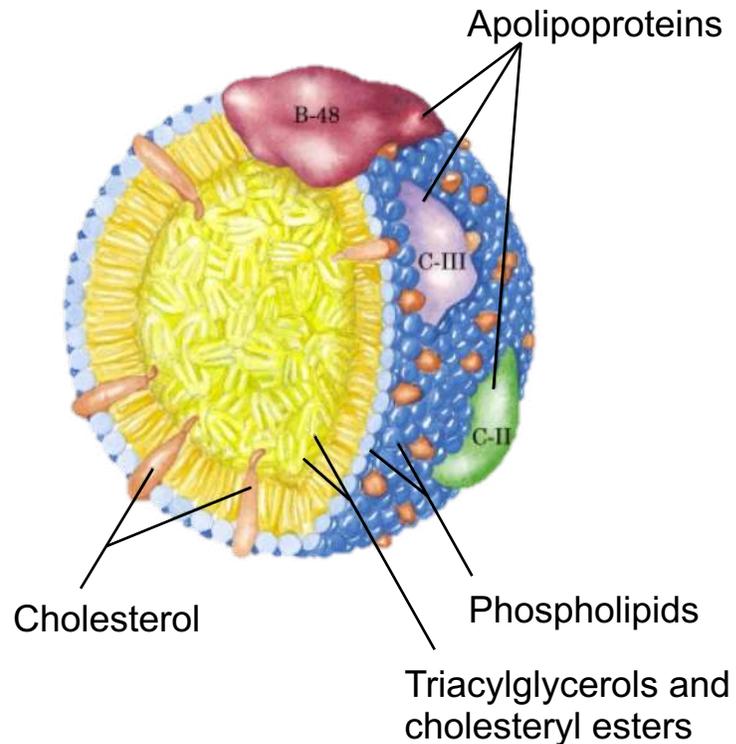


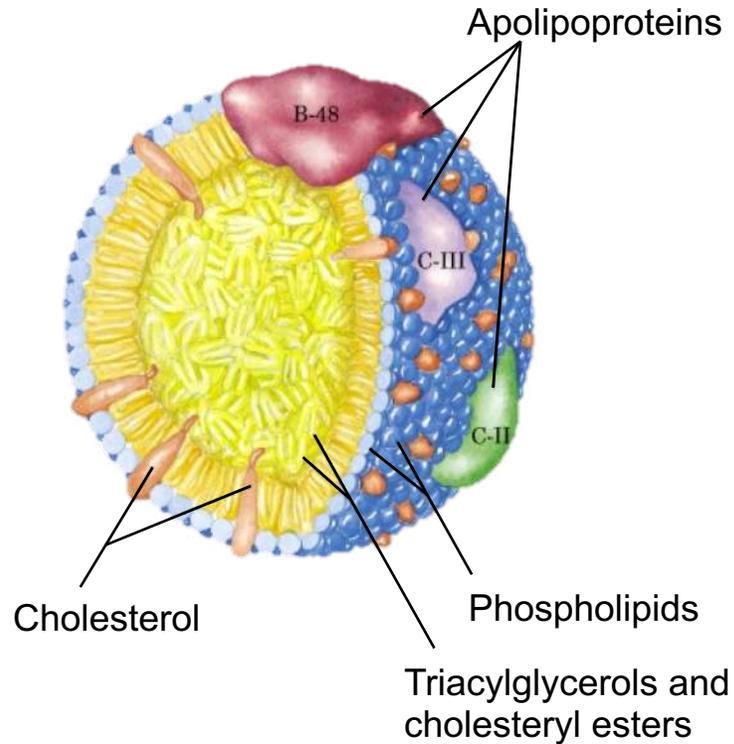
LIPOPROTEINE PLASMATICHE



- ❖ **Strutture molecolari complesse che permettono di trasportano i lipidi** (insolubili in acqua), derivati dagli alimenti o dal metabolismo endogeno, ai diversi tessuti in modo da soddisfare i fabbisogni di lipidi e di colesterolo dell'organismo
- ❖ **Parte esterna idrofila**, composta da fosfolipidi, proteine (apo-proteine) e colesterolo libero
- ❖ **Parte centrale idrofoba**, composta da trigliceridi e colesterolo esterificato
- ❖ presentano una struttura micellare formata da: un **mantello esterno anfipatico** composto da apo-proteine e da **un singolo strato di fosfolipidi e colesterolo libero**, che consente la solubilità in acqua dell'intero complesso macromolecolare; un nucleo interno idrofobico contenente lipidi apolari (colesterolo esterificato e trigliceridi).

- Composto organico formato da **una proteina coniugata con una componente lipidica**.
- Molti enzimi, proteine strutturali delle membrane cellulari, antigeni, adesine e tossine sono lipoproteine, così come i citocromi nei mitocondri o nei cloroplasti e le lipoproteine batteriche.
- I lipidi sono una parte essenziale della lipoproteina.

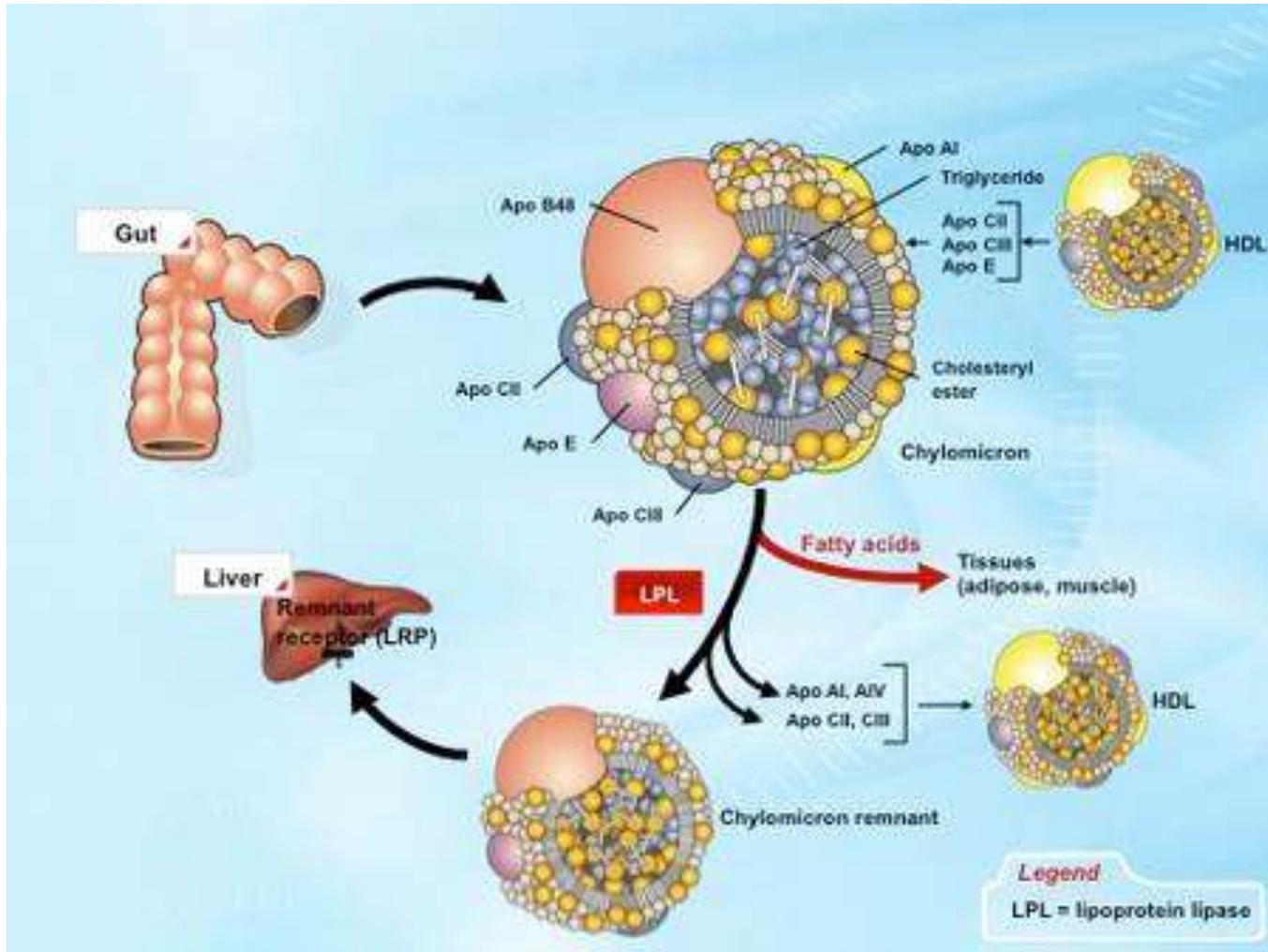
CHILOMICRONI



I chilomicroni sono le lipoproteine caratterizzate **dalla minor densità (0,90 g/ml) e dal maggior diametro**, tra 75 e 1200 nm. Raccolgono i trigliceridi, principalmente, ed il colesterolo introdotti con la dieta a livello dell'intestino tenue e sono **presenti pressoché solo dopo i pasti**.

In generale, dopo essere stati prodotti a livello dell'intestino passano nel sistema linfatico e da questo nella circolazione sanguigna fino a raggiungere i capillari dei tessuti che sfruttano il colesterolo e i trigliceridi, come il tessuto adiposo ed il tessuto muscolare; **terminano la loro esistenza presso il fegato**.

METABOLISMO DEI CHILOMICRONI VIA ESOGENA (grassi alimentari)



- ❖ Nella circolazione ematica i **chilomicroni nascenti interagiscono con le HDL** da cui ricevono le **apolipoproteine C-II, CIII e E**, divenendo **chilomicroni maturi**.
- ❖ L'apo C-II attiva l'enzima lipoproteina lipasi (**LPL**) (presente sulle cellule **endoteliali che rivestono i capillari tissutali**). Esso catalizza l'idrolisi dei **trigliceridi in glicerolo e acidi grassi**. Questi vengono adsorbiti dalle cellule dei tessuti periferici, soprattutto dai tessuti adiposo e muscolare, **che li utilizzano a fini energetici (ossidazione) o di deposito**.
- ❖ Il chilomicrone depauperato di trigliceridi è diventato un **remnant di chilomicrone**. **Interagisce con le HDL** cedendo apo CII e ApoA (ApolipoproteinaA).
- ❖ Tramite l'ApoE il chilomicrone può aderire al recettore per i remnants soprattutto nel **fegato**, cui segue **endocitosi e idrolisi all'interno dei lisosomi e rilascio nelle cellule di glicerolo o acidi grassi**, da utilizzare a fini energetici o di riserva

METABOLISMO DEI CHILOMICRONI VIA ENOGENA

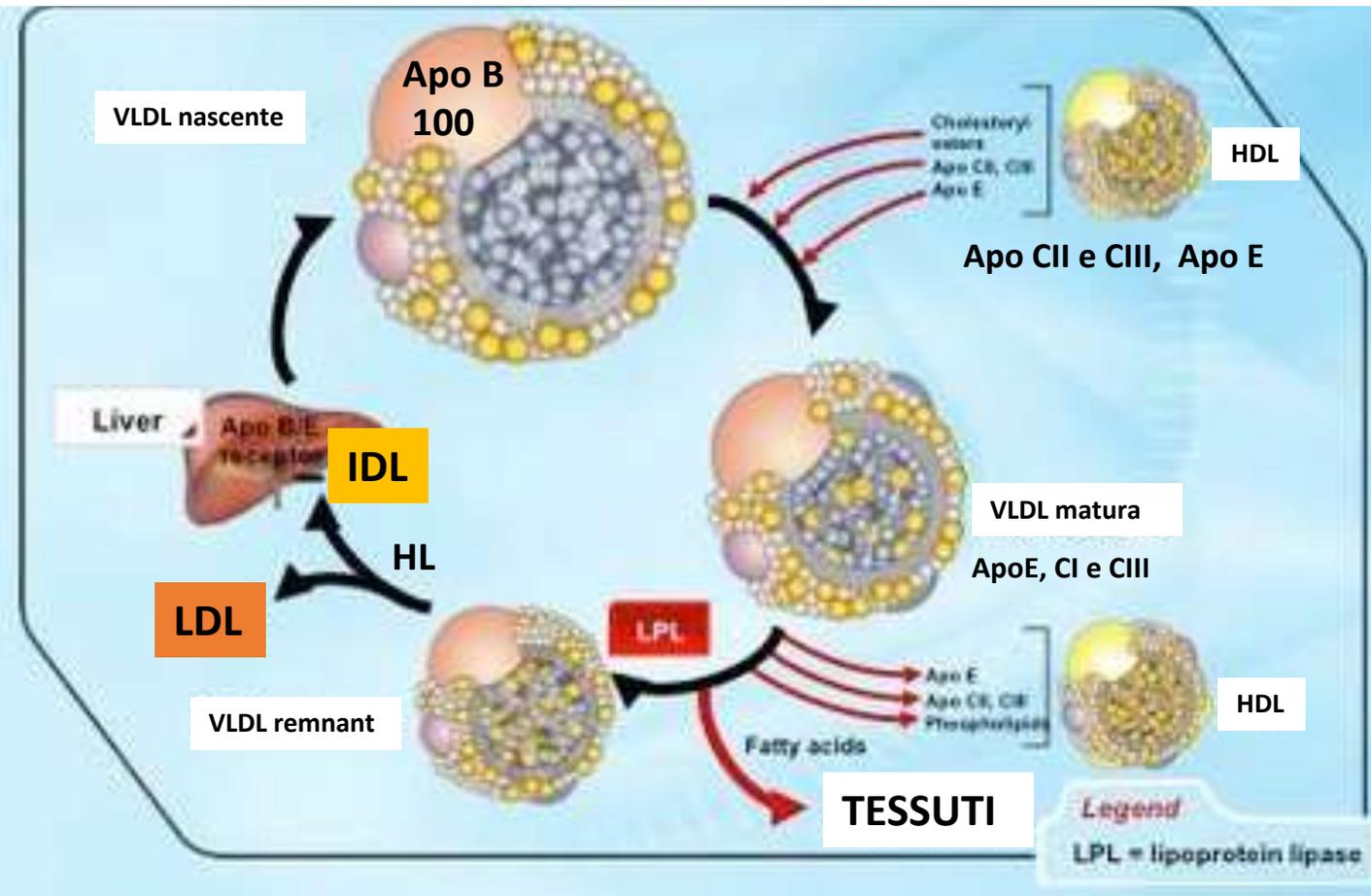
❖ Il **fegato** è in grado di sintetizzare trigliceridi, che vengono assemblati con colesterolo esterificato e apo B-100 in **VLDL nascenti**, immesse nella circolazione ematica sistemica.

❖ Qui le VLDL **ricevono dalle HDL ApoC e ApoE** che rendono le **VLDL mature**.

❖ Come per i chilomicroni, l'enzima lipoproteina lipasi (LPL) nei capillari idrolizza i trigliceridi delle VLDL in acidi grassi e glicerolo, utilizzati dai tessuti periferici, specie cellule muscolari e adipociti.

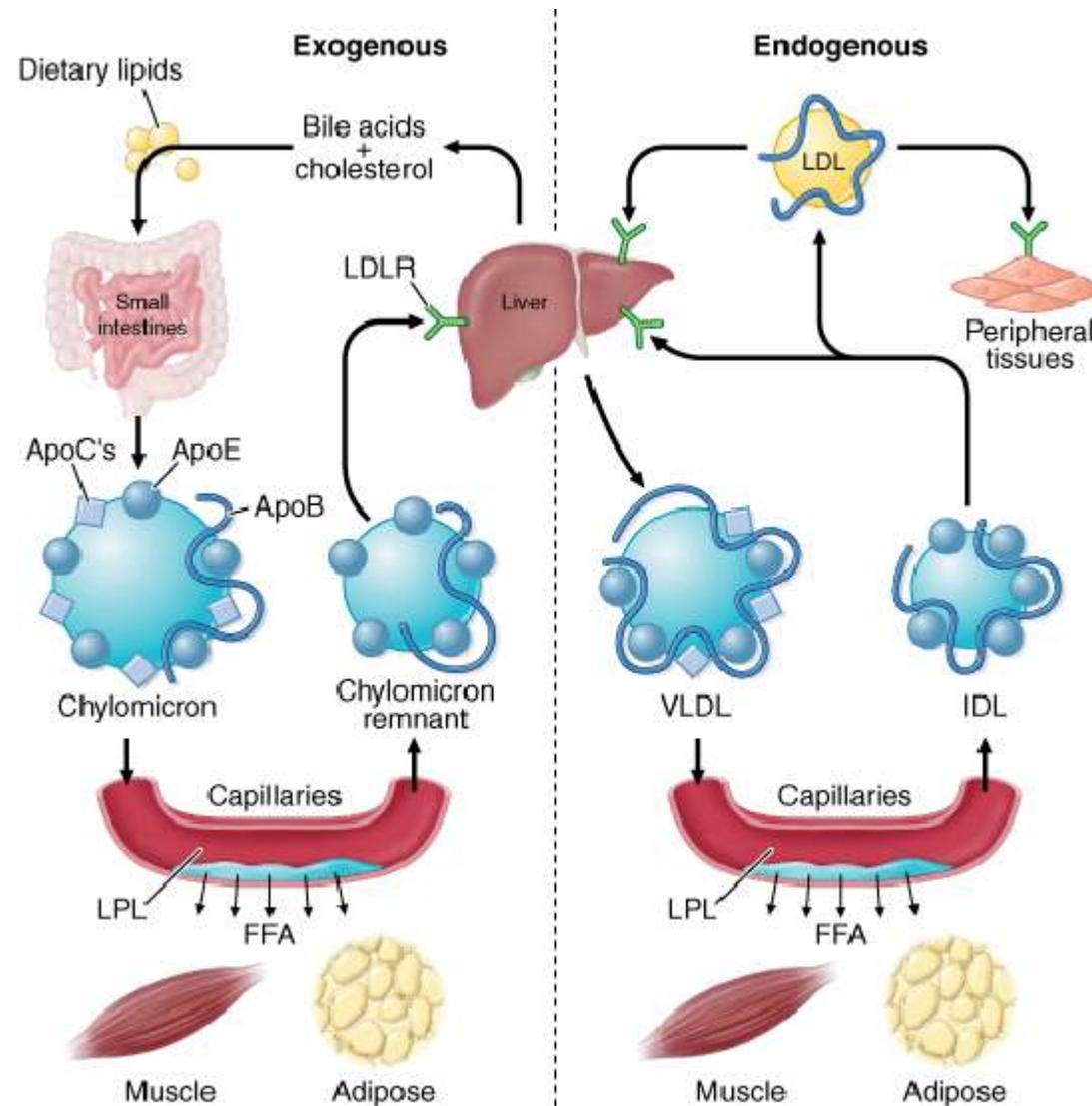
❖ Le VLD cedendo le loro apoC2 e Apo E alle HDL nascenti si trasformano in remnants o intermediate-density lipoproteins (IDLs).

❖ Le IDL tramite interazione tra Apo-E e il recettore dei remnants vengono captate dal fegato OPPURE a seguito dell'idrolisi dei trigliceridi da parte della lipasi epatica (HL) si trasformano in LDL (ad alto contenuto di colesterolo).

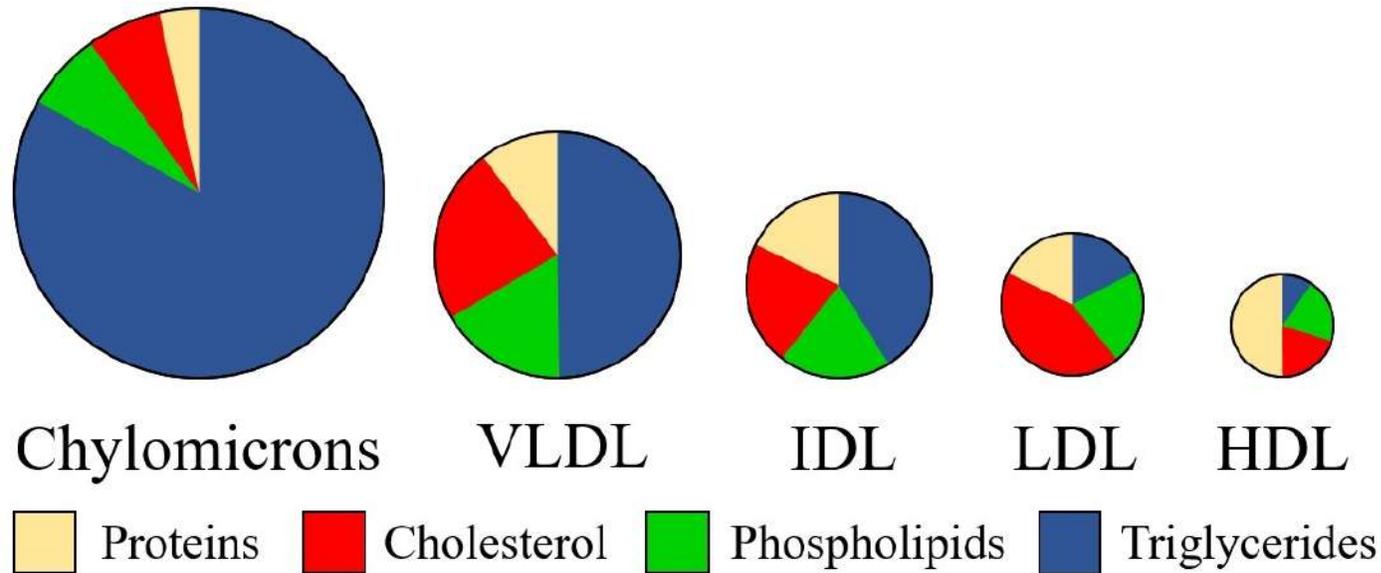


HL: Hepatic lipase

SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE VIE ESOGENA ED ENDOGENA DEL METABOLISMO LIPIDICO



DENOMINAZIONE E COMPOSIZIONE DELLE DIVERSE LIPOPROTEINE



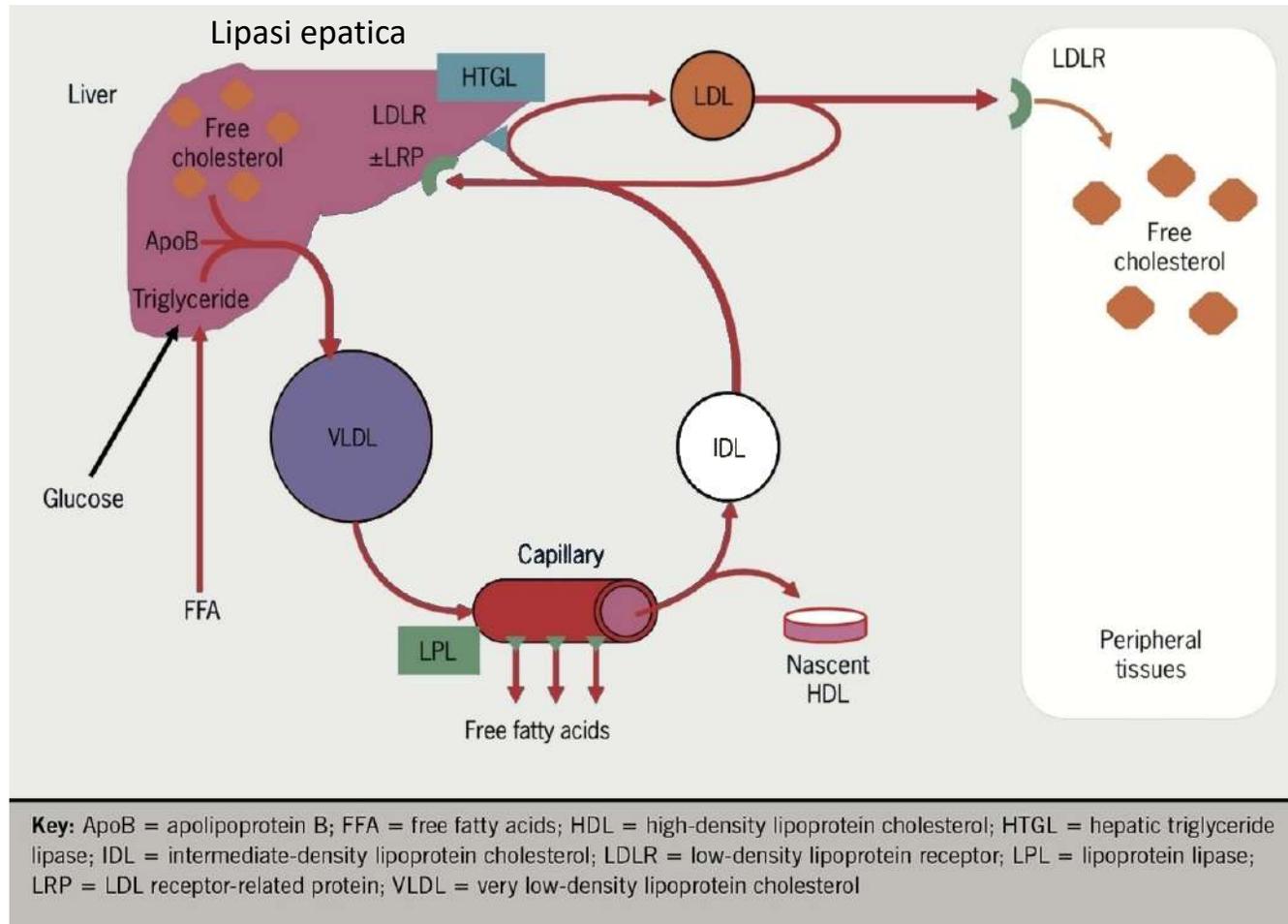
Il diametro della lipoproteina è **direttamente dipendente dal volume del nucleo interno (core)**, composto dai lipidi trasportati (trigliceridi e colesterolo esterificato), cosicché le particelle ricche di trigliceridi (chilomicroni e VLDL) sono di gran lunga le più voluminose e le meno dense.

