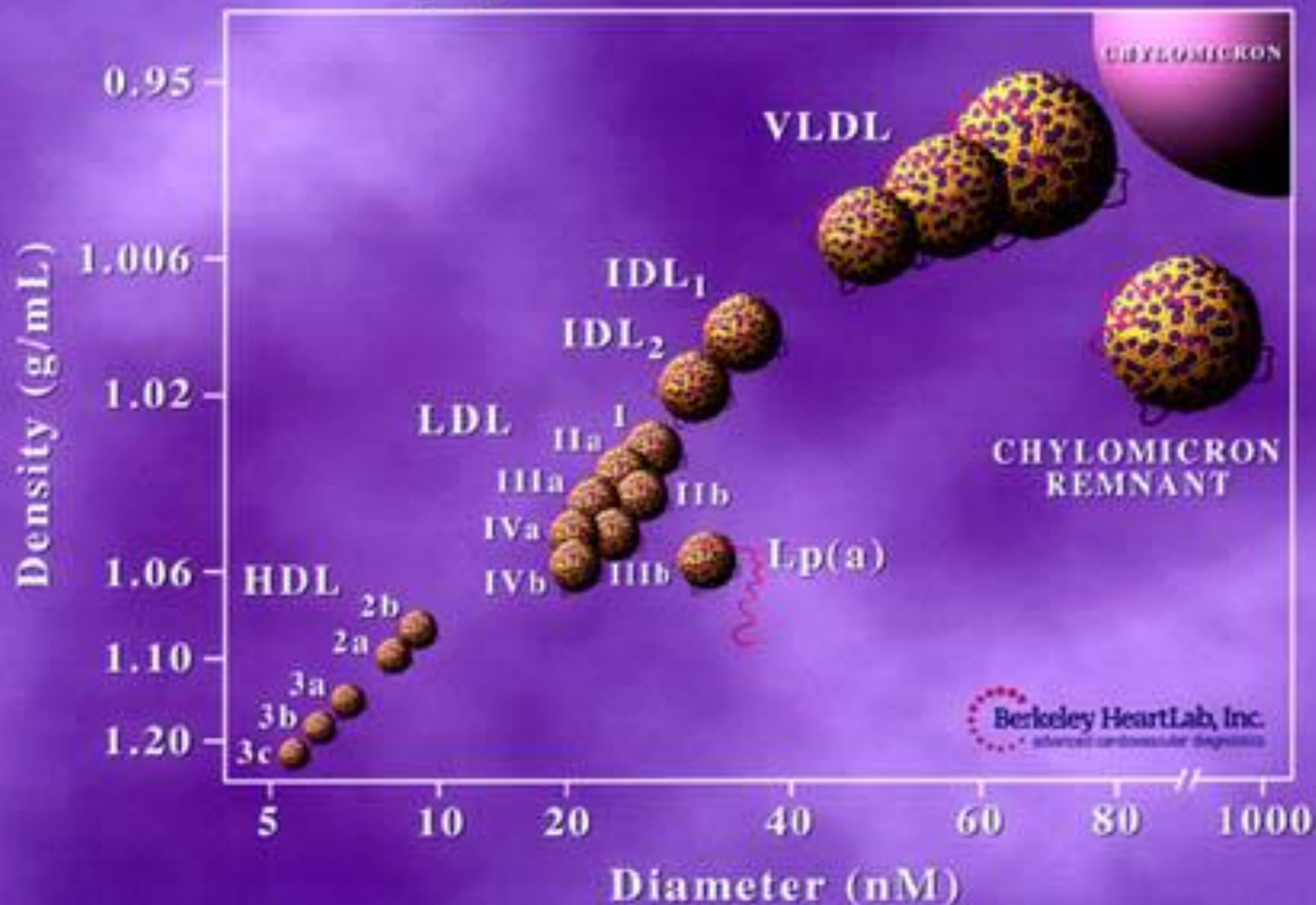
*LCAT = Lecithin: cholesterol acyl transferase*

*LPL = Lipoprotein lipase*

# Főbb lipoprotein frakciók

Lipoprotein	Main apolipoproteins	Function
Chylomicrons	B <sub>48</sub> , A -I, C-II, E	Largest lipoprotein. Synthesized by gut after a meal. Not present in normal fasting plasma. Main carrier of dietary triglyceride
Very low density lipoprotein (VLDL)	B <sub>100</sub> , C-II, E	Synthesized in the liver. Main carrier of endogenously produced triglyceride
Low density lipoprotein (LDL)	B <sub>100</sub>	Generated from VLDL in the circulation. Main carrier of cholesterol
High density lipoprotein (HDL)	A-I, A-II	Smallest but most abundant. Protective function. Takes cholesterol from extrahepatic tissues to the liver for excretion