Il core è del tutto apolare e interagisce con la faccia interna apolare dell'involucro fosfolipidico.

L'**involucro** a sua volta è composto da tre principali tipi di molecole: un primo di natura proteica, le **apolipoproteine** (abbreviate in apo), e due di origine lipidica, i **fosfolipidi** e il **colesterolo** non esterificato.

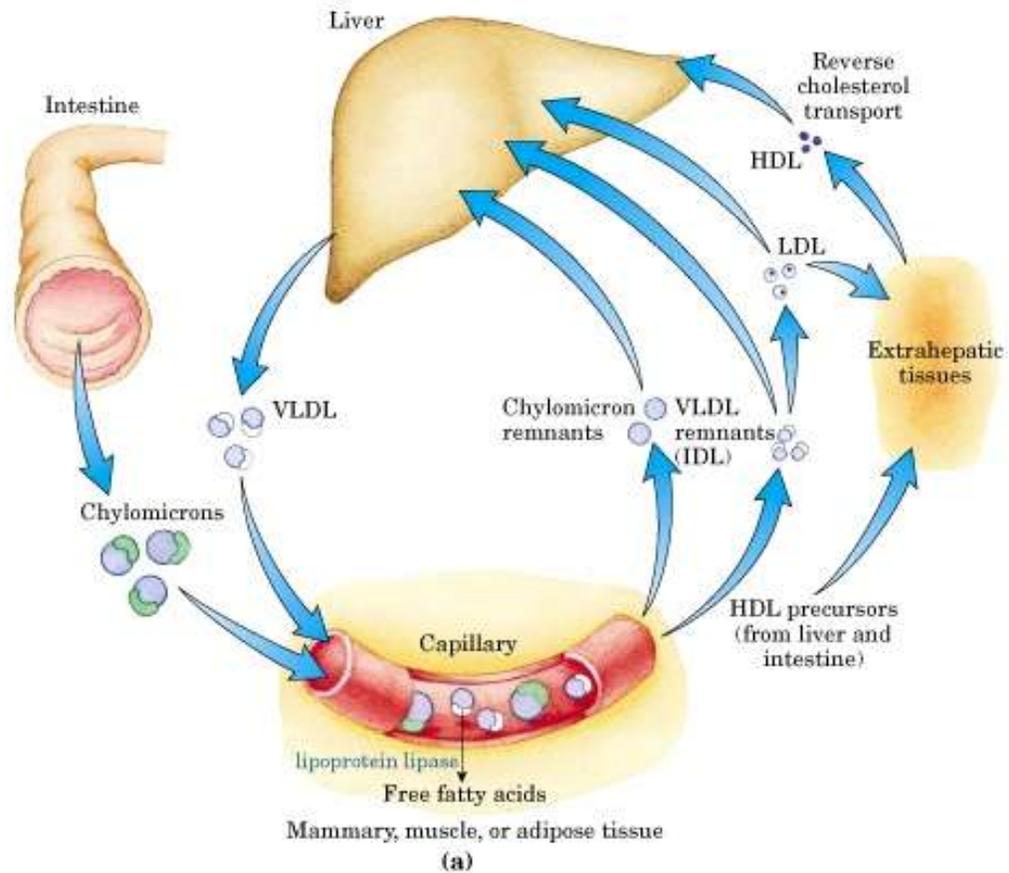
❖ Le lipoproteine plasmatiche sono classificate in: chilomicroni, lipoproteine a densità molto bassa (VLDL), lipoproteine a densità intermedia (IDL), lipoproteine a bassa densità (LDL), lipoproteine ad alta densità (HDL), lipoproteine a (Lpa).

METABOLISMO DELLE LDL



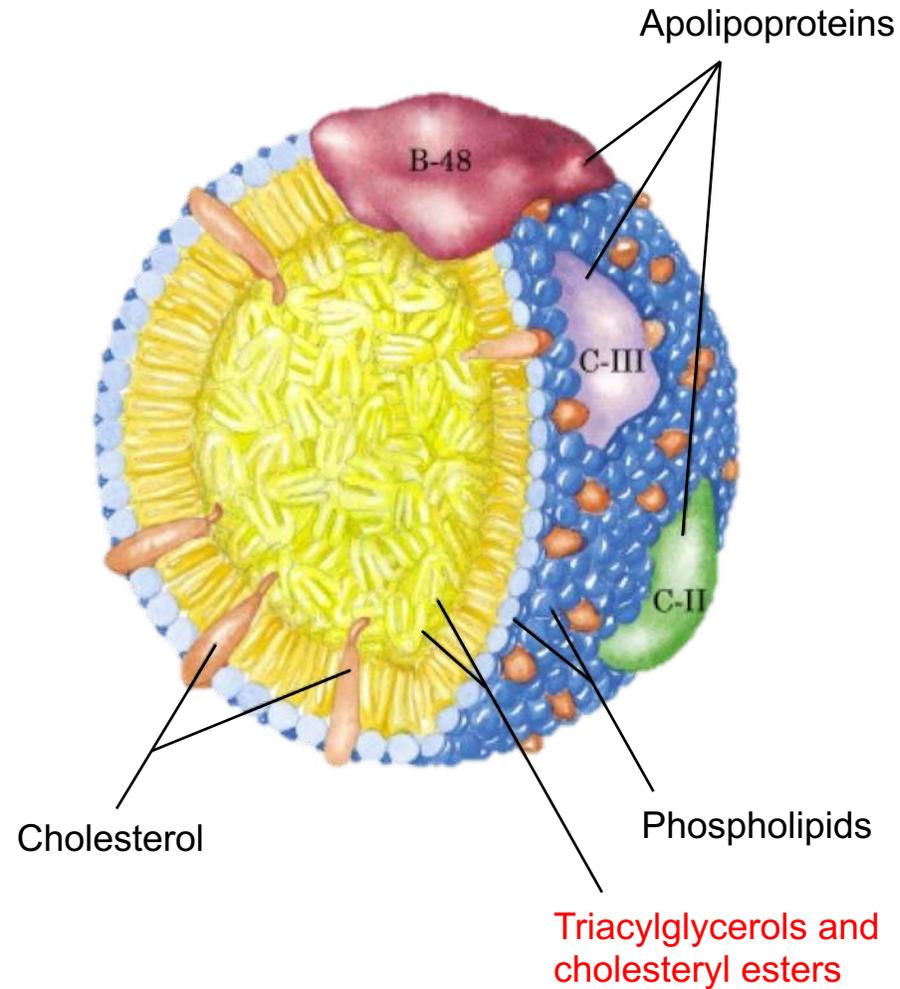
L'interazione tra la proteina Apo B-100 delle LDL e il recettore LDL a livello epatico, o dei tessuti periferici, **permette l'assorbimento tramite endocitosi e idrolisi lisosomiale delle LDL con liberazione soprattutto di colesterolo.**

METABOLISMO DELLE HDL



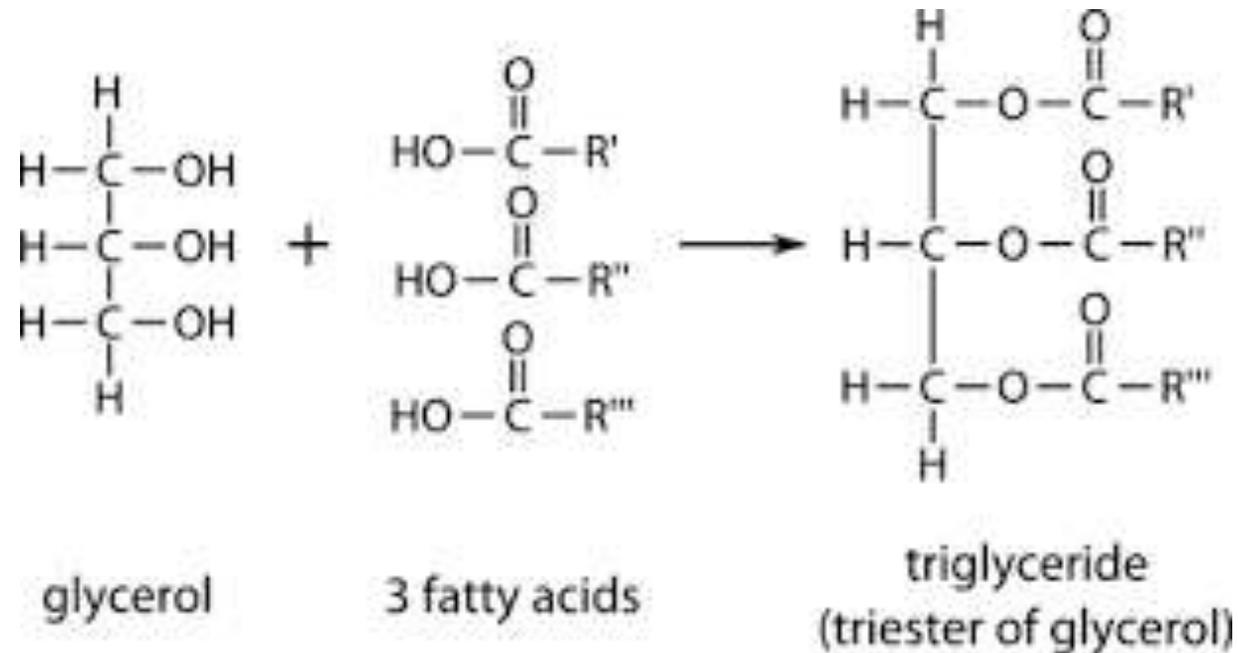
- ❖ Partecipano all'evoluzione di chilomicroni e VLDL
- ❖ **Rimuovono il colesterolo in eccesso** dai tessuti periferici e dai macrofagi delle placche ateromatose per portarlo al fegato (con azione protettiva sul rischio cardiovascolare).
- ❖ Forniscono colesterolo ai tessuti steroidogenici

CHILOMICRONI



Trigliceridi (85–92%), Fosfolipidi (6–12%), Colesterolo (1–3%), Proteine (1–2%).

TRIGLICERIDI (triacilgliceroli)



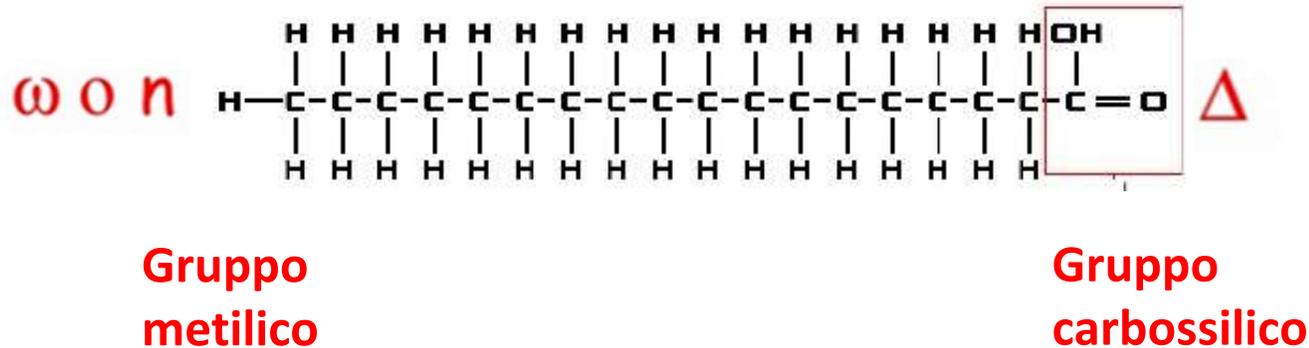
I **trigliceridi** sono **esteri del glicerolo** (alcool tri-idrossilico) con formazione di legami tra i gruppi ossidrilici del glicerolo e i gruppi carbossilici di 3 acidi grassi, con eliminazione di una molecola di acqua per ogni legame

I trigliceridi possono essere:

- ❖ **SEMPLICI** se formati da **3 acidi grassi uguali**
- ❖ **MISTI** se formati da diverse **combinazioni di acidi grassi (condizione più frequente)**

ACIDI GRASSI

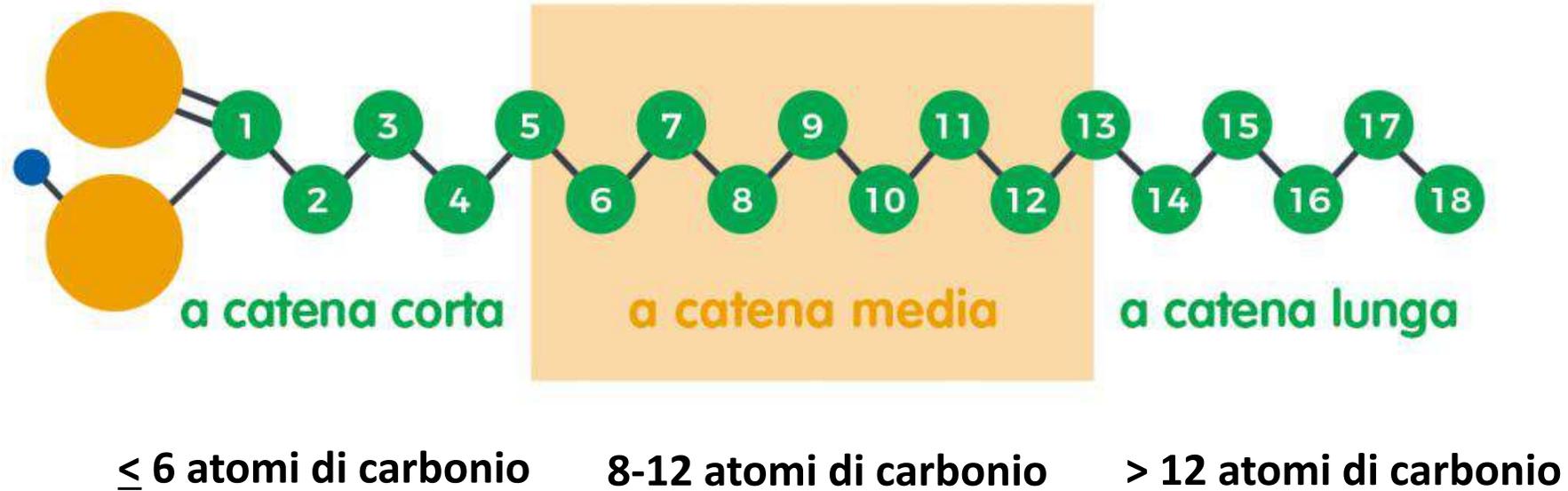
- ❖ Sono acidi monocarbossilici formati da una catena idrocarburica
- ❖ Hanno formula generale $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$, con n variabile tra 2 e 28
- ❖ L'estremità con il gruppo carbossilico e quella con il metile vengono indicate rispettivamente con le lettere delta e omega (oppure n o w)



Si distinguono per:

- ❖ Lunghezza della catena idrocarburica
- ❖ Numero e posizione dei doppi legami tra gli atomi di carbonio

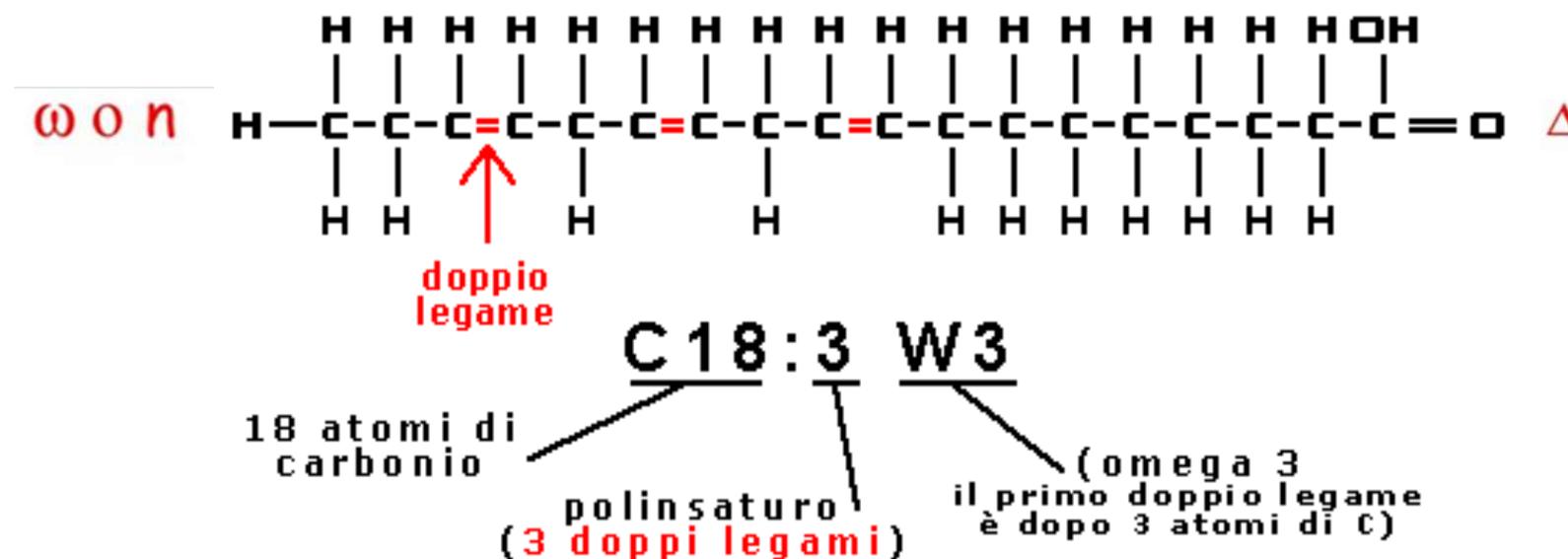
CLASSIFICAZIONE DEGLI ACIDI GRASSI DALLA LUNGHEZZA DELLA CATENA CARBONIOSA



ACIDI GRASSI NOMENCLATURA

Notazione (n- o omega, ω)

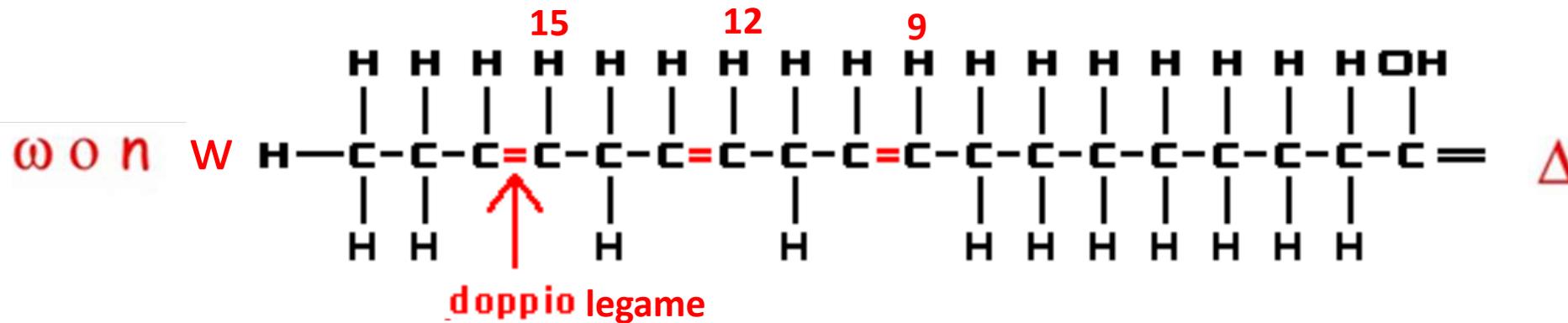
- ❖ C n indica il numero di atomi di carbonio, ad esempio C18
- ❖ : n il numero di doppi legami (0 se acidi grassi saturi)
- ❖ **Serie o famiglia di appartenenza: sigla omega** (oppure n o w) seguita dal numero del carbonio dove si colloca il primo doppio legame partendo **dall'estremità metilica** della molecola



Acido carbossilico a 18 atomi di carbonio tri-insaturo della serie omega-3.

ACIDI GRASSI NOMENCLATURA: Notazione delta o Δ^x

- ❖ Configurazione: ogni doppio legame è preceduto dalla notazione **cis o trans** e seguito dalla sigla delta e da numero (o numeri) corrispondenti agli atomi di carbonio dove si collocano i doppi legami a partire dall'estremità metilica
- ❖ Numero di atomi di carbonio con denominazione in greco
- ❖ Suffisso -anoico indica assenza di doppi legami, -enoico presenza di doppi legami (preceduto dal numero di doppi legami (ad es. trienoico= 3 doppi legami))



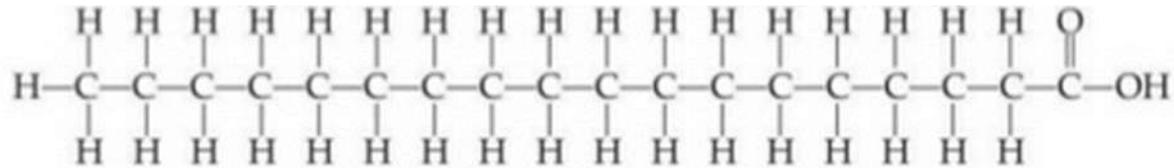
Acido cis, cis, cis $\Delta^{9, 12, 15}$ ottadecatrienoico

NOMENCLATURA IUPAC. **Unione internazionale di chimica pura e applicata**

International Union of Pure and Applied Chemistry = Acido ottadeca-9Z,12Z,15Z-trienoico

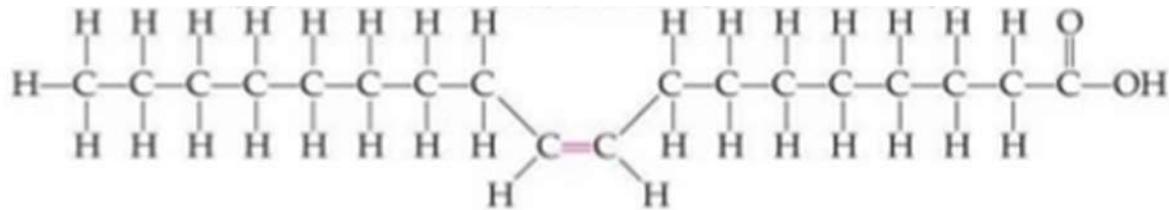
NOME COMUNE = Acido alfa linolenico

CLASSIFICAZIONE DEGLI ACIDI GRASSI DAL NUMERO DOPPI LEGAMI



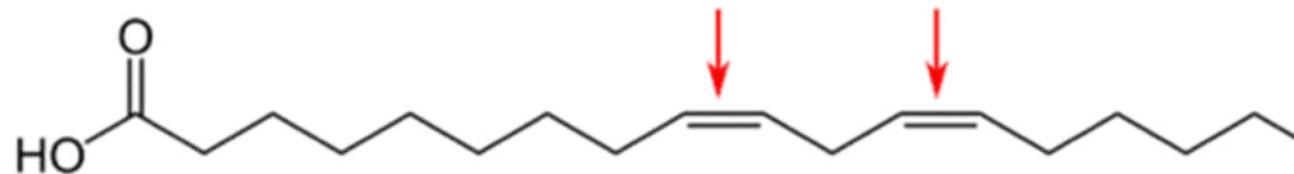
ACIDI GRASSI SATURI (SFA)

Assenza di doppi legami tra gli atomi di carbonio, ad esempio acido stearico



ACIDI GRASSI MONOINSATURI (MUFA)

Presenza di un doppio legame, ad esempio acido oleico



ACIDI GRASSI POLINSATURI (PUFA)

Presenza di 2 o più doppi legami

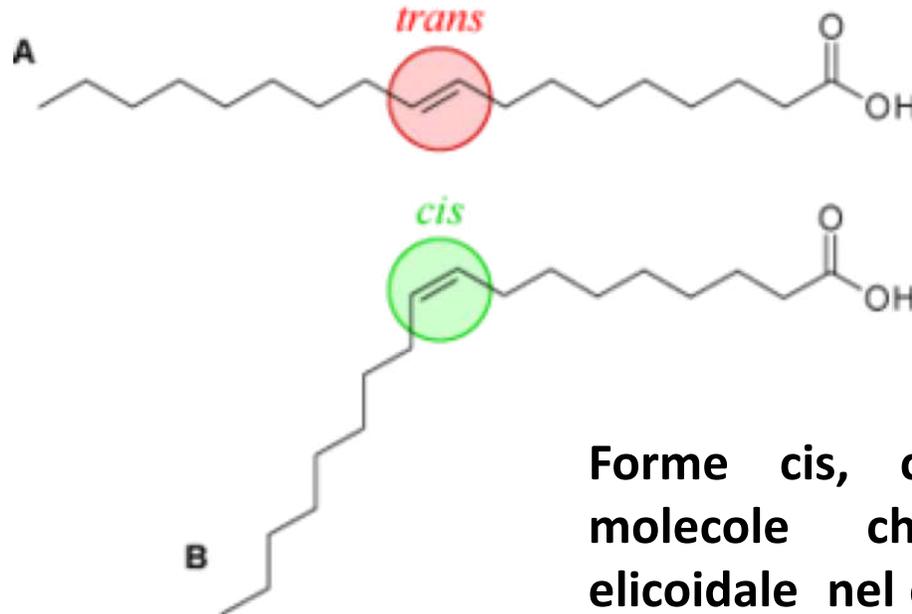
Ad es. Acido linoleico

Linoleic Acid - Polyunsaturated Fatty Acid

CONFIGURAZIONE DEI DOPPI LEGAMI

Gli atomi di idrogeno alle estremità di un doppio legame possono essere collocati dallo stesso lato (forma cis) o su lati opposti (forma trans)

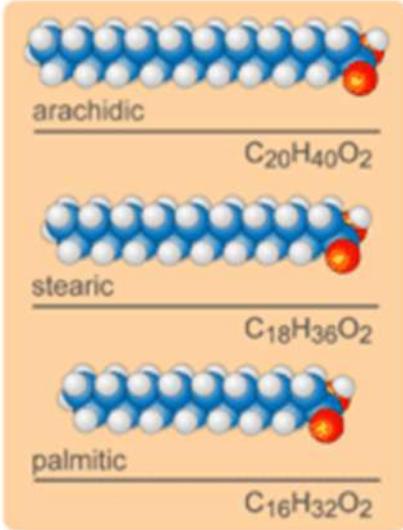
Forma trans, lineare



Forme cis, causano curvatura delle molecole che assumono una forma elicoidale nel caso di molecole con molti doppi legami

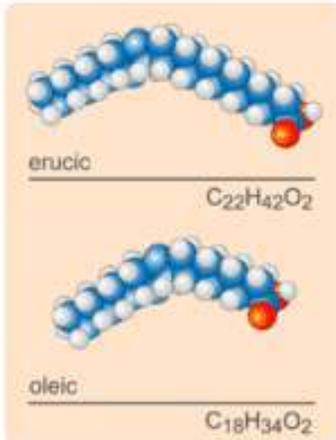
GRASSI E CARATTERISTICHE FISICHE DEGLI ACIDI GRASSI

Saturated fatty acid

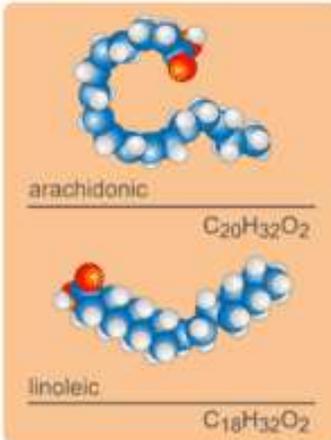


- Le molecole degli **acidi grassi saturi**, per assenza di doppi legami, sono lineari e possono aderire le une alle altre in strutture compatte
- Grassi composti da una prevalenza di acidi grassi saturi sono **solidi a temperatura ambiente** (25 °C) e sono chimicamente più stabili e resistenti all'ossidazione

Monounsaturated fatty acid

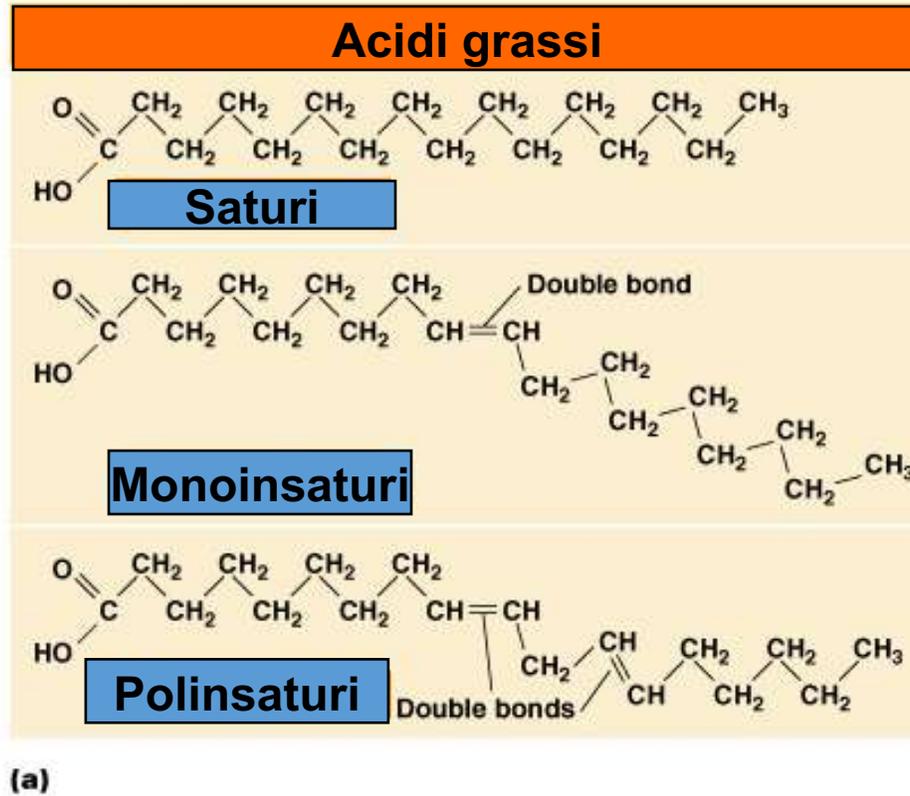


Polyunsaturated fatty acid

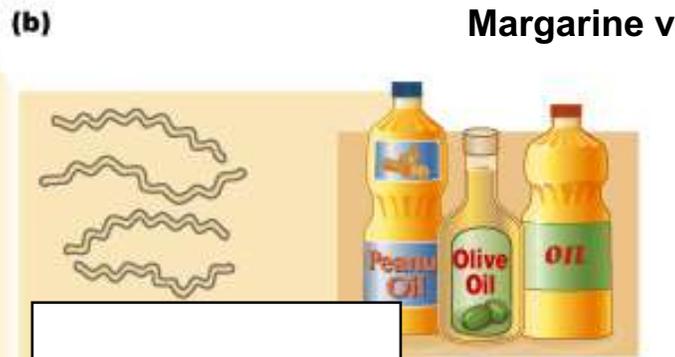


- ❖ Le molecole di **acidi grassi insaturi** per la presenza di doppi legami sono ripiegate e non aderiscono le une alle altre in modo compatto
- ❖ Grassi contenenti una prevalenza di acidi grassi insaturi sono **liquidi a temperatura ambiente** (oli) e sono più facilmente ossidabili

ACIDI GRASSI E CARATTERISTICHE DEI GRASSI ALIMENTARI



Es. burro, ricco di acidi grassi saturi
Margarine vegetali



Es. olii vegetali ricchi di insaturi

(c)

ESEMPI DI ACIDI GRASSI PIU' DIFFUSI NEGLI ALIMENTI

| <hr/> | | |
|--------------------------------|-------------|-------------------------|
| Saturated Fatty Acids | | |
| <i>Higher mp</i> | 12:0 | Lauric acid |
| | 14:0 | Myristic acid |
| | 16:0 | Palmitic acid |
| | 18:0 | Stearic acid |
| | 20:0 | Arachidic acid |
| Unsaturated Fatty Acids | | |
| <i>Lower mp</i> | 16:1 | Palmitoleic acid |
| | 18:1 | Oleic acid |
| | 18:2 | Linoleic acid |
| | 18:3 | Linolenic acid |
| | 20:4 | Arachidonic acid |
| <hr/> | | |

FAMIGLIE O SERIE DI ACIDI GRASSI INSATURI

Serie ω -9 composta da acidi grassi insaturi che hanno in comune il primo doppio legame in posizione 9 dal gruppo metilico

Origine animale e vegetale.

| Nome comune | Nome del lipide | Nomenclatura chimica |
|-----------------------|-----------------|------------------------------|
| acido oleico | 18:1 ($n-9$) | acido 9-ottadecenoico |
| acido eicosenoico | 20:1 ($n-9$) | acido 11-eicosenoico |
| acido eicosatrienoico | 20:3 ($n-9$) | acido 5,8,11-eicosatrienoico |
| acido erucico | 22:1 ($n-9$) | acido 13-docosenoico |
| acido nervonico | 24:1 ($n-9$) | acido 15-tetracosenoico |

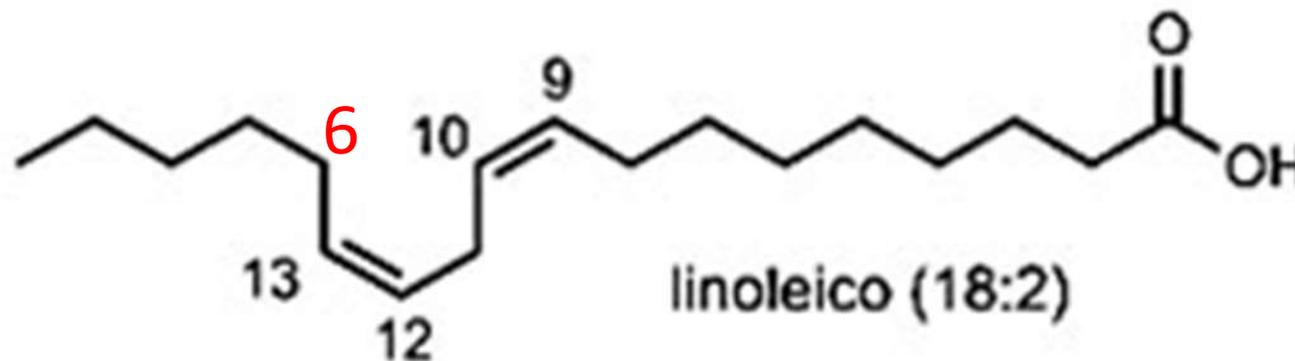
FAMIGLIE DI ACIDI GRASSI INSATURI

| Omega-3 <i>polinsauri</i> (PUFA) | Omega-6 <i>polinsauri</i> (PUFA) |
|--|--|
| Acido alpha linolenico (ALA) <i>essenziale</i> | Acido linoleico (LA) <i>essenziale</i> |
| Acido Eicosapentaenoico (EPA) | Acido-Gamma-linolenico (GLA) |
| Acido Docosaesaenoico (DHA) | Acido Arachidonico (AA) |

❖ **Serie omega -6** composta da acidi grassi che condividono il primo doppio legame sul sesto atomo di carbonio contando dall'estremità metilica della molecola.

❖ **Origine vegetale o animale**

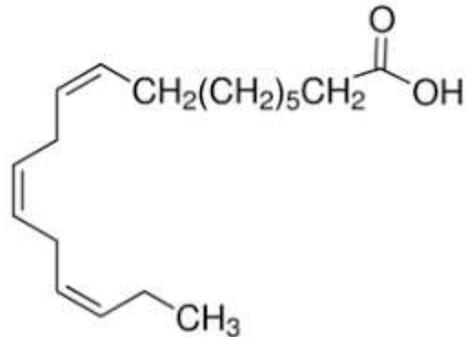
❖ L'acido grasso **omega-6 linoleico** è **essenziale** in quanto gli organismi animali non sono in grado di sintetizzarlo per l'assenza di alcune desaturasi. (origine vegetale)



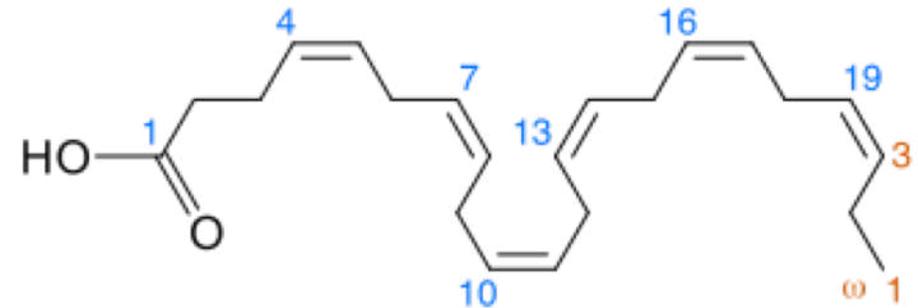
FAMIGLIE DI ACIDI GRASSI INSATURI

| Omega-3 <i>polinsauri</i> (PUFA) | Omega-6 <i>polinsauri</i> (PUFA) |
|--|--|
| Acido alpha linolenico (ALA) <i>essenziale</i> | Acido linoleico (LA) <i>essenziale</i> |
| Acido Eicosapentaenoico (EPA) | Acido-Gamma-linolenico (GLA) |
| Acido Docosaesaenoico (DHA) | Acido Arachidonico (AA) |

- ❖ **Serie omega-3** composta da acidi grassi che condividono il primo doppio legame sul terzo atomo di carbonio dall'estremità metilica della molecola.
- ❖ **Origine vegetale o animale (pesce grasso)**
- ❖ L'acido grasso omega-3 alfa 3 linolenico (18:3, n3) è essenziale (origine vegetale)



Acido alfa linolenico
Acido cis-9,12,15 ottadecatrienoico



Acido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico

ALIMENTI CHE APPORTANO Acidi grassi Omega 6

Prevalentemente in forma di acido linoleico

OLII VEGETALI

- Girasole
- Mais
- Cartamo,
- Soia
- Canapa
- Colza e sesamo



ALIMENTI CHE APPORTANO Acidi grassi omega-3

Origine vegetale

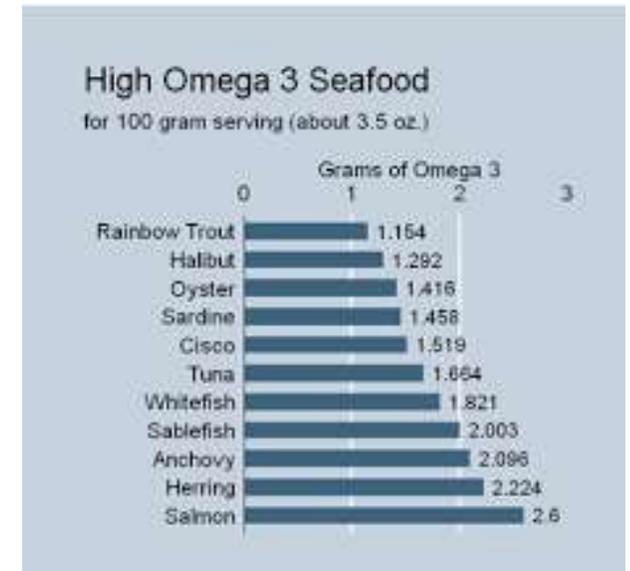
(acido alfa-linolenico)

- Noci, nocciole
- Semi di Chia
- Mandorle
- Semi di girasole, canapa e lino
- Olio di lino
- Avocado

Origine animale

- Sgombro
- Salmone
- Tonno
- Sardine
- Acciughe
- Pesce spada

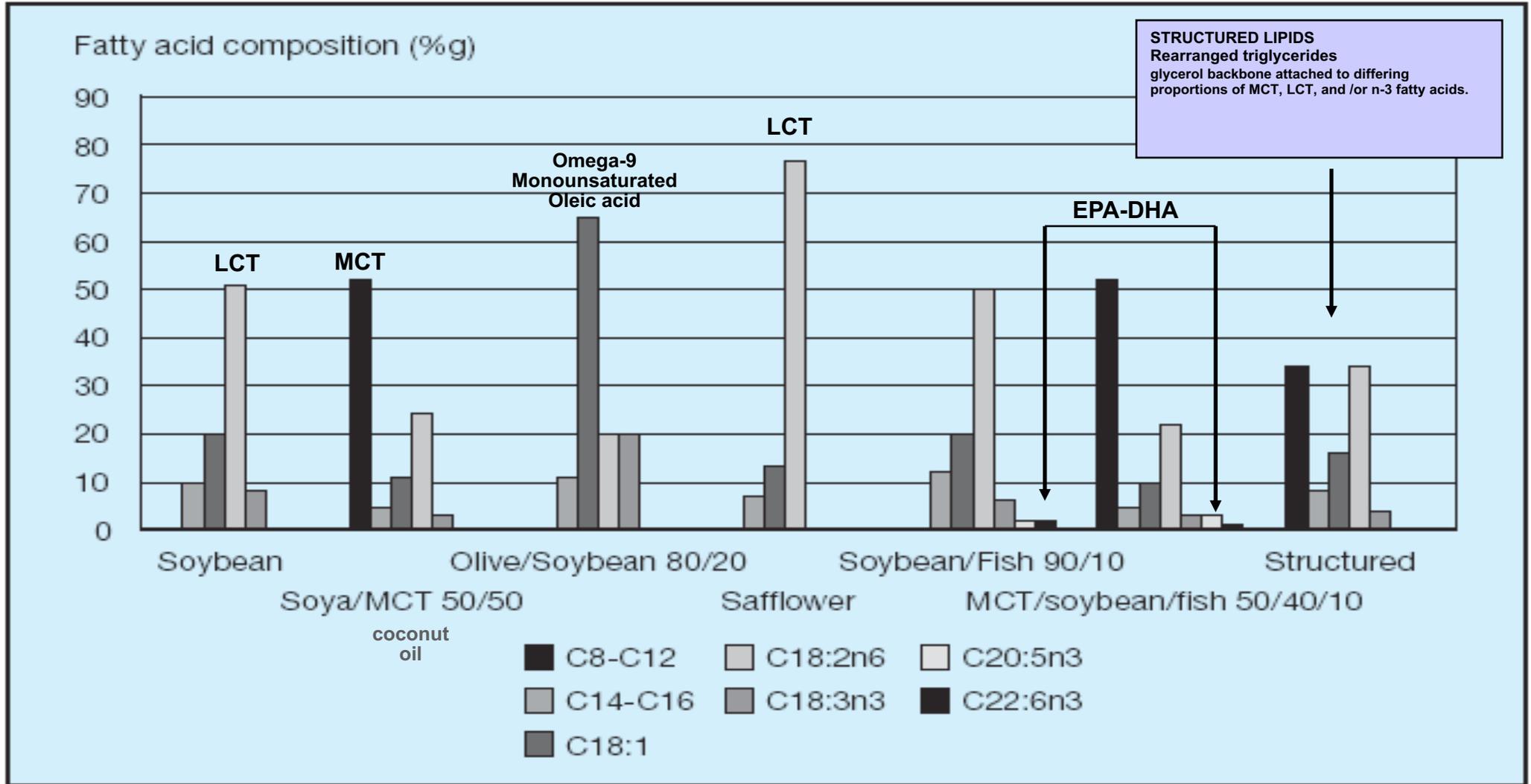
- **Piccole quantità carne, latte, uova**
Maggiori quantità in Uova di polli
allevati a terra che si nutrono di erba e
insetti
- Carne di erbivori al pascolo

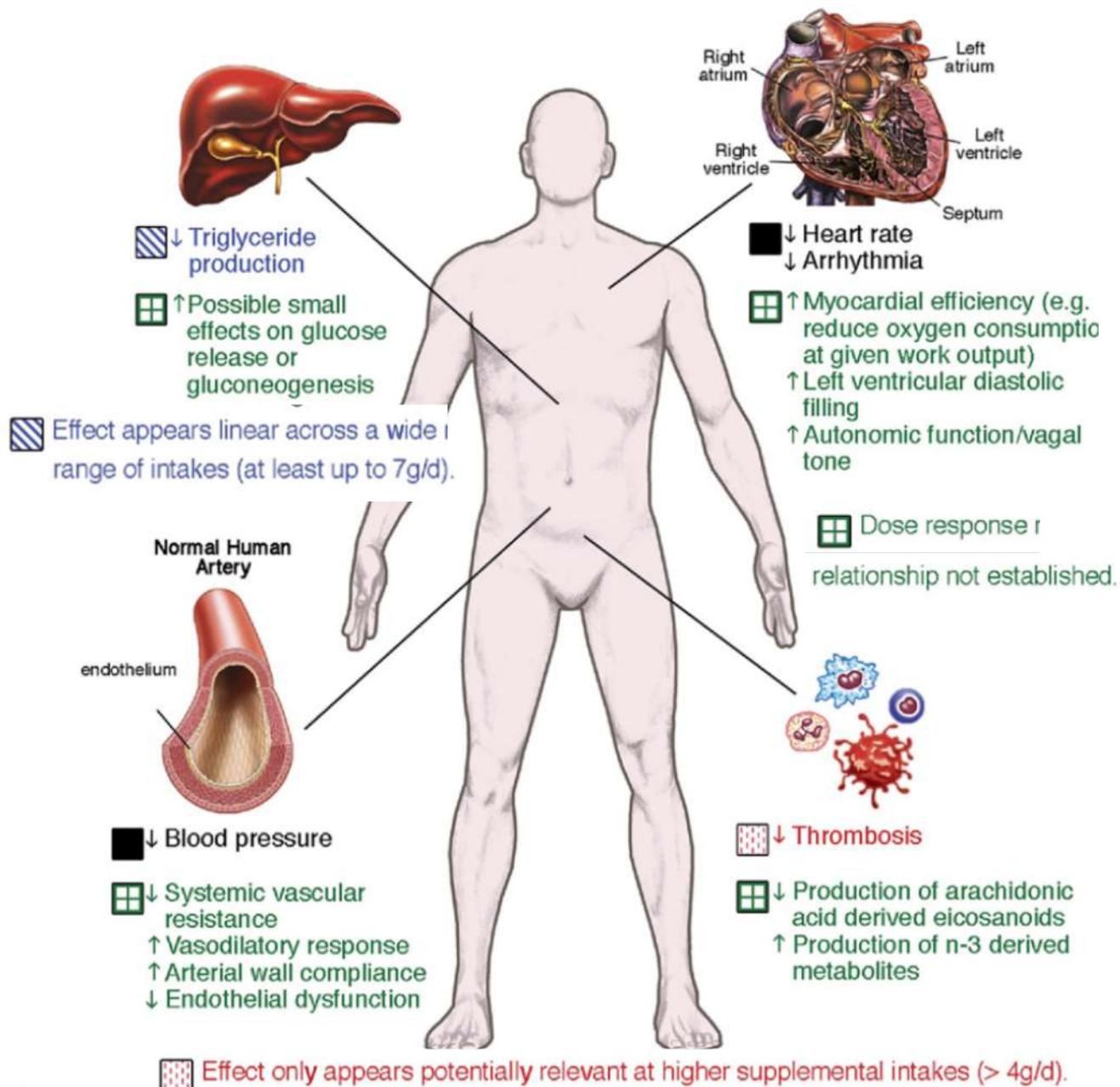


ESPEN



THE EUROPEAN SOCIETY FOR CLINICAL NUTRITION AND METABOLISM





POSSIBILI AZIONI ACIDI GRASSI OMEGA 3

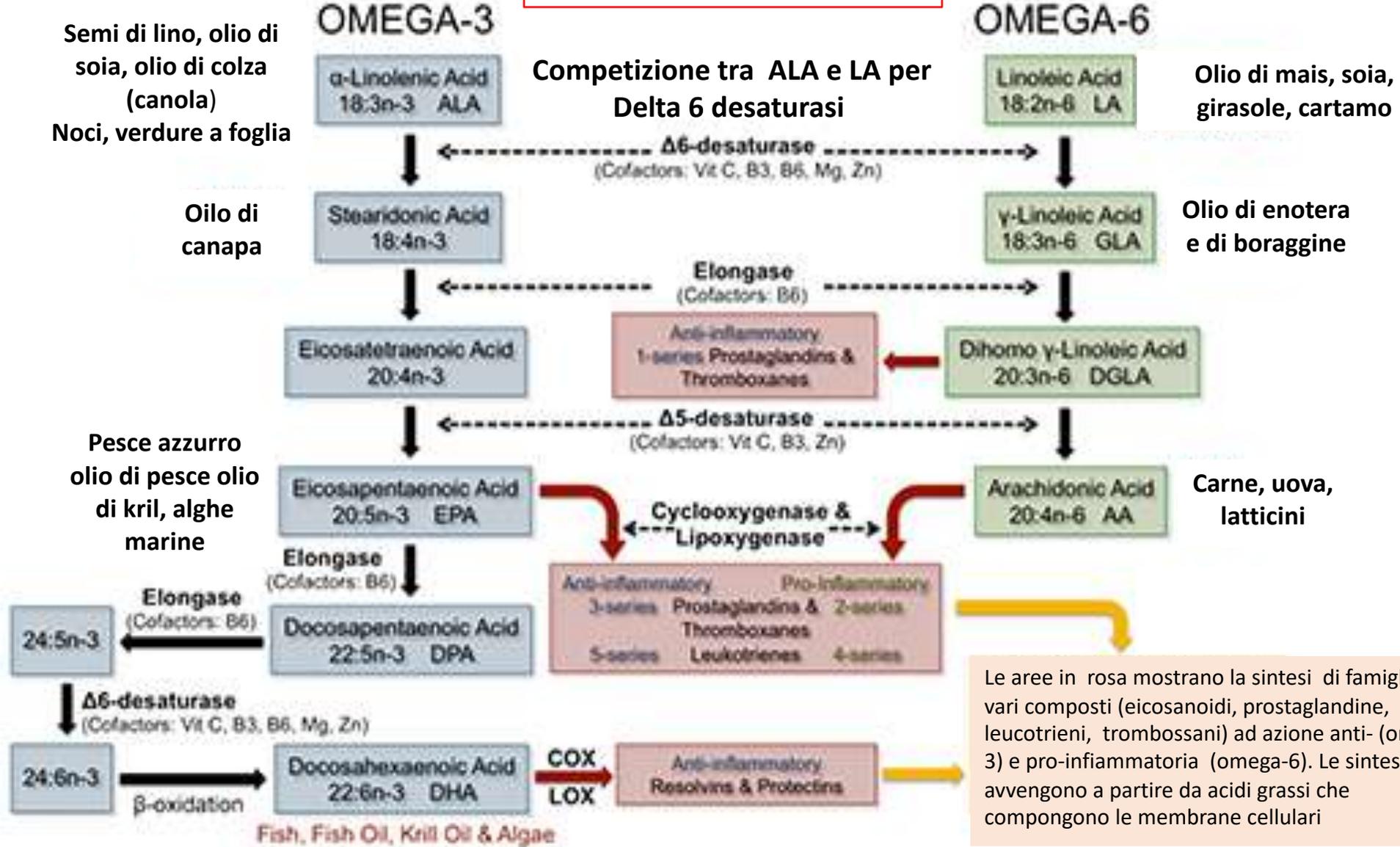
effetti non sono del tutto confermati

▨ Effect appears linear within ranges of typical dietary intake (<750mg/d), with smaller additional effects at higher levels.