# Lipoprotein Subclasses

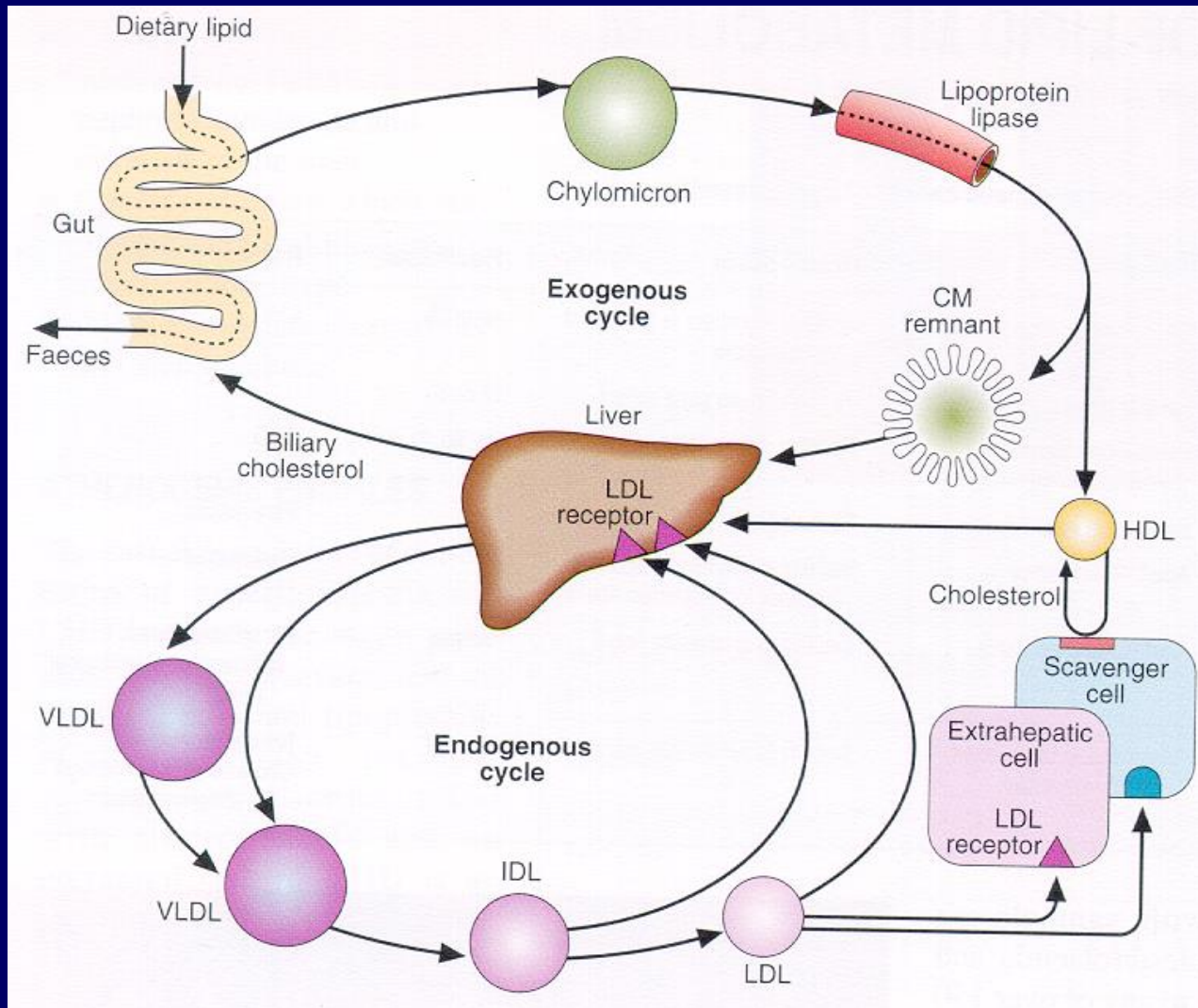




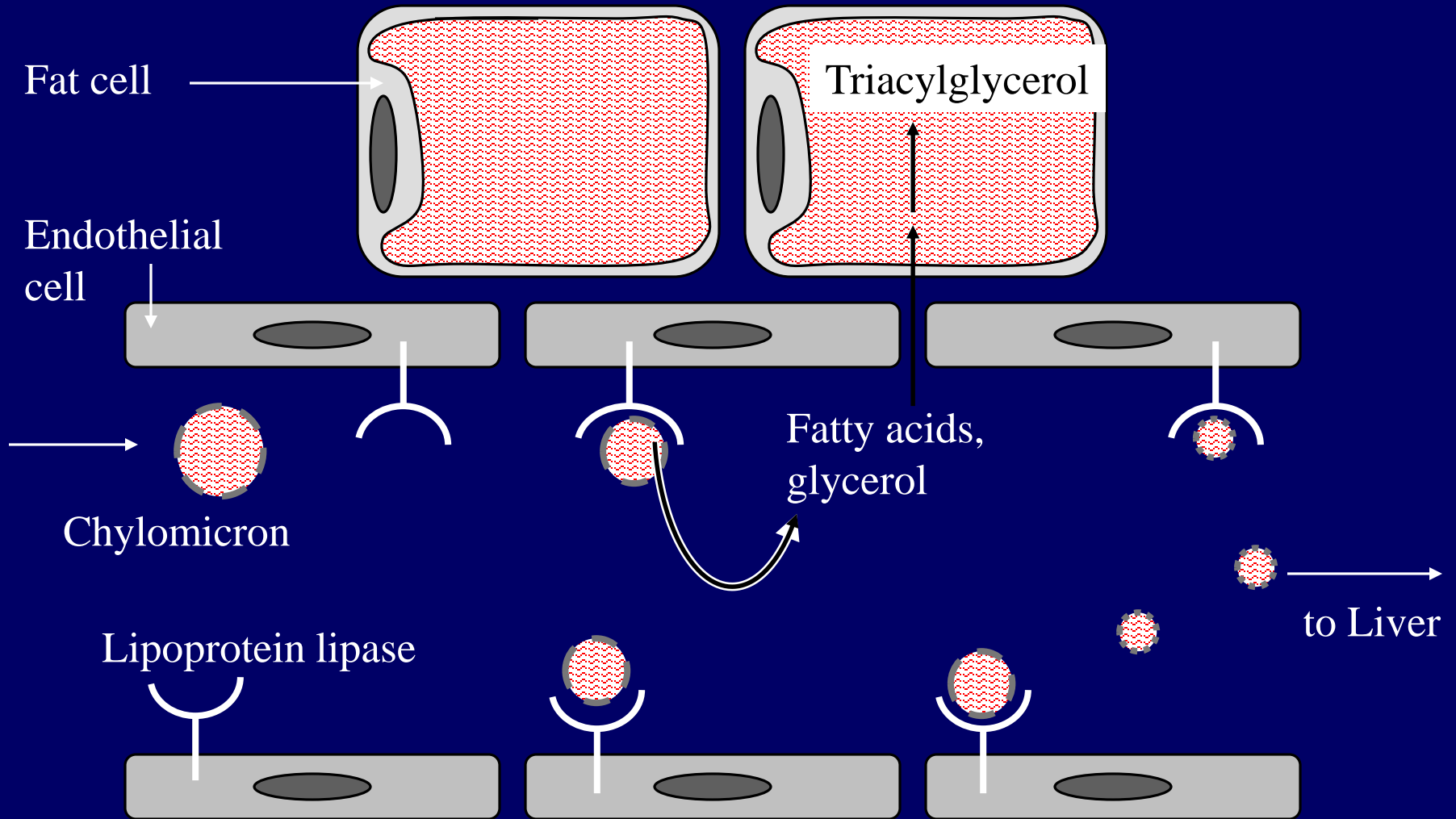
# Lipoprotein metabolizmus

- Kulcs enzimek: lipoprotein lipáz (LPL, szolubilis és sejthez kötött)  
lecitin-koleszterin acil transzferáz (LCAT)
- Exogén lipid ciklus: felszívódás - kilomikron (CHY-LPL) - szövetek - maradvány CHY - máj - koleszterin (sejtalkotó, epesavak) - ürülés
- Endogén lipid ciklus: máj - VLDL - IDL - LDL - sejtfelszín - internalizáció - HDL képződés - HDL transzport a májba