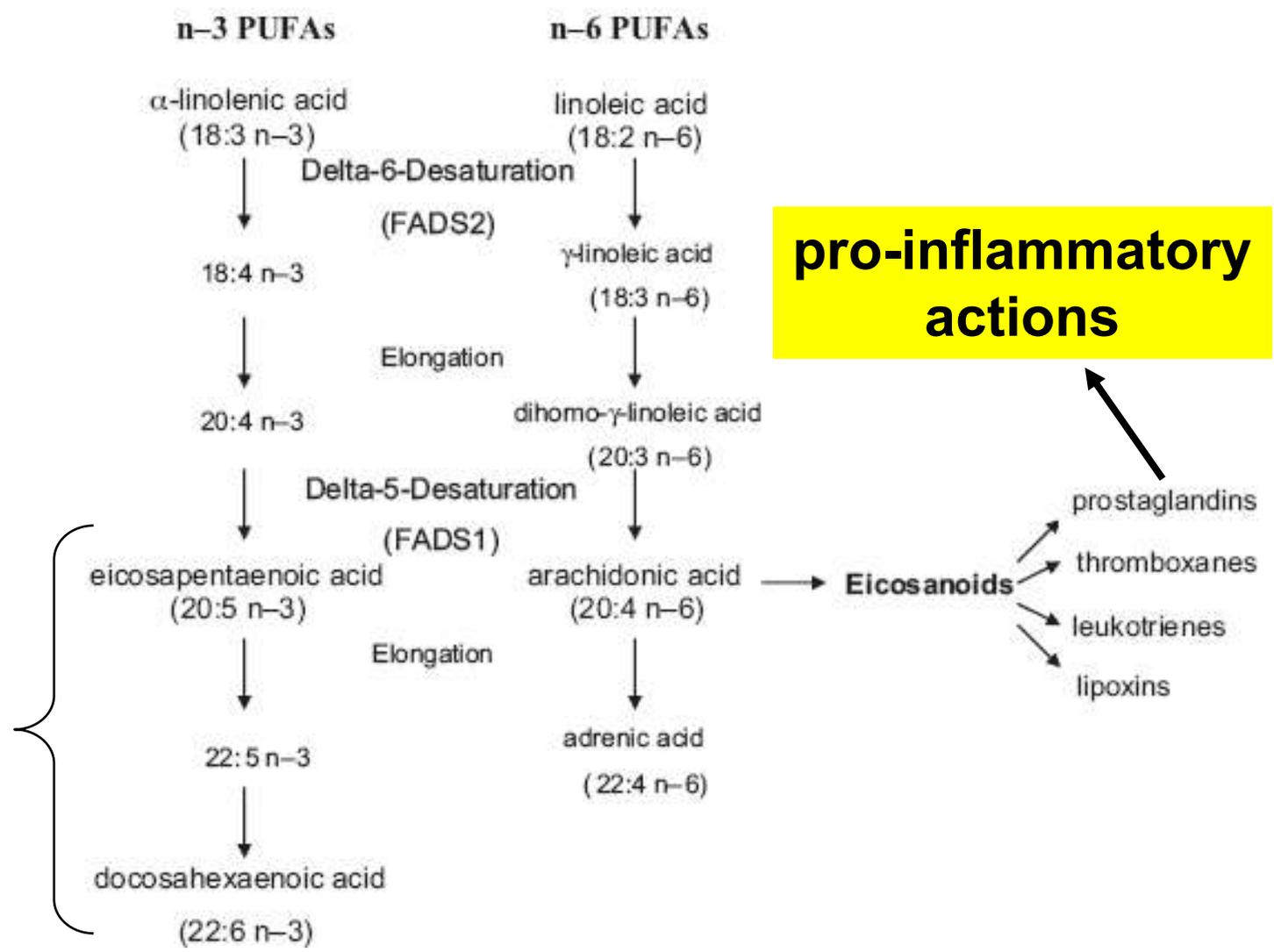
VIE METABOLICHE EPATICHE DI SINTESI PUFA 3 E PUFA 6

Acidi grassi essenziali

Trasformazione inefficace
limitata al 5-15%



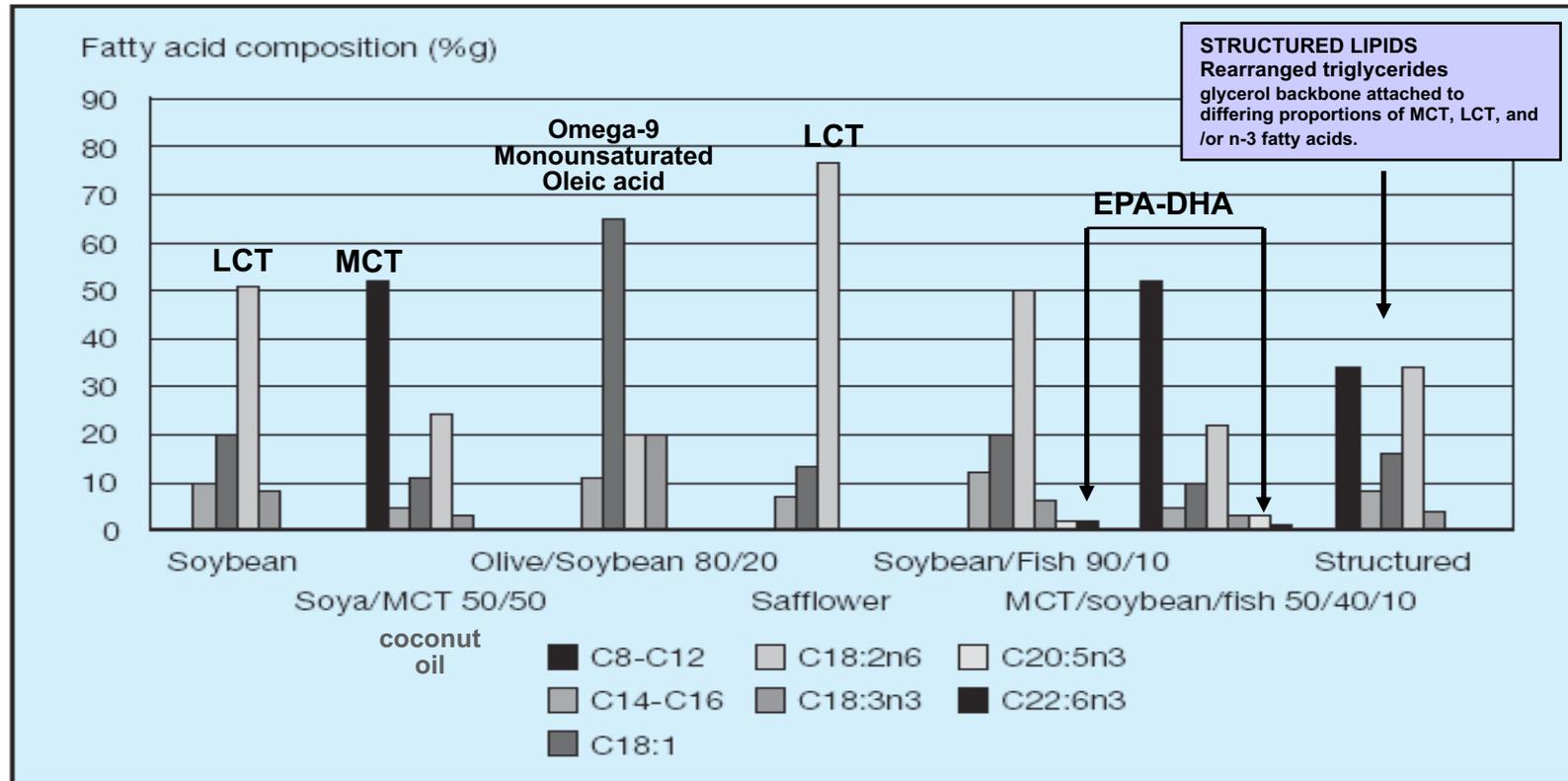
anti-inflammatory actions





THE EUROPEAN
SOCIETY FOR
CLINICAL
NUTRITION AND
METABOLISM

“Addition of EPA and DHA to lipid emulsions has demonstrable effects on cell membranes and inflammatory processes”
(Grade B)



Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial¹⁻³

Gordon I Smith, Philip Atherton, Dominic N Reeds, B Selma Mohammed, Debbie Rankin, Michael J Rennie, and Bettina Mittendorfer

Am J Clin Nutr 2011;93:402–12.

8 weeks supplementation

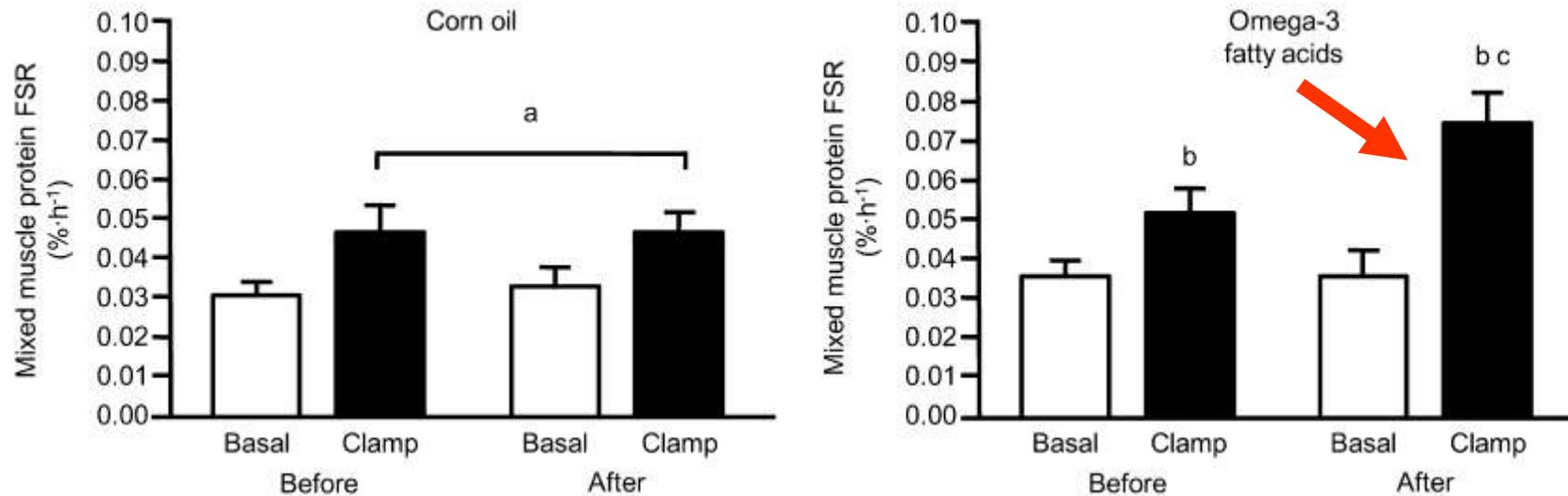


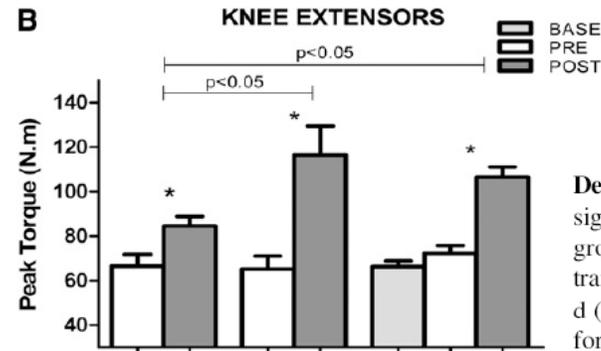
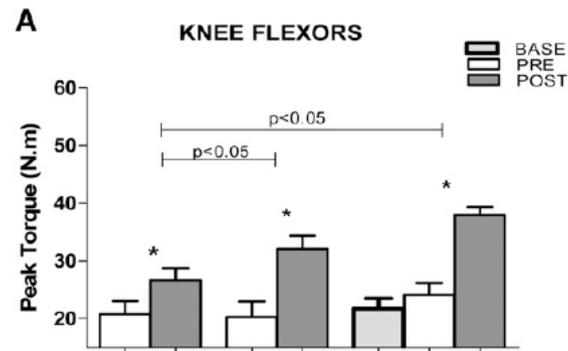
FIGURE 1. Mean (\pm SEM) mixed skeletal muscle protein fractional synthesis rate (FSR), calculated by using the average plasma free phenylalanine precursor pool enrichment, during basal, postabsorptive conditions and during the hyperaminoacidemic-hyperinsulinemic clamp before and after 8 wk of supplementation with either corn oil ($n = 7$) or omega-3 fatty acids ($n = 8$). There was no difference in the muscle protein FSR between the omega-3 fatty acid and corn oil groups before the intervention [ANOVA showed a significant effect of clamp ($P < 0.001$), no significant effect of group ($P = 0.47$), and no interaction ($P = 0.60$)]. ^aIn the corn oil group, ANOVA showed a significant main effect of clamp ($P < 0.01$). In the omega-3 fatty acid group, ANOVA showed a significant effect of clamp ($P < 0.01$) and an interaction ($P < 0.001$), which was followed by Tukey's post hoc analysis. ^bSignificantly different from the corresponding basal value, $P < 0.01$. ^cSignificantly different from the corresponding value before omega-3 fatty acid supplementation, $P < 0.01$. Furthermore, the before-after intervention change in the anabolic response (increase in the muscle protein FSR from basal values) was significantly greater in the omega-3 fatty acid group than in the corn oil group ($P = 0.01$, Student's t test for independent samples).

CLAMP = INSULIN+GLUCOSE+AMINO ACID INFUSION

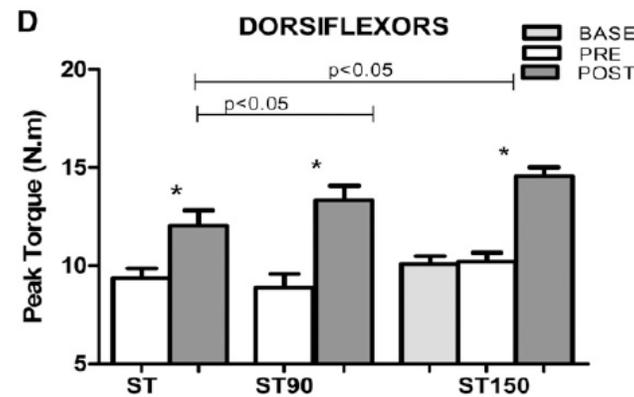
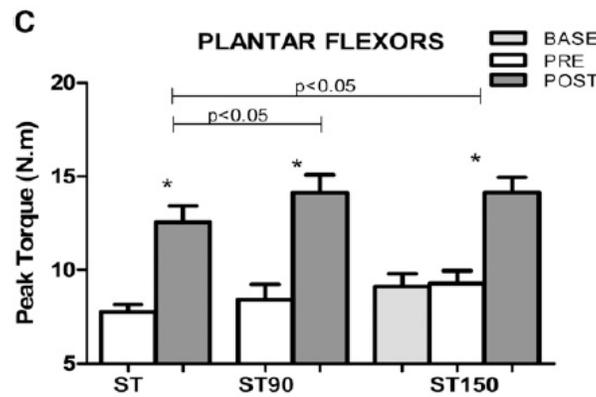
Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women¹⁻³

Am J Clin Nutr 2012;95:428-36.

Strength training increased muscle strength in elderly women. The inclusion of fish oil supplementation caused greater improvements in muscle strength and functional capacity.



Design: Forty-five women (aged 64 ± 1.4 y) were randomly assigned to 3 groups. One group performed strength training only (ST group) for 90 d, whereas the others performed the same strength-training program and received FO supplementation (2 g/d) for 90 d (ST90 group) or for 150 d (ST150 group; supplemented 60 d before training). Muscle strength and functional capacity were assessed before and after the training period.

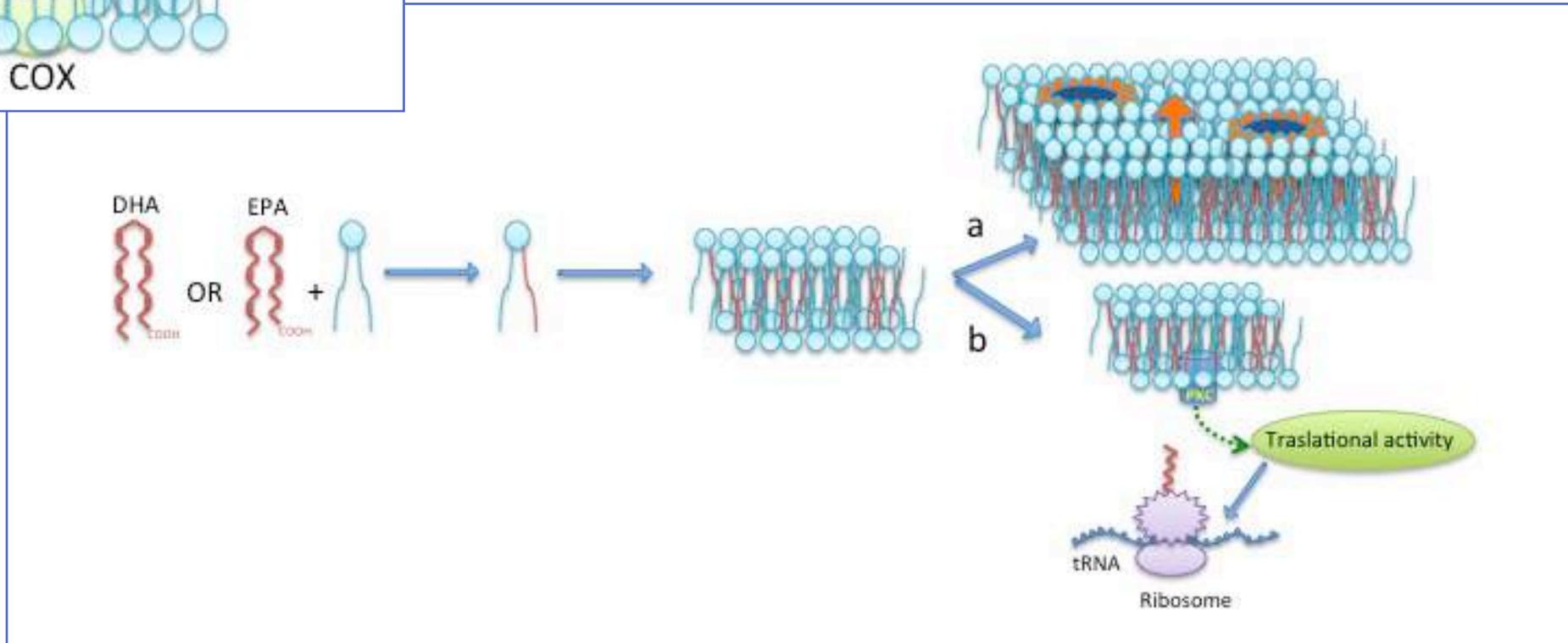
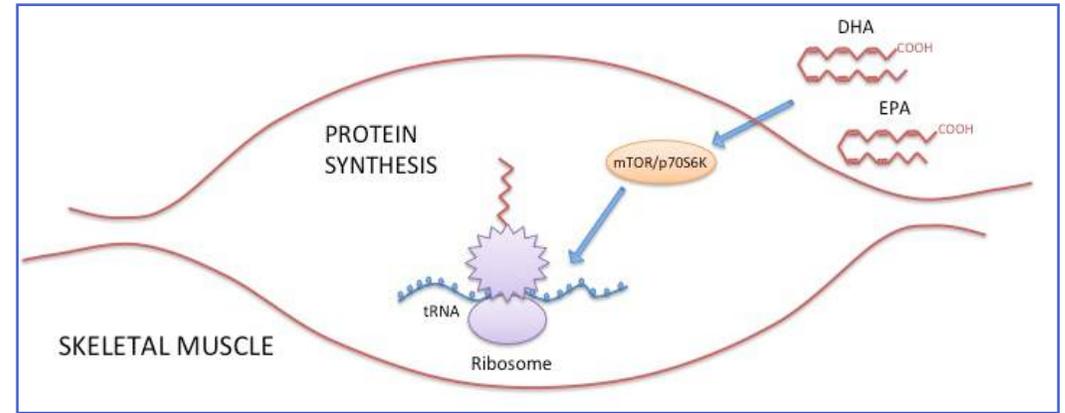
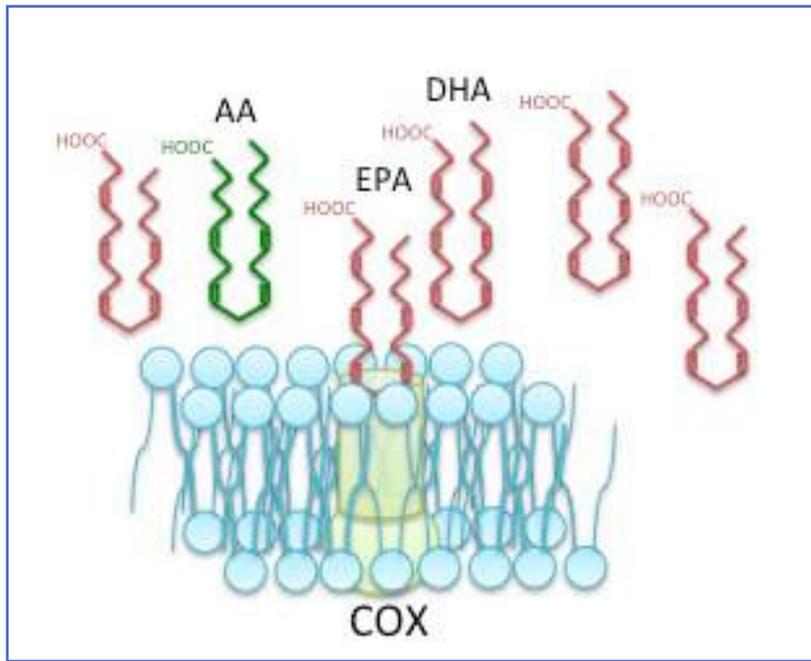