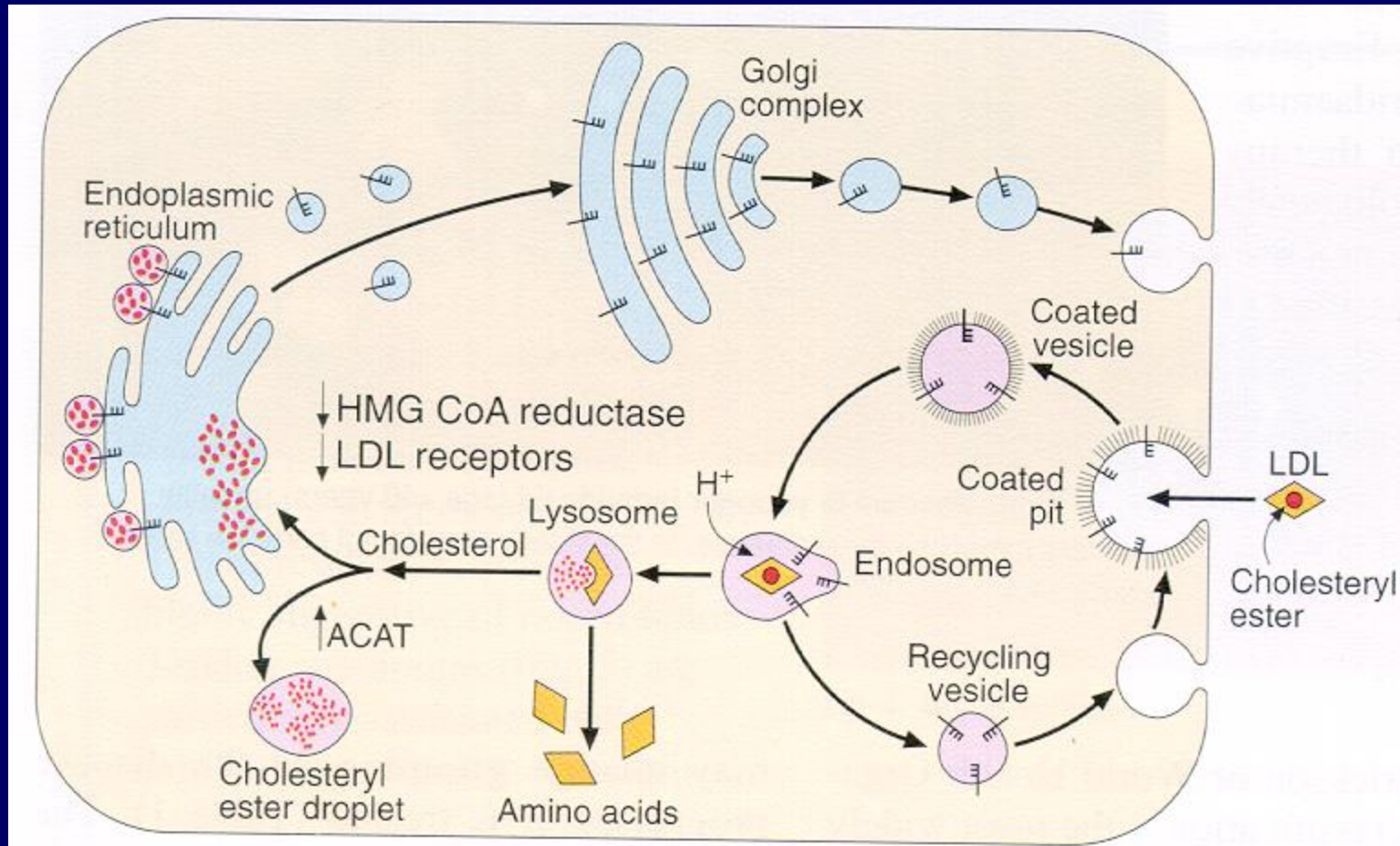
# Endogén és exogén lipid metabolizmus



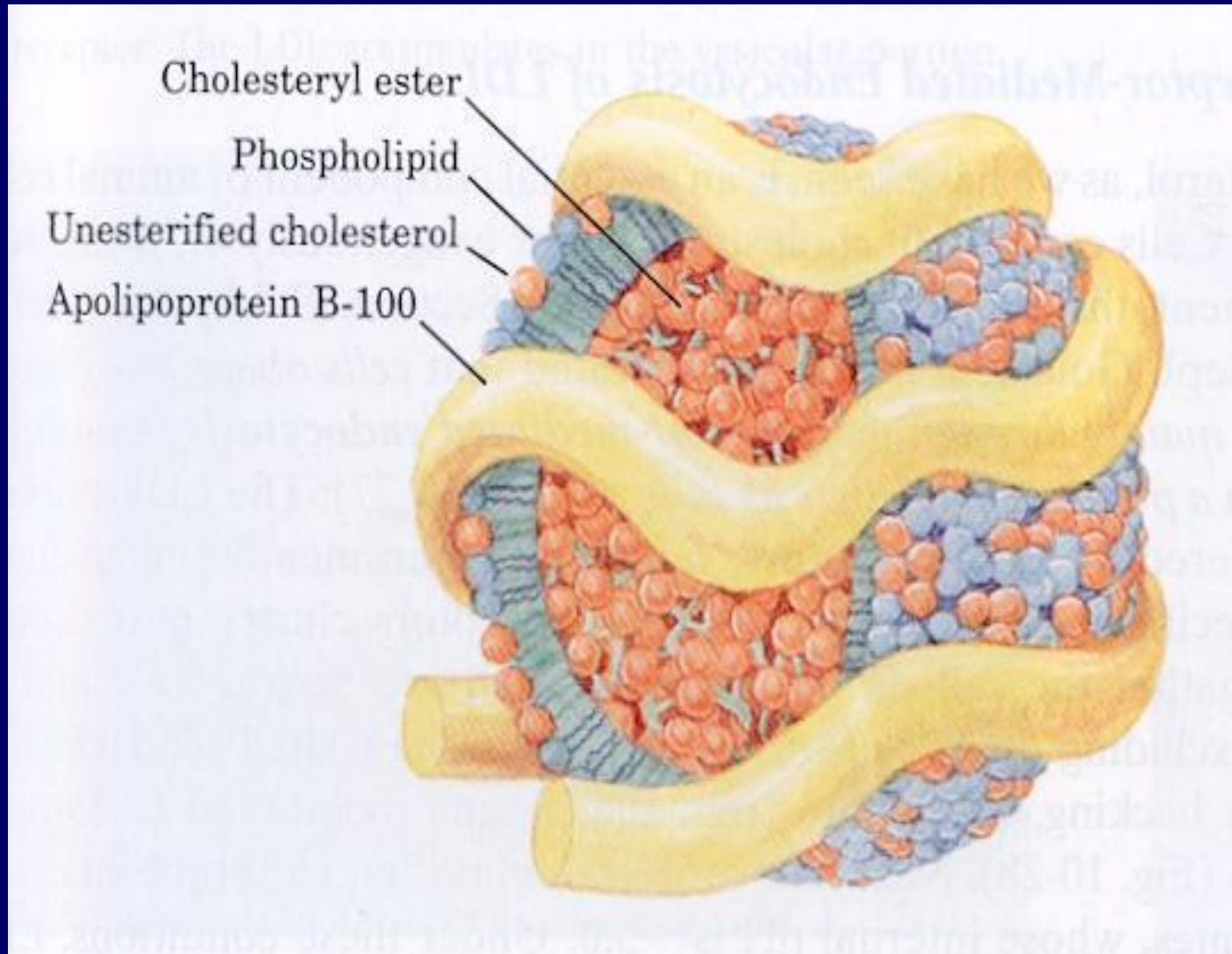