Fish oil

Fish oil

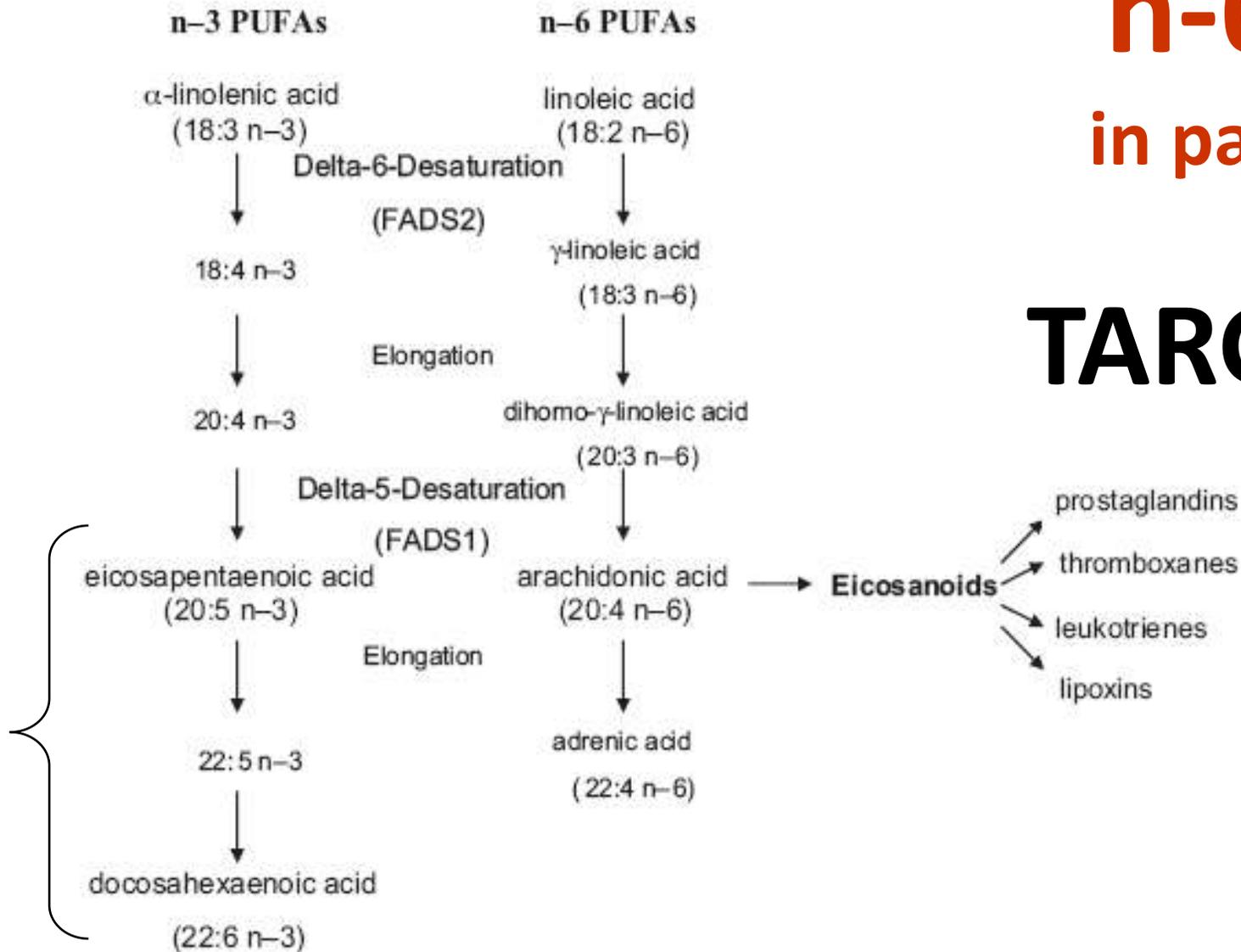
Fish oil

Fish oil



n-6/n-3 ratio in parenteral nutrition

TARGET: 4:1 – 2:1



The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases

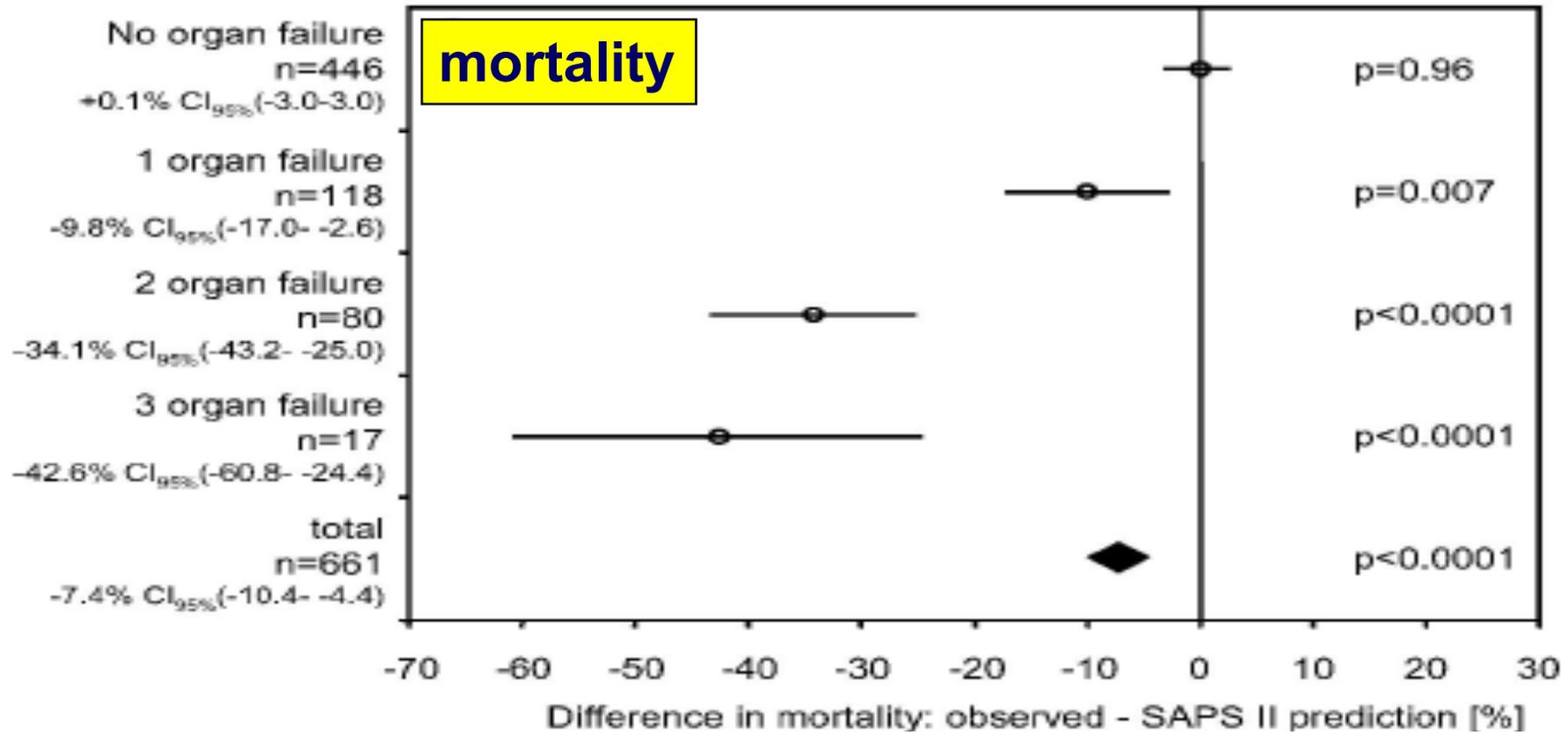
Experimental Biology and Medicine 2008, 233:674-688.

- In the **secondary prevention** of cardiovascular disease, a ratio of 4/1 was associated with a 70% decrease in total mortality.
- A ratio of 2.5/1 reduced rectal cell proliferation in patients with **colorectal cancer**, whereas a ratio of 4/1 with the same amount of omega-3 PUFA had no effect.
- The lower omega-6/omega-3 ratio in women with **breast cancer** was associated with decreased risk.

Table 5. Ethnic Differences in Fatty Acid Concentrations in Thrombocyte Phospholipids and Percentage of All Deaths from Cardiovascular Disease^a

| | Europe and United States (%) | Japan (%) | Greenland Eskimos (%) |
|---|------------------------------|-----------|-----------------------|
| Arachidonic acid (20:4 ω 6) | 26 | 21 | 8.3 |
| Eicosapentaenoic acid (20:5 ω 3) | 0.5 | 1.6 | 8.0 |
| Ratio of ω 6/ ω 3 | 50 | 12 | 1 |
| Mortality from cardiovascular disease | 45 | 12 | 7 |

- A ratio of 2–3/1 suppressed inflammation in patients with **rheumatoid arthritis**.
- A ratio of 5/1 had a beneficial effect on patients with **asthma**, whereas a ratio of 10/1 had adverse consequences.



An unblinded, multi-centre dose related study enrolled 661 patients (SAPS II score 32) and showed that intravenous fish oil supplementation had favorable effects on survival, infection rate, antibiotic requirements and length of stay when administered in doses between 0.1 and 0.2 g/kg/day

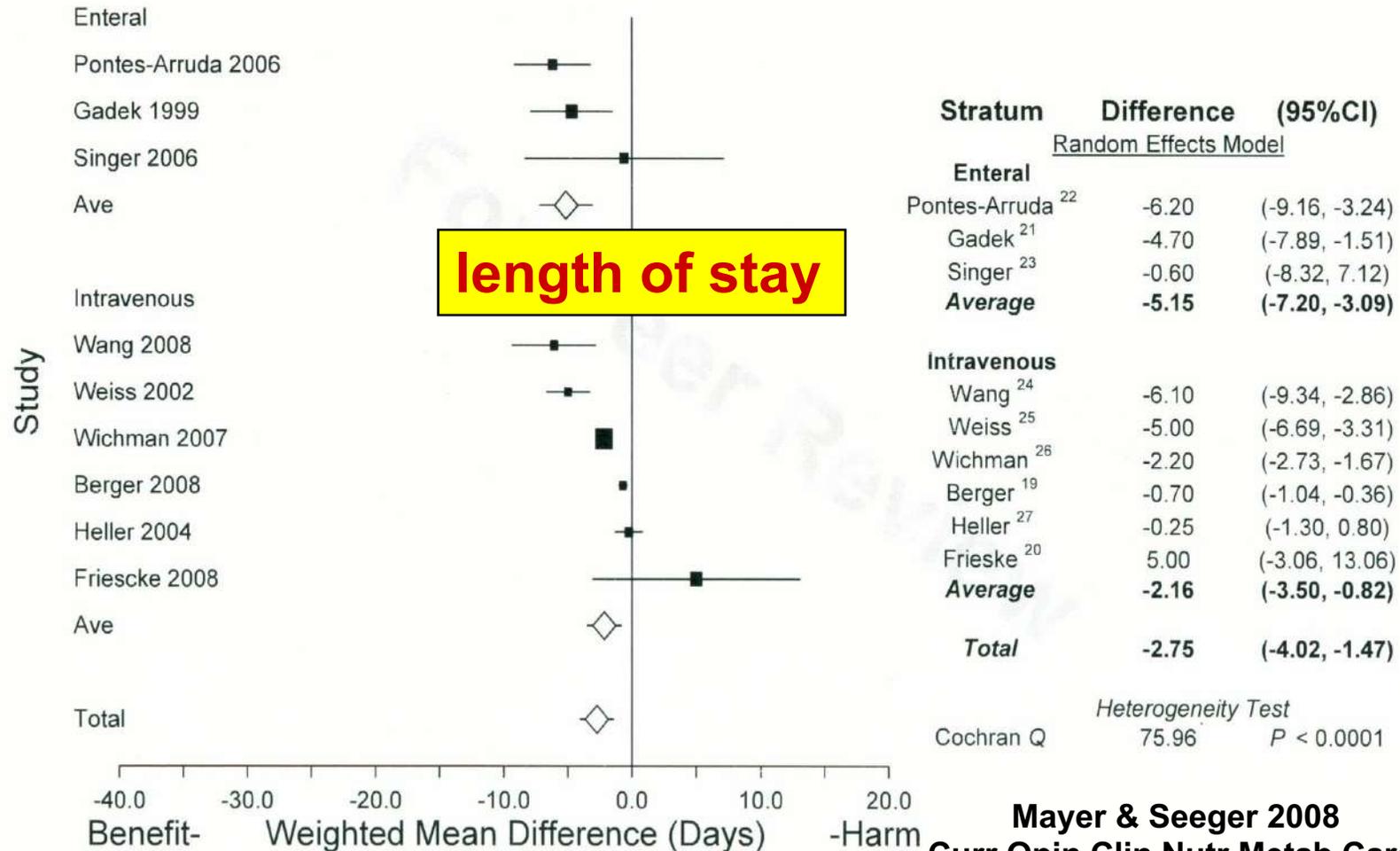


THE EUROPEAN SOCIETY FOR CLINICAL NUTRITION AND METABOLISM

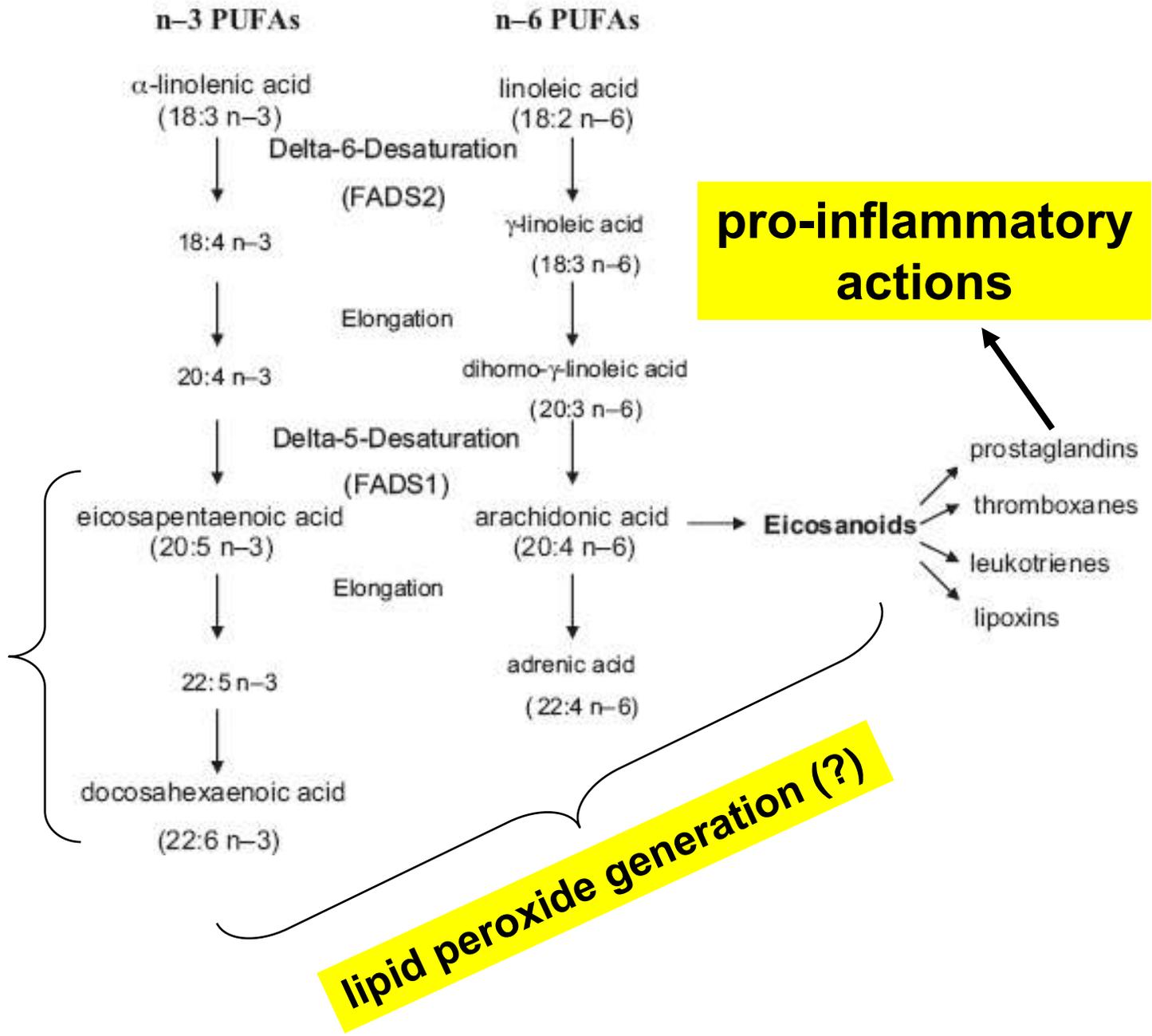
“Fish oil-enriched lipid emulsions probably decrease length of stay in critically ill patients” (Grade B)

Meta-analysis of the effect of fish oils in PN in ICU patients (n=730):

- significant reduction in the length of stay
- no significant difference was found in terms of mortality



anti-inflammatory actions



OXIDATIVE STRESS

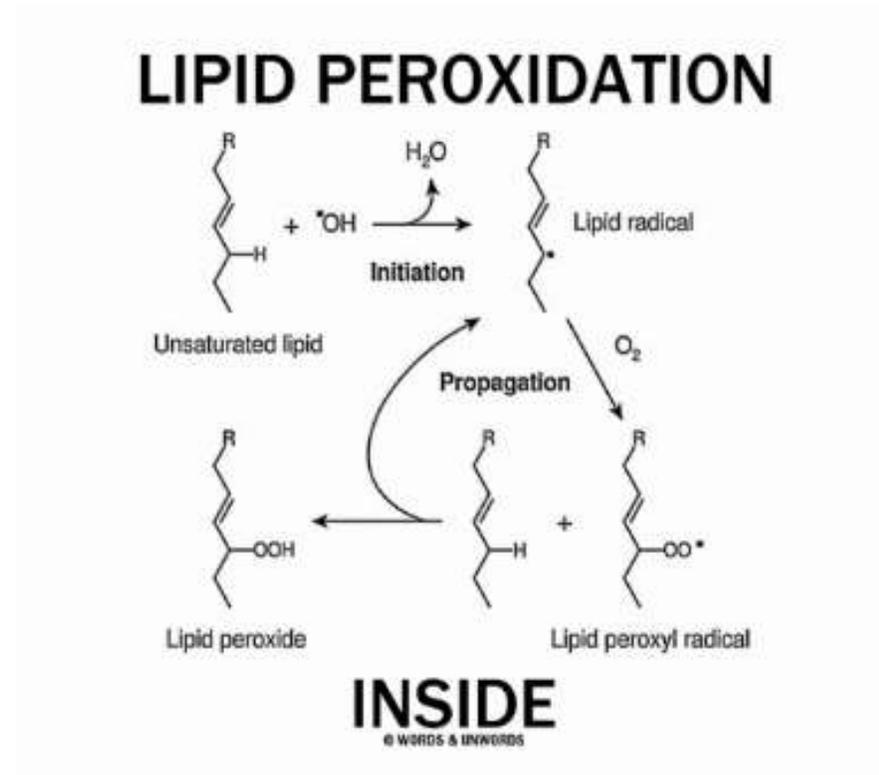
During critical illness, increased ROS and inflammatory mediator production occurs against a background of compromised antioxidant activity, which is partly due to preexisting nutritional deficiencies and/or suboptimal provision of artificial nutrition.

Table 3 Diseases and intensive care unit states associated with reactive oxygen species-mediated tissue damage [39]

Septic shock
Acute respiratory distress syndrome
Systemic inflammatory response syndrome
Disseminated intravascular coagulation
Multiple organ dysfunction
Burns
Cardiovascular disease
Diabetes mellitus
Trauma
Reperfusion injury
Cancer

OXIDATIVE STRESS

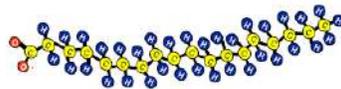
A key consequence of oxidative stress is lipid peroxidation, where ROS react with the double bond of unsaturated lipids, producing unstable lipid peroxides that may cause cell death



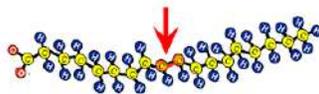
OXIDATIVE STRESS

The high number of double bonds present in OMEGA-6 and OMEGA-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) provide targets for lipid peroxidation, and these FA may therefore be associated with an increased risk of oxidative stress

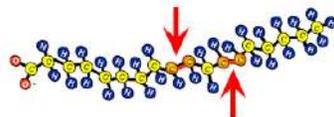
Presence of double bonds in the carbon chain



Saturated



Monounsaturated



Polyunsaturated

ω -3, ω -6 ω -9: first double bond located n-3, n-6, n-9 carbon atoms from the methyl end of the molecule

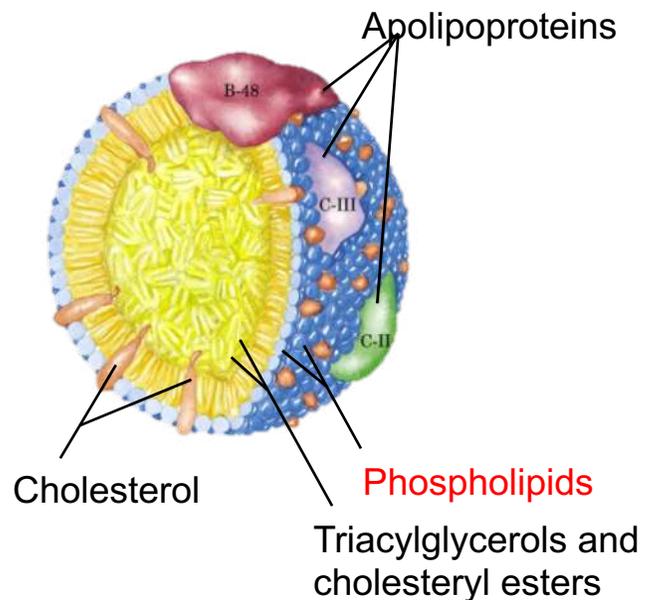
OXIDATIVE STRESS - SOLUTIONS

- The antioxidant alfa-tocopherol (vitamin E) is added to PUFA-rich LEs in clinical practice.
- Partial replacement of PUFA-rich oils with alternative FA sources (oils rich in MCT) which are more resistant to oxidative damage