# Tigliceridek ellopása a szövetekben



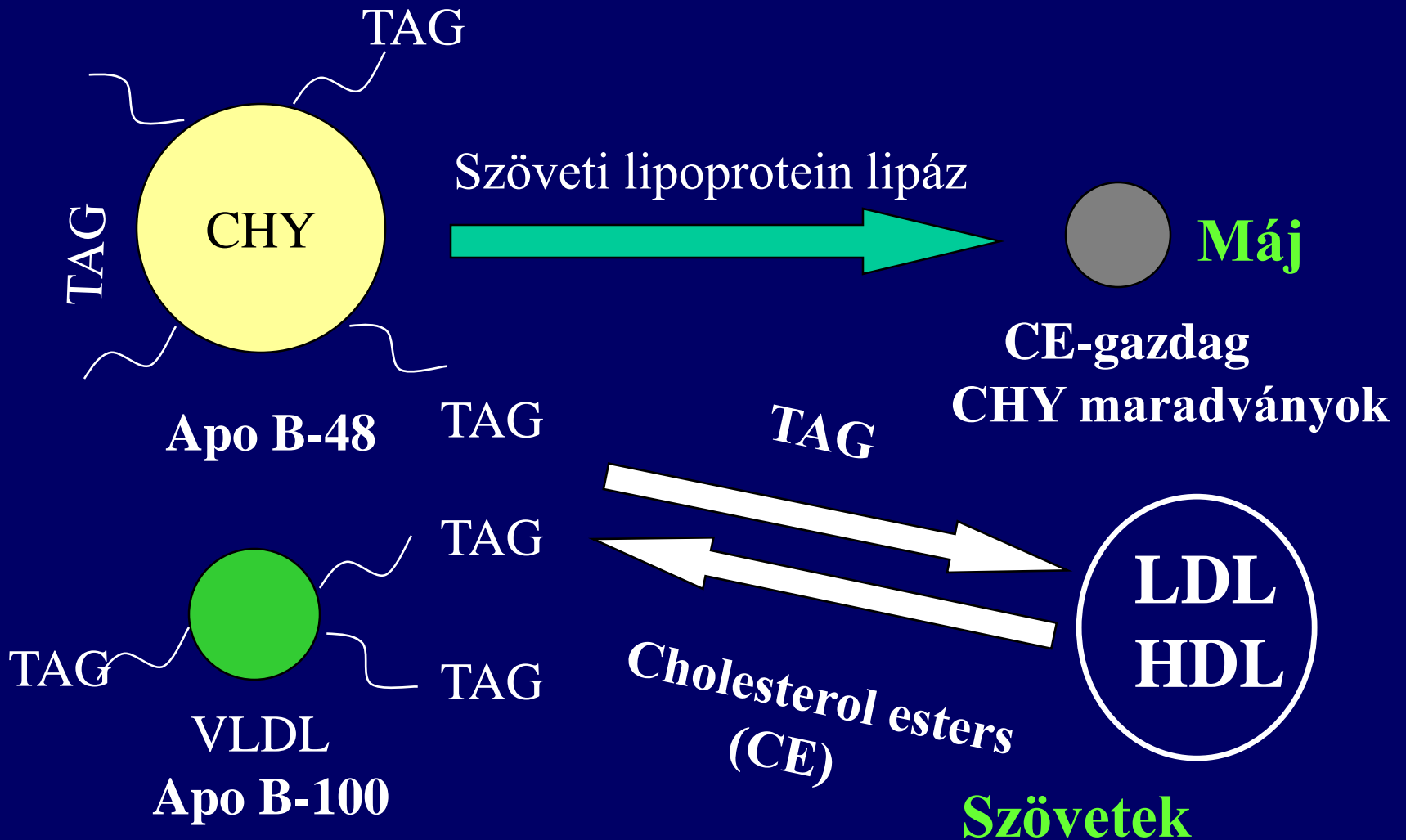
# LDL koleszterin intracelluláris metabolizmusa



# Az LDL szerkezete



# Posztprandiális lipémiás válasz



# Hiper/diszlipidémiák

- Örökletes (pl. LPL hiány)

- Szerzett

Helytelen táplálkozás

Elhízás

Alkoholizmus

Májbetegségek

Cukorbetegség (hiperinzulinémia)

- **Eredmény: rizikó tényezők!**

# Hiper/diszlipidémiák

- **LDL-emelkedést okozó zsírsavak: telített és transz-zsírsavak**
- **Magas TAG-gazdag lipoproteinek és kis LDL részecskék, alacsony HDL szint**
- **Késleltetett posztprandiális lipémiás válasz**
- **Elhízás: emelkedett citokin produkció, inzulin rezisztencia (hiperinzulínémia)**



# **Késleltetett posztprandiális lipémiás válasz**

- **CE-gazdag CHY maradványok éppúgy aterogének, mint az LDL**
- **CE-gazdag CHY maradványok elősegítik a koleszterin depozícióját**
- **Magas TAG-lipoprotein szintek segítik a HDL koleszterin lebomlását**
- **Magas TAG-lipoprotein szintek fokozzák a kisméretű LDL partikulumok képződését**
- **TAG-lipoproteinek aktiválják a VII. faktort**

# **Lipid anyagcsere**

## **Mérhető paraméterek**

<b>Összes koleszterin:</b>	<b>4-5,2 mmol/l</b>
<b>HDL koleszterin:</b>	<b>0,9-1,7 mmol/l</b>
<b>LDL koleszterin:</b>	<b>&lt;3,4 mmol/l</b>
<b>Trigliceridek:</b>	<b>0,8-1,8 mmol/l</b>

**Lipoprotein elektroforézis ld. ábra**

**Szabad zsírsav - albuminhoz kötött!**

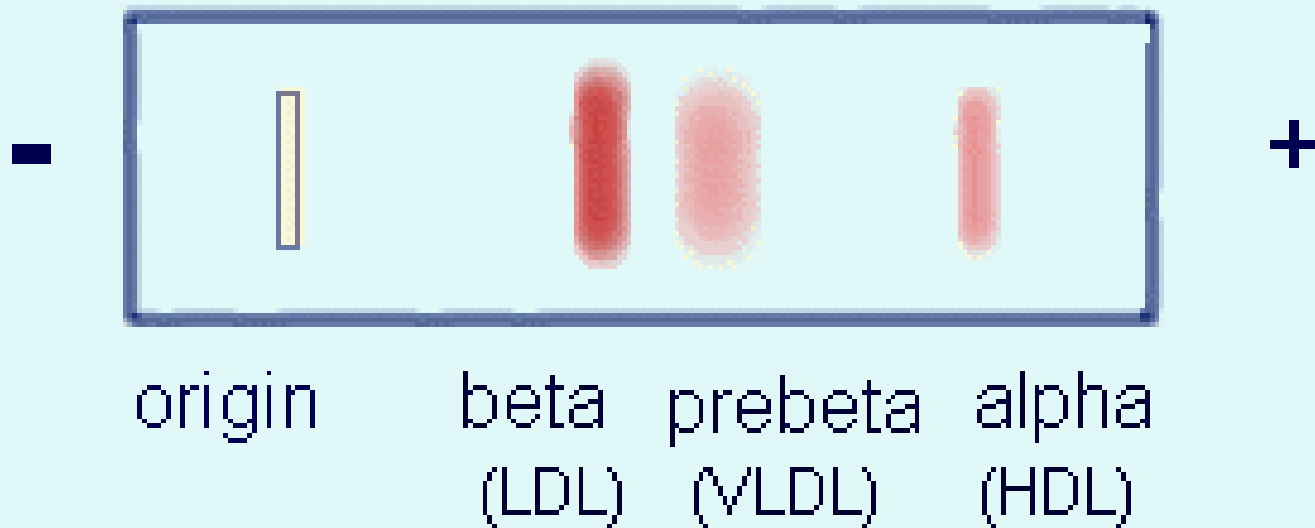
**Apo100B mutáció**

**ApoE polimorfizmus**

**Vizelet keton származékok**

# Lipoprotein elektroforézis

## Electrophoretic Pattern of Serum Lipoproteins



# Lipoprotein frakciók

## Chylomicrons

density  $\ll 1.006$

diameter 80 - 500 nm

dietary triglycerides

**apoB-48**, apoA-I, apoA-II, apoA-IV, apoC-II/C-III,  
apoE

remains at origin in electrophoretic field

# Lipoprotein frakciók

## VLDL

density  $>1.006$

diameter 30 - 80nm

endogenous triglycerides

**apoB-100**, apoE, apoC-II/C-III

pre-beta (electrophoresis)