Table 4 Key clinical studies evaluating biological and clinical effects of lipid emulsions

| Clinical study | Population | Design | Treatment groups | Key findings |
|--|--|---|--|---|
| Lipid peroxidation/antioxidant activity Linseisen et al. [43] | Adults undergoing abdominal surgery (<i>N</i> = 33) | Prospective, randomized, double-blind trial | Intralipid vs. Lipoplus for 5 days | Total plasma cholesterol oxidation products concentration at day 6: 45.5 (Lipoplus) vs. 40.9 $\mu\text{mol/L}$ (Intralipid; NS) Total antioxidant capacity at day 6: 153 (Lipoplus) vs. 129 $\mu\text{mol/L}$ (Intralipid; NS) |
| Manuel-y-Keenoy et al. [42] | Adults requiring total PN (<i>N</i> = 24) | Prospective, randomized, double-blind trial | Intralipid vs. Lipofundin MCT + α -tocopherol (200 mg/dL) for 11 days | Serum concentrations of α -tocopherol at day 11: significantly higher for Lipofundin MCT vs. Intralipid (<i>P</i> = 0.006) Malondialdehyde/mg LDL- and VLDL-cholesterol at day 11: significantly reduced for Lipofundin MCT vs. Intralipid (<i>P</i> = 0.022) |
| Immunosuppression/infection rates Battistella et al. [53] | Adult trauma patients (<i>N</i> = 60) | Prospective, randomized, double-blind trial | Intralipid vs. PN containing no lipids for 10 days | Mean duration of mechanical ventilation: 27 (Intralipid) vs. 15 days (no lipids; <i>P</i> = 0.01) Mean ICU stay: 29 (Intralipid) vs. 18 days (no lipids; <i>P</i> = 0.02) Mean hospital stay: 39 (Intralipid) vs. 27 days (no lipids; <i>P</i> = 0.03) Total number of infectious complications: 72 (Intralipid) vs. 39 (no lipids; <i>P</i> < 0.05) Number of patients with pneumonia: 22 (Intralipid) vs. 13 (no lipids; <i>P</i> = 0.05) Number of patients with sepsis: 13 (Intralipid) vs. 5 (no lipids; <i>P</i> = 0.04) |
| Weiss et al. [55] | Adults undergoing abdominal surgery (<i>N</i> = 24) | Prospective, randomized trial | Lipoven + Omegaven vs. Lipoven for 5 days | Mean ICU stay: 4.1 (Lipoven + Omegaven) vs. 9.1 days (Lipoven; NS) Mean hospital stay: 17.8 (Lipoven + Omegaven) vs. 23.5 days (Lipoven; NS) Number of infectious complications: 5 in each group Incidence of intra-abdominal abscesses: 32% (Intralipid) vs. 8% (Lipofundin-MCT; <i>P</i> < 0.05) Incidence of in-hospital mortality: 36% (Intralipid) vs. 15% (Lipofundin-MCT; NS) |
| Grau et al. [64] | Adults undergoing laparotomy (<i>N</i> = 72) | Prospective, randomized, double-blind trial | Intralipid vs. Lipofundin-MCT | Mean ICU stay: 32.9 (ClinOleic) vs. 41.8 days (Lipofundin-MCT; NS) Mean hospital stay: 57.0 (ClinOleic) vs. 64.9 days (Lipofundin-MCT; NS) Incidence of infections: 6 patients in each group Incidence of in-ICU mortality: 36% (ClinOleic) vs. 27% (Lipofundin-MCT) |
| Garcia-de-Lorenzo et al. [31] | Adults with severe burns (<i>N</i> = 22) | Prospective, randomized, double-blind trial | ClinOleic vs. Lipofundin-MCT for 6 days | Mean ICU stay: 32.9 (ClinOleic) vs. 41.8 days (Lipofundin-MCT; NS) Mean hospital stay: 57.0 (ClinOleic) vs. 64.9 days (Lipofundin-MCT; NS) Incidence of infections: 6 patients in each group Incidence of in-ICU mortality: 36% (ClinOleic) vs. 27% (Lipofundin-MCT) |

FOSFOLIPIDI

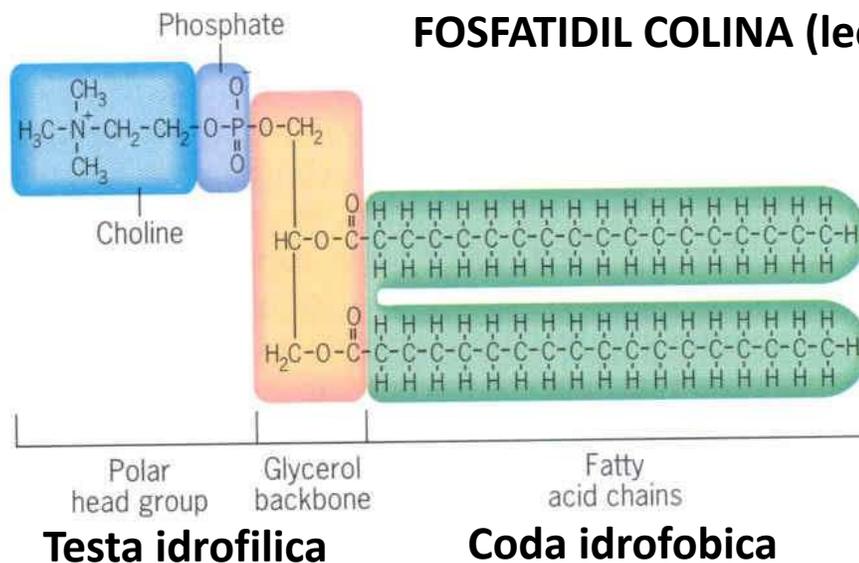


classe di lipidi che contiene fosfato; presentano una **testa polare idrofila** a base di fosfato e una **coda apolare idrofoba**, e sono quindi molecole **anfifiliche**.

A livello biologico **partecipano alla struttura delle membrane** cellulari ed in particolare alla **modificazione della permeabilità** selettiva di queste ultime

Basi amminiche:
colina
glicerolo
etanolamina
serina
inositolo

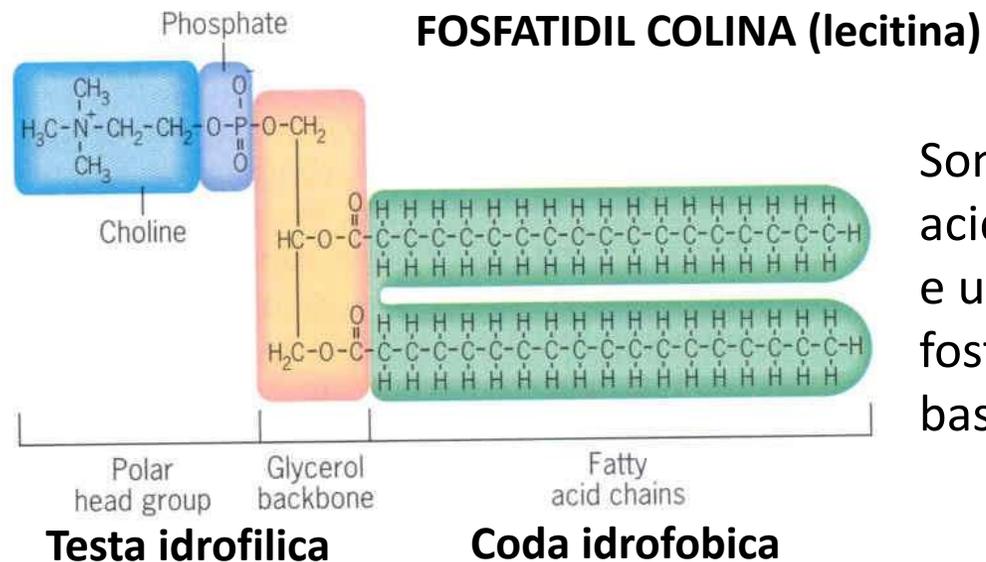
FOSFATIDIL COLINA (lecitina)



Sono esteri del glicerolo con 2 acidi grassi e una molecola di acido fosforico a sua volta legata a basi amminiche

FOSFOLIPIDI

Basi amminiche:
colina
glicerolo
etanolamina
serina
inositolo



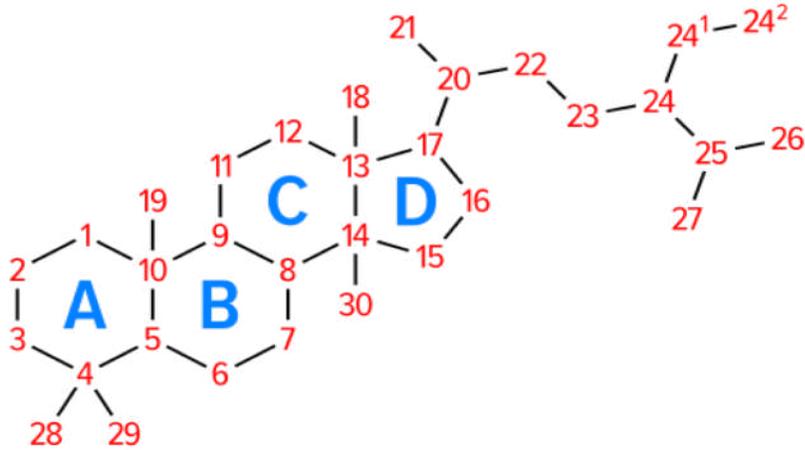
Sono esteri del glicerolo con 2 acidi grassi e una molecola di acido fosforico a sua volta legata a basi amminiche

Il **polimorfismo lipidico** sembra avere importanza in alcuni fenomeni delle membrane cellulari, quali **le fusioni tra membrane, l'esocitosi e l'endocitosi**. Per spiegare questi fenomeni è stato formulato da Cullis e Knijff nel 1980 il “modello di mosaico metamorfico”, secondo il quale i lipidi di membrana assumerebbero transitoriamente, in determinate condizioni, una struttura diversa da quella bilaminare, particolarmente quella esagonale.

Fra i principali fosfolipidi della membrana plasmatica, la fosfatidilcolina (FC), la fosfatidilserina (FS), il fosfatidilglicerolo (FG), la cardiolipina (CL) e la sfingomieline (SM), la fosfatidiletanolamina (FE) e la plasmenetanolamina (PE), i glicosfingolipidi (gangliosidi)

COLESTEROLO

alcol policiclico alifatico, costituito dal nucleo peri-idro-1,2-ciclopentano-fenantrene (nucleo **tetraciclico** proprio degli **steroidi**) con un doppio legame in C5 e una catena laterale isotilica in C17.



- Il colesterolo è **indispensabile per la vita animale**, mentre è praticamente **assente nelle piante**, dove è stato individuato solo in alcune di esse e a concentrazioni relativamente basse rispetto ad altri steroli
- Animali capaci sia di sintetizzare de novo il colesterolo, sia di utilizzare quello presente nella dieta

- Il colesterolo è una molecola organica appartenente alla classe dei lipidi, ovvero degli **steroli**.
- La molecola del colesterolo ha una struttura a **quattro anelli rigidi** ed è un **costituente insostituibile** delle **membrane cellulari animali**, oltre a essere un precursore degli ormoni steroidei, della vitamina D e degli acidi biliari.
- In patologia concorre alla formazione dei calcoli biliari e degli ateromi.

Il **contenuto dell'organismo umano** è circa 150 g (l'encefalo da solo ne contiene 30 g e il plasma circa 8 g).

Es. in presenza di una dieta contenente 450 mg/die di colesterolo, la sintesi endogena nell'uomo si aggira intorno a 11-13 mg/kg/die.

COLESTEROLO: Funzioni strutturali e metaboliche

Il colesterolo è l'unica specie lipidica dell'organismo ad avere una **struttura ad anelli rigidi**, mentre tutti gli altri lipidi di membrana presentano catene idrocarboniose notevolmente flessibili.

L'85% del colesterolo libero cellulare si trova nella membrana plasmatica, dove si inserisce per >90% nel foglietto fosfolipidico interno (citoplasmatico) e per il 3-5% in quello esterno

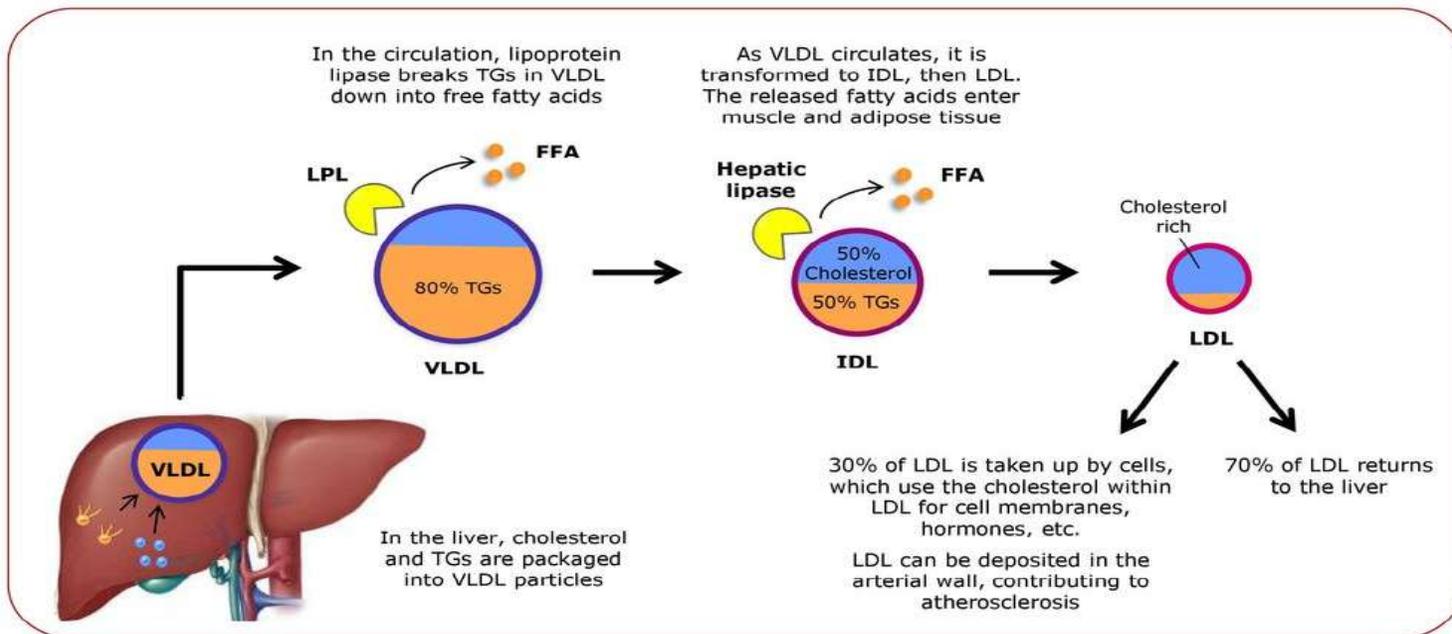
Esso **diminuisce la fluidità della membrana**, proprietà dalla quale dipendono importanti funzioni, ad esempio: **permeabilità a piccole molecole idrosolubili**; **attività dei recettori e degli enzimi di membrana** che generano messaggeri intracellulari; **stabilità meccanica**; **formazione di vescicole** per il trasporto del loro contenuto ai vari organuli intracellulari.

- il reticolo endoplasmatico è la sede dove vengono assemblate le proteine, il basso contenuto di colesterolo facilita il movimento delle proteine nell'ambito della membrana.
- Guaina mielinica dei nervi.
- Crescita e divisione cellulare, soprattutto nei tessuti ad alto turnover (es. epidermide, epiteli).
- Sviluppo embrionale: le malformazioni di neonati dopo la somministrazione di Contergan alle madri erano causate da un disturbo nella biosintesi di colesterolo; le sindromi da deficit genetico di enzimi della biosintesi del colesterolo sono caratterizzate da malformazioni plurime.

Il colesterolo costituisce il **composto base nei processi di sintesi** di:

- Ormoni steroidei delle ghiandole surrenali (aldosterone, cortisolo) e delle gonadi (testosterone, estradiolo, ecc.).
- Vitamina D, sintetizzata nella cute sotto l'azione dei raggi ultravioletti.
- Acidi biliari, che il fegato secerne con la bile nel duodeno al fine di emulsionare i lipidi alimentari e renderli assorbibili dall'intestino tenue.

MODALITA' DI TRASPORTO DEL COLESTEROLO



L'uomo produce per biosintesi la maggior parte del colesterolo necessario (**pool endogeno**, quindi 1-2 g), una piccola parte (in media 0,1-0,3 g, massimo 0,5 g), viene assunta con l'alimentazione (**pool esogeno**).

Entrambi i **pool** sono **soggetti a meccanismi regolatori**

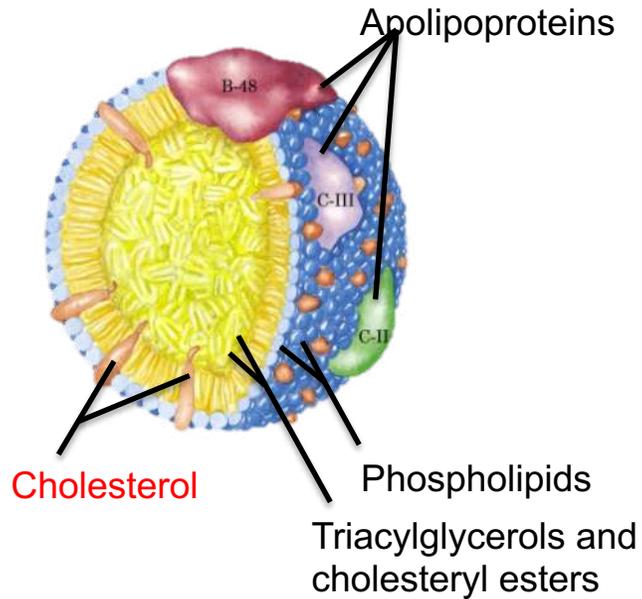
in condizioni di equilibrio, quantità di colesterolo sintetizzata più assorbita dagli alimenti corrisponde al colesterolo eliminato con la bile come colesterolo libero (negli adulti circa 800-1400 mg/die) e come acidi biliari (circa 500 mg/die).

Tutte le cellule dell'organismo sono **capaci di sintetizzare colesterolo a partire dall'acetil-coenzima A**, ma l'organo centrale del metabolismo del colesterolo è il **fegato**.

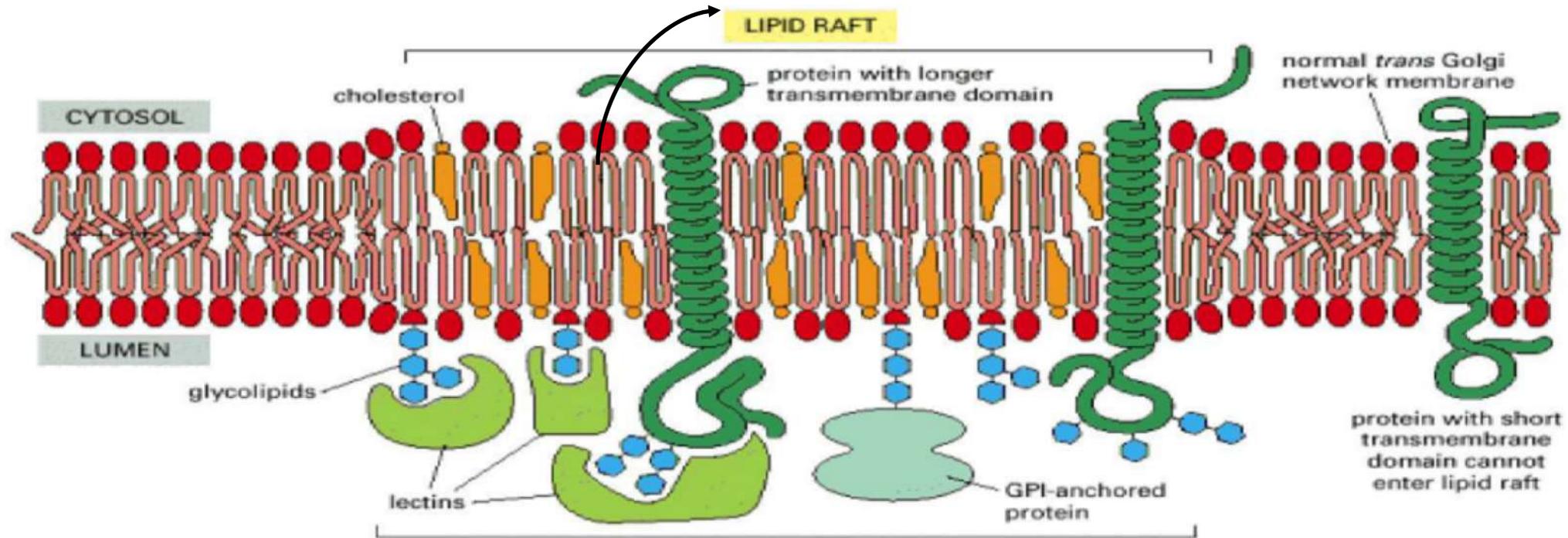
Al fegato **giunge il colesterolo esogeno** proveniente dall'**assorbimento intestinale**, **veicolato** dalle particelle rimanenti dei **chilomicroni**; a esso si aggiungono il **colesterolo endogeno di sintesi epatica**, quello derivato dalla captazione delle **IDL** (intermediate density lipoproteins) e delle **LDL** (low density lipoproteins) e quello di ritorno dai tessuti periferici tramite le **HDL** (high density lipoproteins).

COLESTEROLO

- La produzione del colesterolo endogeno è regolata dai **componenti della dieta**
- La sua **sintesi viene inibita dal colesterolo alimentare**; gli acidi grassi trans-insaturi stimolano la sintesi endogena del colesterolo, gli acidi grassi saturi laurico (C12:0), miristico (C14:0) e palmitico (C16:0), pur innalzando la colesterolemia, non hanno effetto sulla sintesi del colesterolo.
- Negli epatociti il colesterolo è quindi **assemblato nelle VLDL**, affinché possa essere trasportato in tutto l'organismo. Il colesterolo epatico viene utilizzato anche per la **secrezione di sali biliari** e di colesterolo libero (non esterificato) nella bile: il fegato è così l'organo principale in grado di **eliminare il colesterolo dall'organismo**.



MEMBRANE CELLULARI



Le membrane cellulari sono formate da un doppio strato di fosfolipidi (con le teste idrofiliche verso lo spazio extracellulare e intracellulare), colesterolo e proteine. I RAFT sono zone ricche di recettori proteici che raccolgono le attività di signaling, con configurazione più ordinata

FUNZIONI DEL COLESTEROLO

- ❖ Formazione membrane cellulari
- ❖ Sintesi della vitamina D
- ❖ Sintesi ormoni steroidei
- ❖ Formazione della bile, sintesi acidi biliari

FUNZIONI DEI LIPIDI (acidi grassi)

- ❖ Fonte e riserva di energia
- ❖ Azione di protezione/sostegno degli organi interni
- ❖ Formazione membrane cellulari
- ❖ Attività di signalling ed espressione genica
- ❖ Precursori di metaboliti coinvolti nei processi di infiammazione e trombogenesi
- ❖ Regolazione riproduzione
- ❖ Regolazione bilancio energetico

CATEGORIE DI CONTENUTO LIPIDICO MEDIO IN DIVERSI ALIMENTI



GRASSI DI ORIGINE ANIMALE

- ❖ Sono formati da una **mistura** di trigliceridi (con diverse proporzioni di acidi grassi saturi e insaturi) e quote minori di fosfolipidi e colesterolo
- ❖ Tutti i prodotti animali contengono colesterolo in quantità variabili (carne, insaccati, pesce, scampi, formaggi, rosso d'uovo, ecc.)



SORGENTI ALIMENTARI

di grassi animali

- **LARDO**: strato adiposo sottocutaneo della spalla, dorso e fianchi del maiale (salumi)
- **SUGNA**: tessuto adiposo viscerale, specie perirenale (maiale ma anche bovini/ovini)
- **STRUTTO**: prodotto dal grasso del tessuto adiposo sottocutaneo e viscerale del maiale ottenuto per colatura a caldo (fusione) a calore diretto o tramite vapore (frittura, pane e prodotti da forno)
- **LATTE E DERIVATI** (yogurt, burro e formaggi)
- **GRASSO DELLA CARNE**
- **PESCE AZZURRO** (GRASSO)
- **INSACCATI** (salumi con varie quantità di grasso)



GRASSI DI ORIGINE VEGETALE

- ❖ Sono formati da una **mistura** di trigliceridi (con diverse proporzioni di acidi grassi saturi e insaturi) e quote minori di fosfolipidi.
- ❖ **Non** contengono colesterolo ma **fitosteroli** che nel nostro organismo competono con il colesterolo per l'assorbimento intestinale



SORGENTI ALIMENTARI di grassi vegetali

- Olii da cereali (olio di mais)
- Olii da leguminose (soia, arachidi)
- Semi e olii di semi (girasole, zucca, vinaccioli, lino, ecc.)
- Frutta secca oleosa e olii derivati (noci, nocciole, ecc.)
- Olio di cocco
- Olii di palma e palmisti
- Avocado
- Burro di cacao
- Margarine (grassi idrogenati)



DISTRIBUZIONE
SETTIMANALE



OGNI
GIORNO



OGNI
PASTO



LA PIRAMIDE ALIMENTARE MEDITERRANEA

CENTRALITA'
DELL'OLIO
DI OLIVA

Olio di oliva

olio alimentare estratto dalle olive ovvero i frutti dell'olivo (*Olea europaea*).

Il **tipo vergine** si ricava dalla spremitura meccanica delle olive.

Altri tipi merceologici di olio derivato dalle olive, ma con proprietà dietetiche e organolettiche differenti, si ottengono per rettificazione degli oli vergini e per estrazione con solvente dalla sansa di olive.

È caratterizzato da un elevato contenuto di grassi monoinsaturi.



Olio di oliva



| Denominazione | Acidità (%) | Note | Cere mg/kg |
|---|-------------|--|------------|
| Olio extra vergine di oliva (anche detto "EVO") | ≤ 0,8 | È ottenuto tramite estrazione con soli metodi meccanici. | ≤ 250 |
| Olio di oliva vergine | ≤ 2,0 | È ottenuto tramite estrazione con soli metodi meccanici. | ≤ 250 |
| Olio di oliva lampante | > 2,0 | È ottenuto tramite estrazione con soli metodi meccanici, ma non è utilizzabile per il consumo alimentare. | ≤ 300 |
| Olio di oliva raffinato | ≤ 0,3 | È ottenuto tramite rettificazione di oli vergini lampanti con metodi fisici e chimici e successiva raffinazione. | ≤ 350 |
| Olio di oliva composto di oli di oliva raffinati e oli di oliva vergini | ≤ 1,0 | | ≤ 350 |
| Olio di sansa di oliva greggio | - | È ottenuto per estrazione con solvente dalle sanse. Presenta una concentrazione di cere > 350 mg/kg. | > 350 |
| Olio di sansa di oliva raffinato | ≤ 0,3 | È ottenuto tramite raffinazione. | > 350 |
| Olio di sansa di oliva | ≤ 1,0 | | > 350 |

Denominazioni commerciali rigorosamente codificate dall'Unione europea nella direttiva 136/66/CEE. Il regolamento CE 2568/91 e il regolamento CE 1989/03 individuano le categorie di oli di oliva

Per il produttore è facoltativo indicare sull'etichetta della confezione il grado di acidità del prodotto; in tal caso è però obbligatorio per legge indicare anche il numero di perossidi, il tenore in cere e l'assorbimento all'ultravioletto.

Olio di oliva



Olio di oliva "extra vergine"

Tipologia di confezione per gli oli di oliva extra vergini

La normativa europea (Regolamento CEE n. 2568/91 e successivi aggiornamenti) ha fissato gli standard qualitativi minimi che l'olio di oliva deve presentare per poter essere commercializzato con la dicitura "Olio Extra Vergine". Deve essere ottenuto tramite estrazione con soli metodi meccanici. L'acidità di un olio extra vergine non deve mai superare lo 0,8%. Infatti l'acidità, cioè la concentrazione di acidi grassi liberi, è uno dei parametri fondamentali per valutare qualitativamente l'olio.

Olio di sansa di oliva

ciò che resta dopo l'estrazione dell'olio. Da essa è possibile estrarre ancora olio residuo (contiene dal 3% al 6% di olio). Viene estratto industrialmente nei "sansifici" per mezzo di solventi chimici e non è commestibile: attraverso un trattamento di raffinazione si ricava l'"olio di sansa di oliva raffinato", che ancora non è commestibile; solo dopo l'aggiunta di una percentuale non meglio specificata di olio di oliva vergine esso diviene commestibile ed è denominato "olio di sansa di oliva".

Questo prodotto è l'unico olio derivante dalle olive a subire il processo di estrazione con solventi ed è quindi l'unico olio derivante dalle olive che può essere paragonato alla gran parte degli oli di semi che si trovano in commercio.

La gran parte degli oli di semi in commercio viene estratto utilizzando lo stesso processo. Tuttavia l'olio di sansa di oliva mantiene invariata la composizione in acidi grassi rispetto all'olio di oliva, cioè con un alto tenore di MUFA con percentuali del 60-85%.

OLIO DI OLIVA-COMPOSIZIONE

FRAZIONE SAPONIFICABILE 98%

TRIGLICERIDI circa il 98-99%

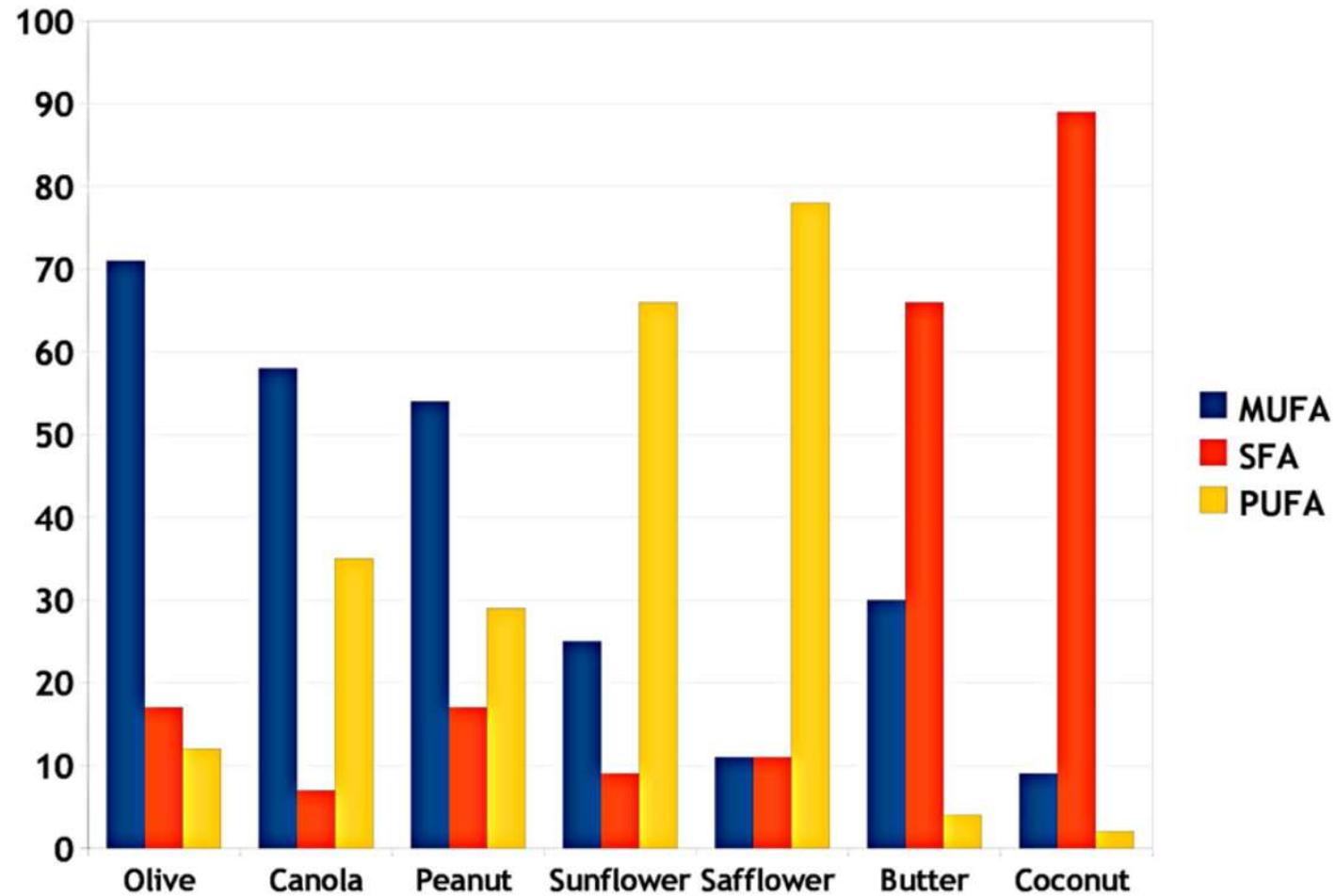
- ❖ prevalenza di acidi grassi monoinsaturi, MUFA (oleico)-55- 83%
- ❖ quote di acidi grassi saturi, SFA (palmitico) e polinsaturi PUFA (linoleico)

| acido grasso | limiti concentrazione (%) regolamento CE 1989/03 e successive revisioni | concentrazione (%) media di 1050 campioni di EVO italiano | concentrazione (%) mediana di 573 campioni di olio di oliva italiano |
|---------------------|---|---|--|
| acido miristico | ≤ 0,05 | - | - |
| acido palmitico | 7,50 – 20,00 | 12,01 | 12,9 |
| acido palmitoleico | 0,30 – 3,50 | 1,1 | - |
| acido margarico | ≤ 0,30 | - | - |
| acido eptadecenoico | ≤ 0,30 | - | 0,12 |
| acido stearico | 0,50 – 5,00 | 2,23 | 2,02 |
| acido oleico | 55,00 – 83,00 | 73,02 | 74,89 |
| acido linoleico | 2,50 – 21,00 | 10,3 | 7,63 |
| acido linolenico | ≤ 1,00 | 0,33 | - |
| acido arachidico | ≤ 0,60 | 0,61 | - |
| acido gadoleico | ≤ 0,40 | 0,17 | - |
| acido beenico | ≤ 0,20 | - | - |
| acido lignocerico | ≤ 0,20 | - | - |

FRAZIONE INSAPONIFICABILE 2%

Costituita da molte sostanze che influiscono enormemente sulle proprietà bionutrizionali dell'olio di oliva, tra cui ad esempio i **polifenoli**, i **carotenoidi**, le **clorofille**, gli **steroli** e i **tocoferoli**.

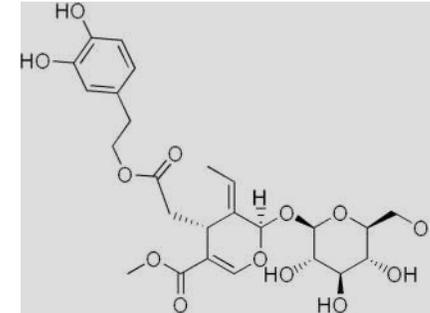
OLIO DI OLIVA-COMPOSIZIONE



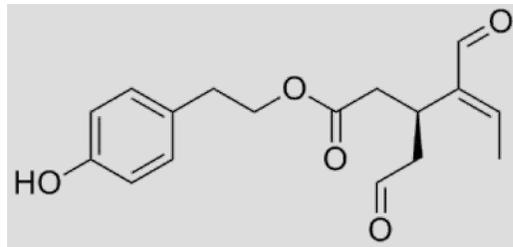
POTENTIAL ADVANTAGES OF OMEGA-9 MONOUNSATURATED OLEIC ACID (olive oil)

- **Decreased pro-oxidant effects**
- **Preserves liver functions**
- **It is not precursor of pro-inflammatory mediators**
- **Anti-inflammatory actions**
- **Prevent lipid peroxide formation**
- **Contributes to stability of admixtures**

POLIFENOLI NELL'OLIO



Oleuropeina
Gusto amaro



Oleocantale
Sensazione di
bruciore

- Favoriscono **stabilità e conservabilità** dell'olio
- Contribuiscono alle **caratteristiche organolettiche** (fruttato, amaro, piccante, astringente, fresco, ecc.) e danno **protezione da off-flavors**

EFFETTI DEI COMPONENTI FENOLICI OLIO di OLIVA

M.J. Amiot: OCL 2014, 21(5) D512

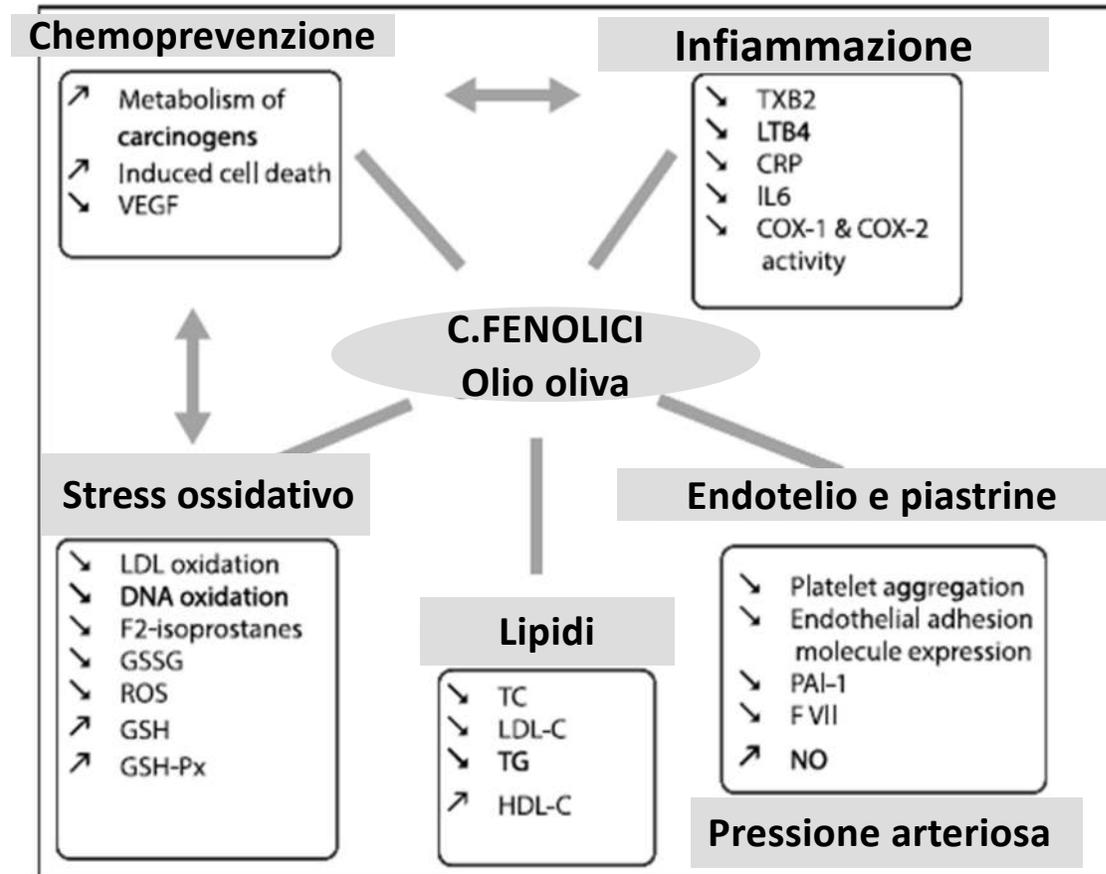


Fig. 2. Different actions of olive oil phenolic compounds.

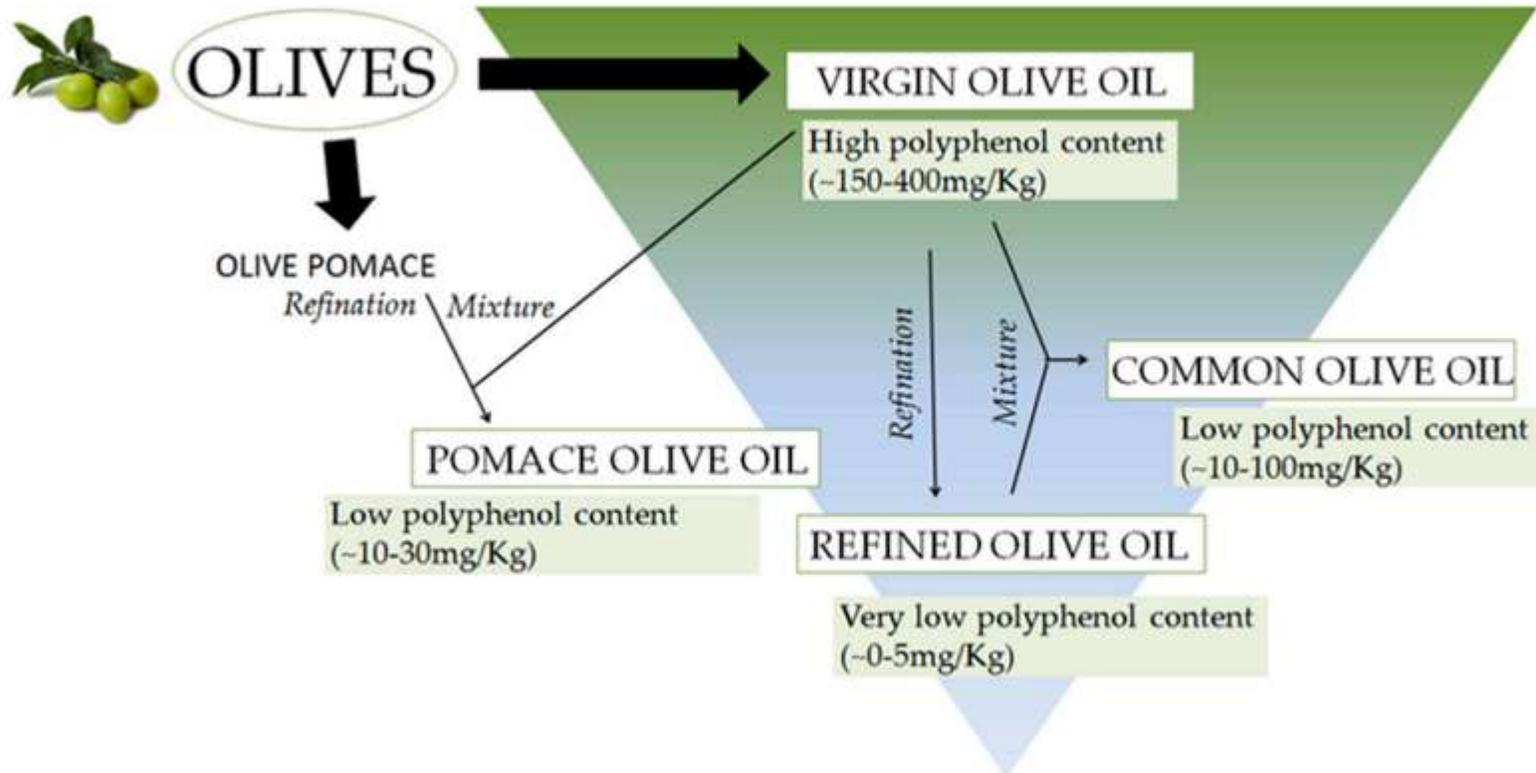
Olive oil and health effects: from epidemiological studies to the molecular mechanisms of phenolic fraction. *Amiot, MJ 2014*

POLIFENOLI NELL'OLIO

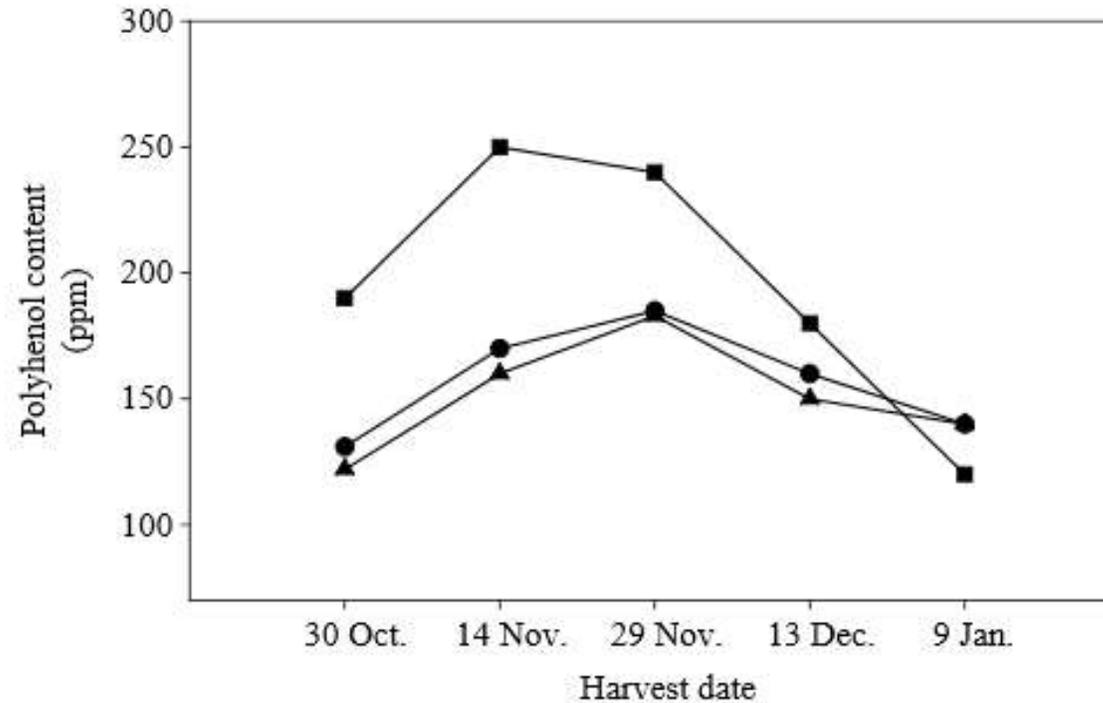
Review

Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols

Monika Gorzynik-Debicka ^{1,†}, Paulina Przychodzen ^{1,†}, Francesco Cappello ^{2,3},
Alicja Kuban-Jankowska ¹, Antonella Marino Gammazza ^{2,3}, Narcyz Knap ¹, Michal Wozniak ¹
and Magdalena Gorska-Ponikowska ^{1,4,*}

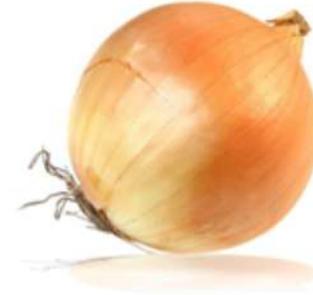
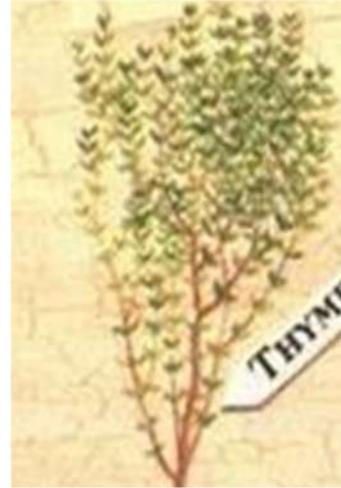


FATTORI CHE MODIFICANO LA COMPOSIZIONE DELL'OLIO



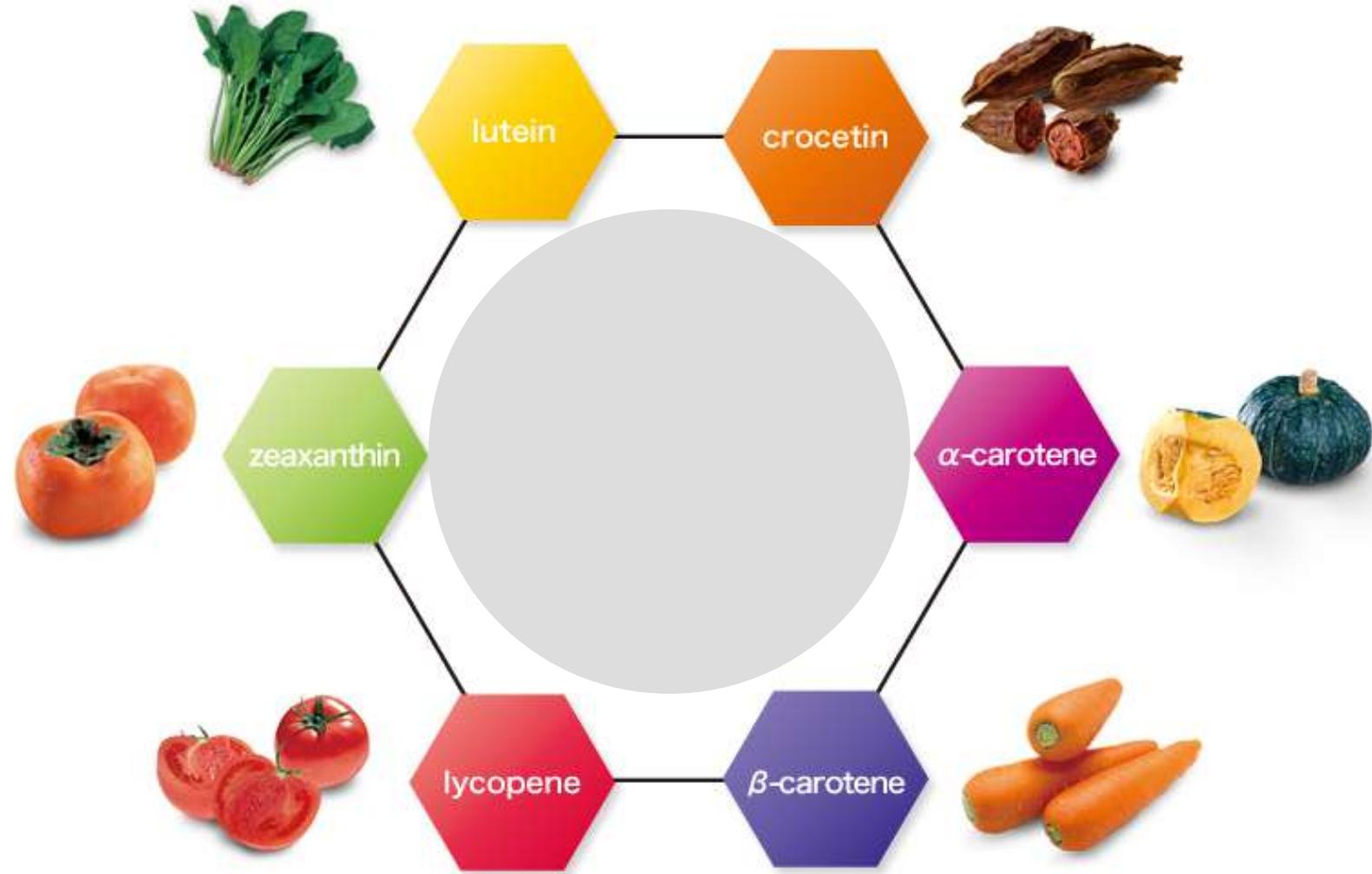
Contenuto variabile (varietà, territorio, ciclo biologico, trattamenti, conservazione)