# Lipoprotein frakciók

**IDL (intermediate density lipoproteins)**

**density: 1.006 - 1.019**

**diameter: 25 - 35nm**

**cholesteryl esters and triglycerides**

**apoB-100, apoE, apoC-II/C-III**

**slow pre-beta (electrophoresis)**

# Lipoprotein frakciók

**HDL (high density lipoproteins)**

**density: 1.063-1.210**

**diameter: 5-12nm**

**cholesteryl esters and phospholipids**

**apoA-I, apoA-II, apoC-II/C-III**

**alpha (electrophoresis)**

# Lipoprotein frakciók

**LDL (low density lipoproteins)**

**density: 1.019 - 1.063**

**diameter: 18-25nm**

**cholesteryl esters**

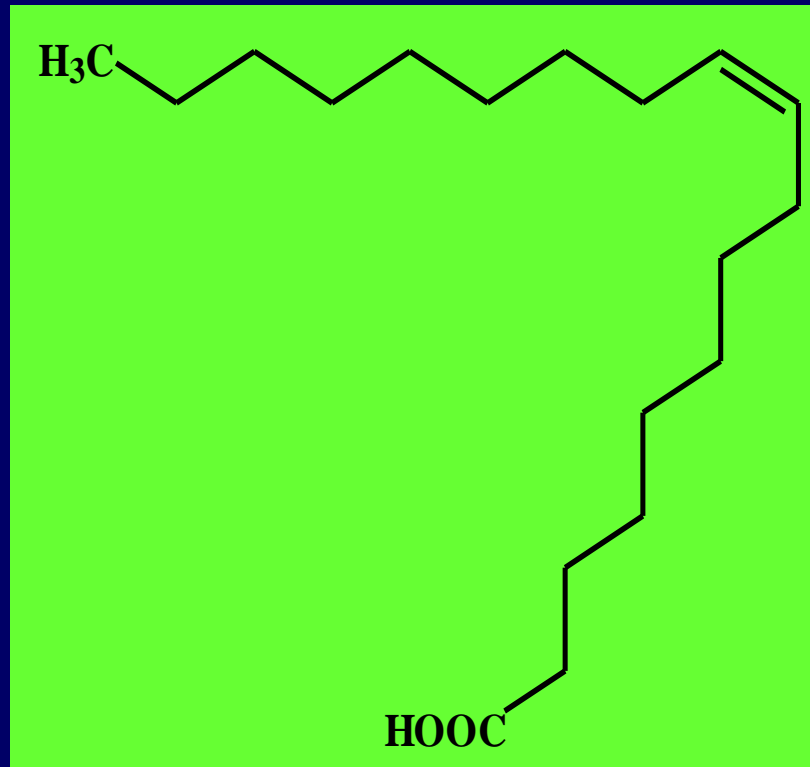
**apoB-100**

**beta (electrophoresis)**



# Telítetlen zsírsavak

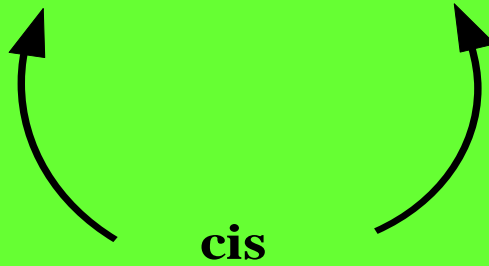
- Monoenoic acid (monounsaturated)



**Double bond is always *cis* in natural fatty acids. This lowers the melting point due to “kink” in the chain**

# Telítetlen zsírsavak

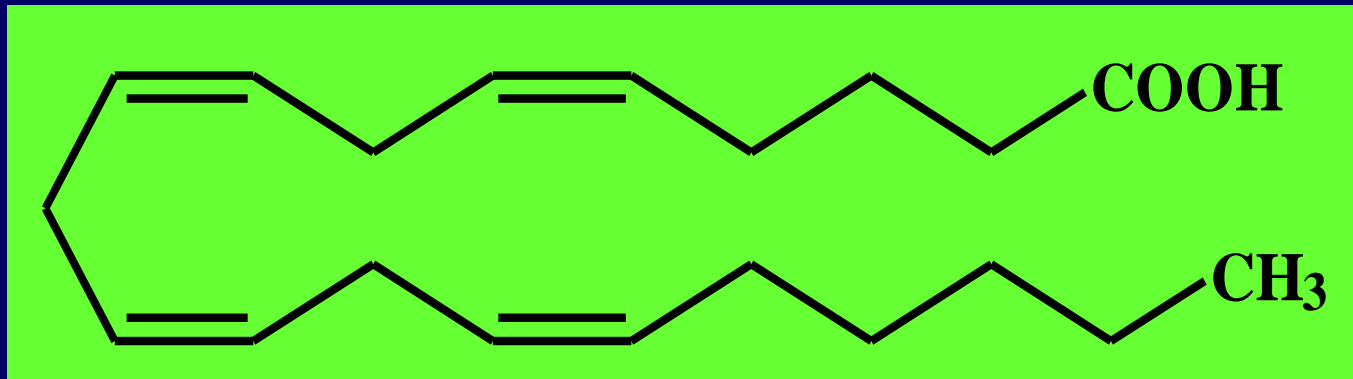
- Dienoic acid: linoleic acid



linoleic acid

# Telítetlen zsírsavak

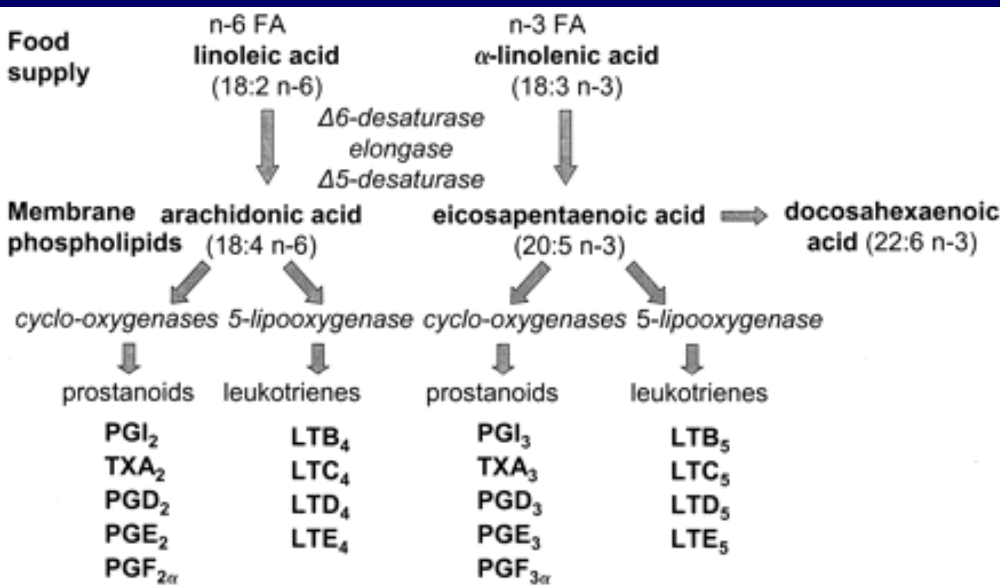
- Polyenoic acid (polyunsaturated, PUFA)



# Telítetlen zsírsavak, mint táplálék kiegészítők

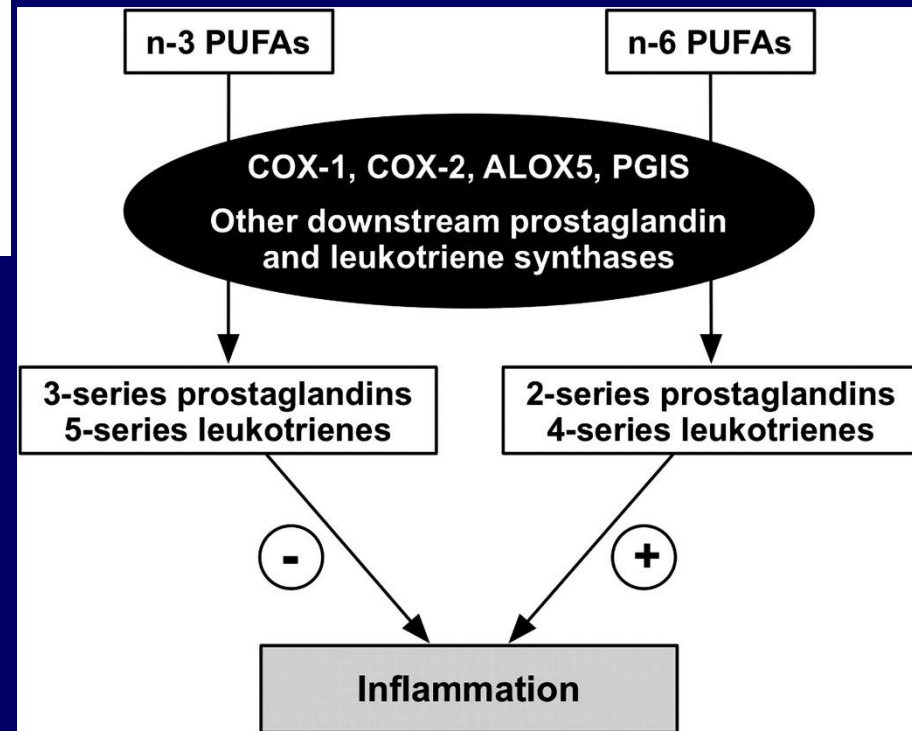


# PUFA metabolism



n6 saffron, soybean, maize oils

n3 linseed oil, marine fish oils



# **N-3 telítetlen zsírsavak szerepe**

- **Immunmoduláns hatás**
- **Gyulladásos mediátorok**
- **Véralvadást befolyásoló faktorok  
(trombociták)**
- **Simaizomra (érfal) ható faktorok**