OLIO E CUCINA



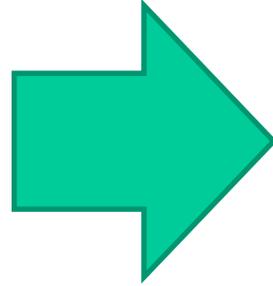
- ❖ **Palatabilità intrinseca**
- ❖ **Solubilizzazione delle sostanze presenti negli ingredienti aromatizzanti**

CAROTENOIDI



CONDIRE CON L'OLIO DI OLIVA

**Azione su altri
componenti
del pasto**



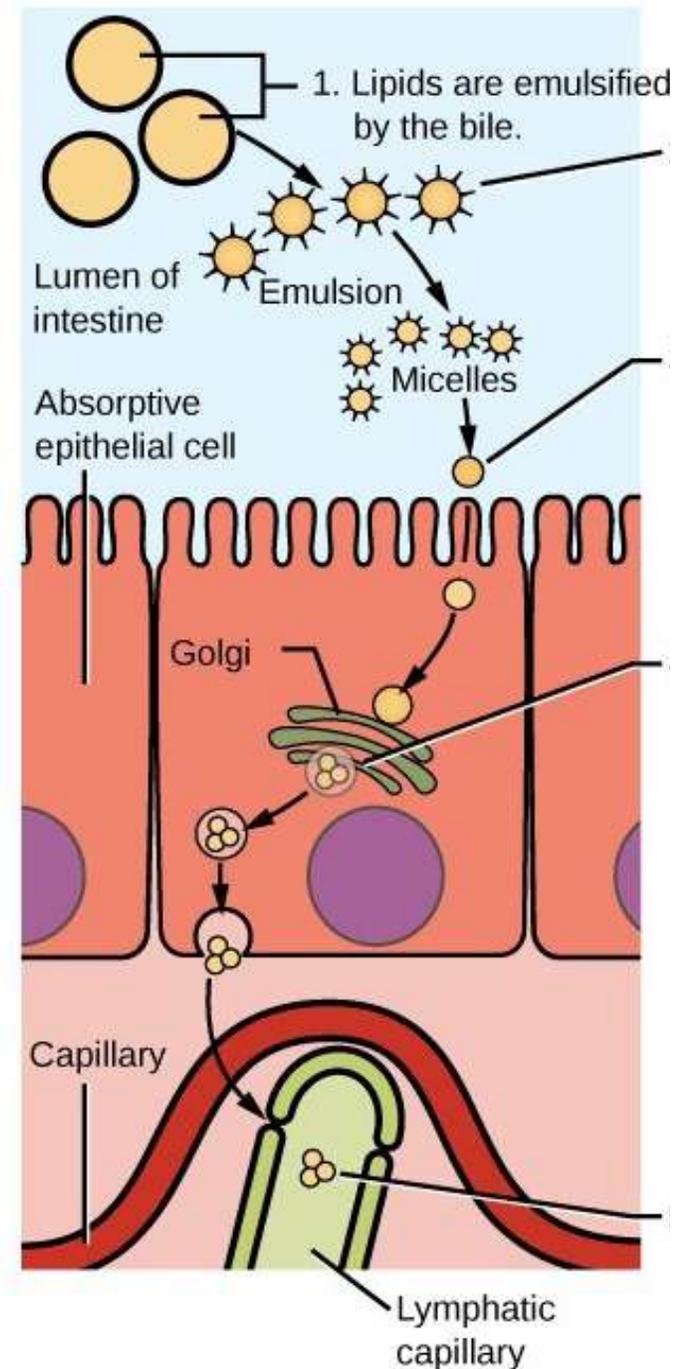
- **Palatabilità**
- **Assorbimento
composti
liposolubili in
vari cibi**



ASSORBIMENTO DEI CAROTENOIDI

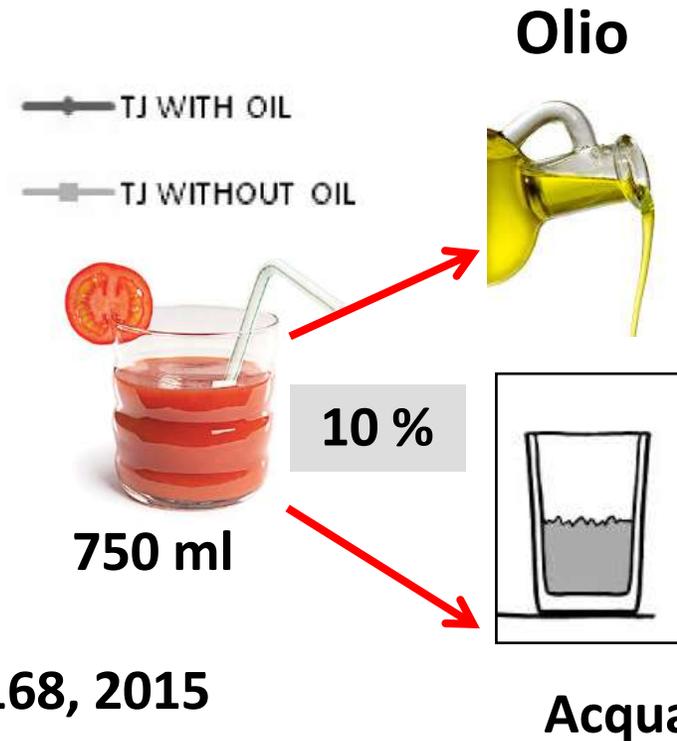
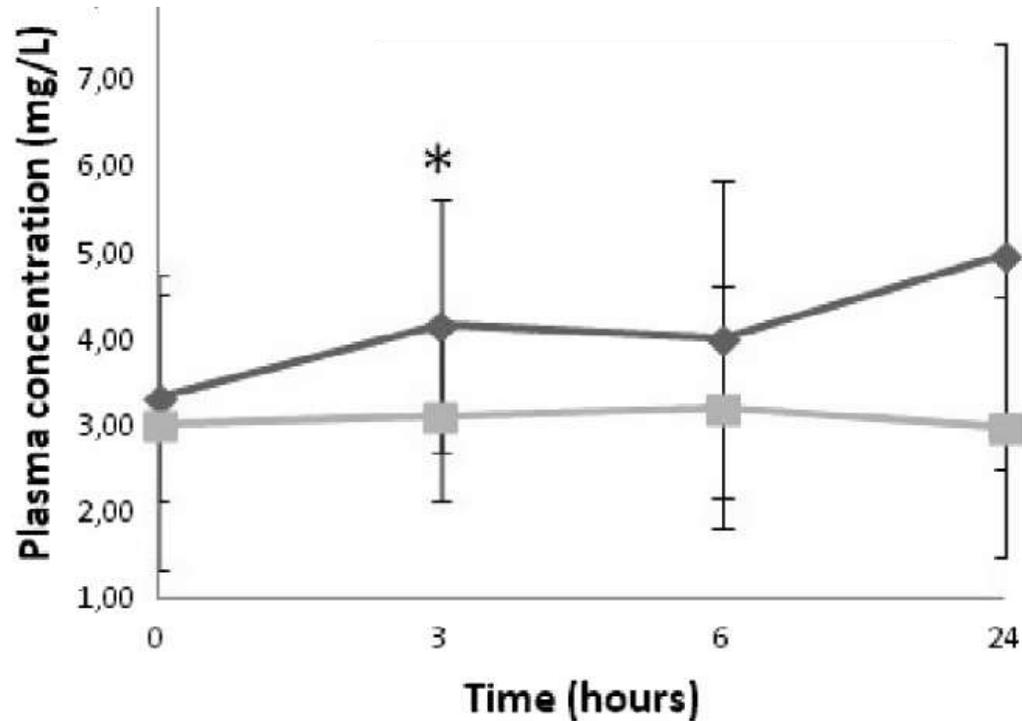
RUOLO DEI GRASSI ALIMENTARI

1. Separazione dalla matrice fibrosa
2. Secrezione di lipasi e bile
3. Formazione delle micelle
4. Solubilizzazione nelle micelle



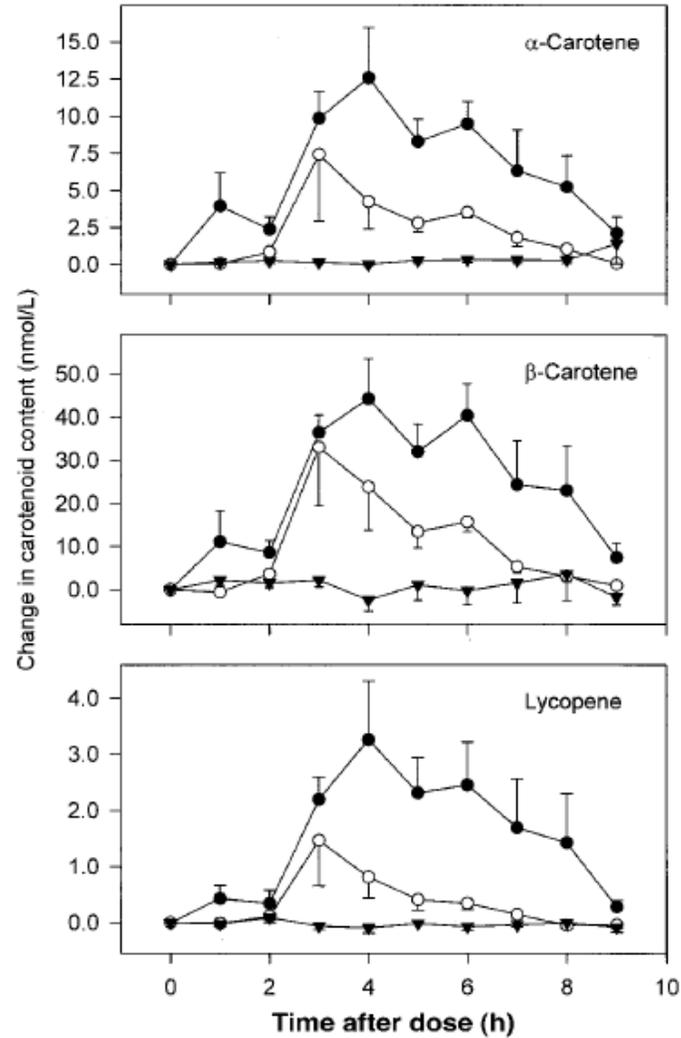
EFFETTI DELL'OLIO SU ALTRI CIBI

Concentrazione del licopene nel plasma



Arranz S. et al. / Food Chemistry 168, 2015

EFFETTI DELL'OLIO SU ALTRI CIBI



250 g di
insalata
mista



- 0 g olio = non condimento
- 6 g olio = meno di 1 cucchiaio
- 28 g olio = 3 cucchiaini scarsi

OLII TROPICALI

OLIO DI PALMA ricavato dal frutto

OLIO DI PALMISTI ricavato dai semi dei frutti

olio di palma e di palmisto sono **solidi o semi-solidi a temperatura ambiente**, ma con un processo di frazionamento si possono **separare in componente liquida** (olio di palma bifrazionato, usato per la frittura) e **solida**.

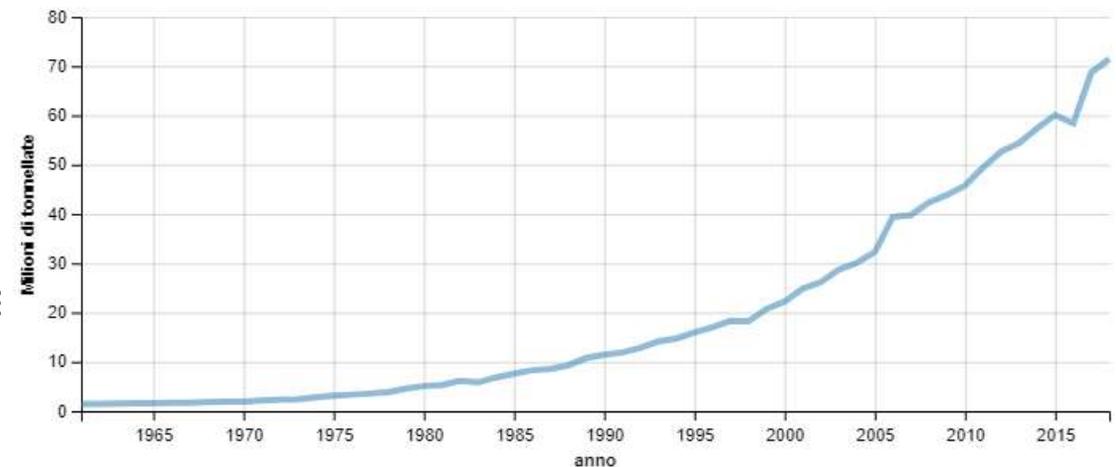
Impiega il 5,5% dei terreni coltivati per la produzione olearia mondiale (2014)

gli oli ricavati dalla palma rappresentano oltre il 32% della produzione mondiale di oli e grassi.

La fornitura e distribuzione annua su scala mondiale si attesta su 66,22 milioni di tonnellate per l'olio di palma e 7,33 milioni di tonnellate per l'olio di palmisto.



Ricavati dalle palme da olio, *Elaeis guineensis* (Africa). *Elaeis oleifera* e *Attalea Maripa* America del Sud (Colombia, Ecuador) Oriente. Indonesia massimo produttore .



OLII TROPICALI

oli vegetali, prevalentemente costituiti da trigliceridi con alte concentrazioni di **acidi grassi saturi**

uso diffuso dell'industria alimentare per il **basso costo** e le **caratteristiche** .
→ analogo comportamento organolettico e produttivo rispetto a olii più costosi.



Costituenti fondamentali di molti prodotti alimentari industriali

gli oli di palma, insieme a farina e zuccheri semplici, possono essere uno dei tre ingredienti prevalenti in molte creme, dolci e prodotti da forno di produzione industriale nei paesi importatori del prodotto, mentre, in forma non raffinata, è un tradizionale ingrediente di uso domestico nei paesi dell'Africa occidentale subsahariana.

- Il grande uso dell'olio di palma nell'industria alimentare del resto del mondo si spiega col suo **basso costo**
- uno degli oli vegetali o alimentari più economici sul mercato → **Food and Drug Administration** ha imposto di **mostrare la quantità di acidi grassi trans contenuti in ogni porzione servita.**
- **Regolamento UE 1169/2011**, dal 2015 obbligatorio indicare in chiaro nelle etichette degli alimenti prodotti nell'Unione europea la **specifica origine di oli e grassi vegetali**



OLII TROPICALI

OLIO DI PALMA ricavato dal frutto

OLIO DI PALMISTI ricavato dai semi dei frutti



Olio di palma rosso avrebbe maggiori benefici per la salute dell'olio di palma raffinato (incolore), in quanto la raffinazione senza decolorazione preserverebbe molte sostanze benefiche che esso contiene:

- carotenoidi in particolare beta-carotene che donano il caratteristico colore rosso arancio all'olio non sbiancato;
- co-enzima Q10 (ubiquinone);
- squalene;
- vitamina E.

Alcuni studi hanno riscontrato come l'assunzione alimentare di olio di palma rosso possa contrastare la carenza di vitamin A



OLII di PALMA e SALUTE

Effetti su colesterolemia, ipertrigliceridemia e fattori di rischio cardiovascolare, genotossico e cancerogeno

CSPI (Center for Science in the Public Interest)

i principali acidi grassi che alzano il livello di colesterolo, aumentando i rischi di coronaropatia, sono gli acidi grassi saturi con 12 atomi di carbonio (**acido laurico**), 14 atomi di carbonio (**acido miristico**) e 16 atomi di carbonio (**acido palmitico**).

Olio di palma **aumenta i fattori di rischio cardiovascolare**

OMS e American Heart Association elenca l'olio di palma fra i grassi saturi dei quali consiglia di **limitare l'uso** a coloro che devono ridurre il livello di colesterolo.

Comitato di promozione dell'olio di palma malese (Malaysian Palm Oil Promotion Council)

non ci sono prove scientifiche sufficienti per elaborare linee guida globali sul consumo di olio di palma studio che compara lardo, olio di palma, olio di soia e olio di arachidi

i primi due con un alto contenuto di grassi saturi sostiene che l'olio di palma aumenta il livello di HDL riducendo il colesterolo LDL e che l'olio di palma sia meglio dei grassi trans.

- Hornstra, 1990. Effects of dietary lipids on some aspects of the cardiovascular risk profile. In G. Ziant [ed.], LIPIDS AND HEALTH.
- Kim-Tiu Teng et al. Health-promoting effects of red palm oil: evidence from animal and human studies, in Nutrition Reviews, 2017

OLII di PALMA e SALUTE

Effetti su colesterolemia, ipertrigliceridemia e fattori di rischio cardiovascolare, genotossico e cancerogeno

studio del dipartimento di Scienza e Medicina agricola, alimentare e nutrizionale dell'Università dell'Alberta ha mostrato che sebbene l'acido palmitico non abbia effetti ipercolesterolemici qualora l'assunzione di acido linoleico sia superiore al 4,5 % dell'energia, se la dieta contiene acidi grassi trans allora il colesterolo "cattivo" (LDL) aumenta e quello "buono" (HDL) diminuisce; inoltre, gli studi a sostegno del Comitato di promozione dell'olio di palma malese sono limitati agli effetti dell'olio di palma sulla colesterolemia e in parte sui trigliceridi.

L'industria dell'olio di palma sottolinea che gli oli di palma contengano grandi quantità di acido oleico (è il secondo, col 38,7%, nell'olio di oliva l'acido oleico è il 55-83%), acido grasso protettivo, e, in contrapposizione a quanto noto in medicina e dietetica, sostiene che l'acido palmitico influisce sui livelli di colesterolo in modo molto simile all'acido oleico; afferma, inoltre, che gli acidi monoinsaturi come l'acido oleico sono tanto efficaci quanto gli acidi grassi polinsaturi (come l'acido alfa-linoleico) nel ridurre il livello di colesterolo "cattivo".

OLII di PALMA e SALUTE

International Journal of Food Sciences and Nutrition,
August 2013; 64(5): 648–659

informa
healthcare

Palm oil and palmitic acid: a review on cardiovascular effects and carcinogenicity

ELENA FATTORE & ROBERTO FANELLI

Department of Environmental Health Sciences, 'Mario Negri' Institute for Pharmacological Research, Via Giuseppe La Masa 19, 20156 Milano, Italy

Istituto Mario Negri

- Review sulla potenziale correlazione tra consume di olio di palma ed effetti negativi sulla salute
- pochi studi che analizzino gli effetti negativi dell'olio di palma
- Principalmente gli effetti negativi delineati dagli studi riguardino il relativamente alto livello di acidi grassi saturi, in particolare l'acido palmitico, correlati all'aumento di rischio CV e all'insorgenza di alcuni tumori;
- Tuttavia recenti studi riconsiderino il ruolo negativo degli acidi grassi saturi come fattore di rischio cardiovascolare, individuando non solo il tipo di grasso, ma anche la struttura dei trigliceridi come fondamentale nella colesterolemia.
- possibile insorgenza di tumori gli studi sono scarsi e non vi sono prove convincenti.

Istituto Superiore di Sanità (2015) parere tecnico scientifico

non ci sono evidenze dirette nella letteratura scientifica che l'olio di palma, come fonte di acidi grassi saturi, abbia un effetto diverso sul rischio cardiovascolare **rispetto agli altri grassi** con simile composizione percentuale di grassi saturi e mono/poliinsaturi, quali, ad esempio, il burro. [...] Il suo consumo **non è correlato** all'aumento di fattori di rischio per malattie cardiovascolari nei soggetti normo-colesterolemici, normopeso, giovani e che assumano contemporaneamente le quantità adeguate di poliinsaturi.

OLII di PALMA e SALUTE

Effetti su colesterolemia, ipertrigliceridemia e fattori di rischio cardiovascolare, genotossico e cancerogeno

Autorità europea per la sicurezza alimentare EFSA (2016)

gli oli vegetali raffinati ad alte temperature, come l'olio di palma, possono contenere tre sostanze tossiche. le sostanze tossiche si formano nel processo di raffinazione ad alte temperature (200 °C).

Le sostanze sono:

- estere glicidico degli acidi grassi (GE),
- 3-monocloropropandiolo (3-MCPD),
- 2-monocloropropandiolo (2-MCPD) e loro esteri degli acidi grassi.

Ci sono evidenze sufficienti che il glicidolo sia genotossico e cancerogeno.

Il problema riguarderebbe anche altri oli vegetali e margarine (in gran parte derivate da olii di palma), **ma l'olio di palma ne conterrebbe di più.**

La disamina del gruppo ha messo in luce che i livelli di GE negli oli e grassi di palma si sono dimezzati tra il 2010 e il 2015, **grazie alle misure volontarie adottate dai produttori.**

Ciò ha contribuito a un calo importante dell'esposizione dei consumatori a dette sostanze.

Per i consumatori di tre anni di età e oltre, margarine e 'dolci e torte' sono risultati essere le principali fonti di esposizione a queste sostanze

ALCUNI OLII MENO NOTI



OLIO DI CARTAMO (*safflower in inglese*)
famiglia delle Asteraceae (derivato dai semi).

Dai fiori si estrae la cartamina: un colorante per cibi dall'aroma e dal sapore che ricordano quelli dello zafferano.

L'olio si estrae dai semi che ne sono composti al 60%.

- contiene il 75% di acido omega 6 (acido linoleico) e vitamina K.
- utilizzato per produrre margarine speciali vitaminizzate e dal 2019 quale componente grasso per arricchire creme di cioccolato spalmabili.
- indicato come rigenerativo della pelle.

ALCUNI OLII MENO NOTI



OLIO DA SEMI DI COLZA (*rapeseeds in inglese*)

OLIO CANOLA da semi di colza a basso contenuto di acido erucico

usato in alimentazione dopo essere stato raffinato e miscelato ad altri oli poiché all'origine ha sapore e odore poco gradevoli.

- contiene **acido erucico**, **tossico** per gli esseri umani. Proprio per il contenuto di acido erucico l'olio di colza non era ammesso per l'alimentazione umana in Italia adesso usato come additivo alimentare in piccole dosi.
- La lavorazione dei semi per ricavare l'olio produce un residuo usato nell'alimentazione degli animali da allevamento. Questo sottoprodotto è un **alimento molto ricco di proteine e può competere con la soia**. È usato principalmente per nutrire i bovini, ma anche per maiali e polli
- Il sottoprodotto per animali ottenuto da varietà spontanee ha tuttavia un **alto contenuto di acido erucico** e glucosinolati (causa di disturbi del metabolismo per bovini e suini). Di migliore qualità i sottoprodotti ottenuti dalle cultivar canola (Canadian oil low acid specifica varietà di colza dal basso contenuto di acido erucico).
- **Canola** è una specifica varietà di colza dal basso contenuto di acido erucico che è stata sviluppata in Canada: il suo nome è composto da Canadian oil low acid (Olio canadese a basso contenuto di acido). Il contenuto di acido erucico è limitato dalla normativa del governo a un massimo del 2% di in peso negli Stati Uniti e 5% nell'UE.

CONTENUTO DI GRASSI TOTALI IN DIVERSI ALIMENTI E CONTENUTO DI ACIDI GRASSI SATURI E INSATURI

A confronto Contenuto per 100 g di alimenti, parte edibile

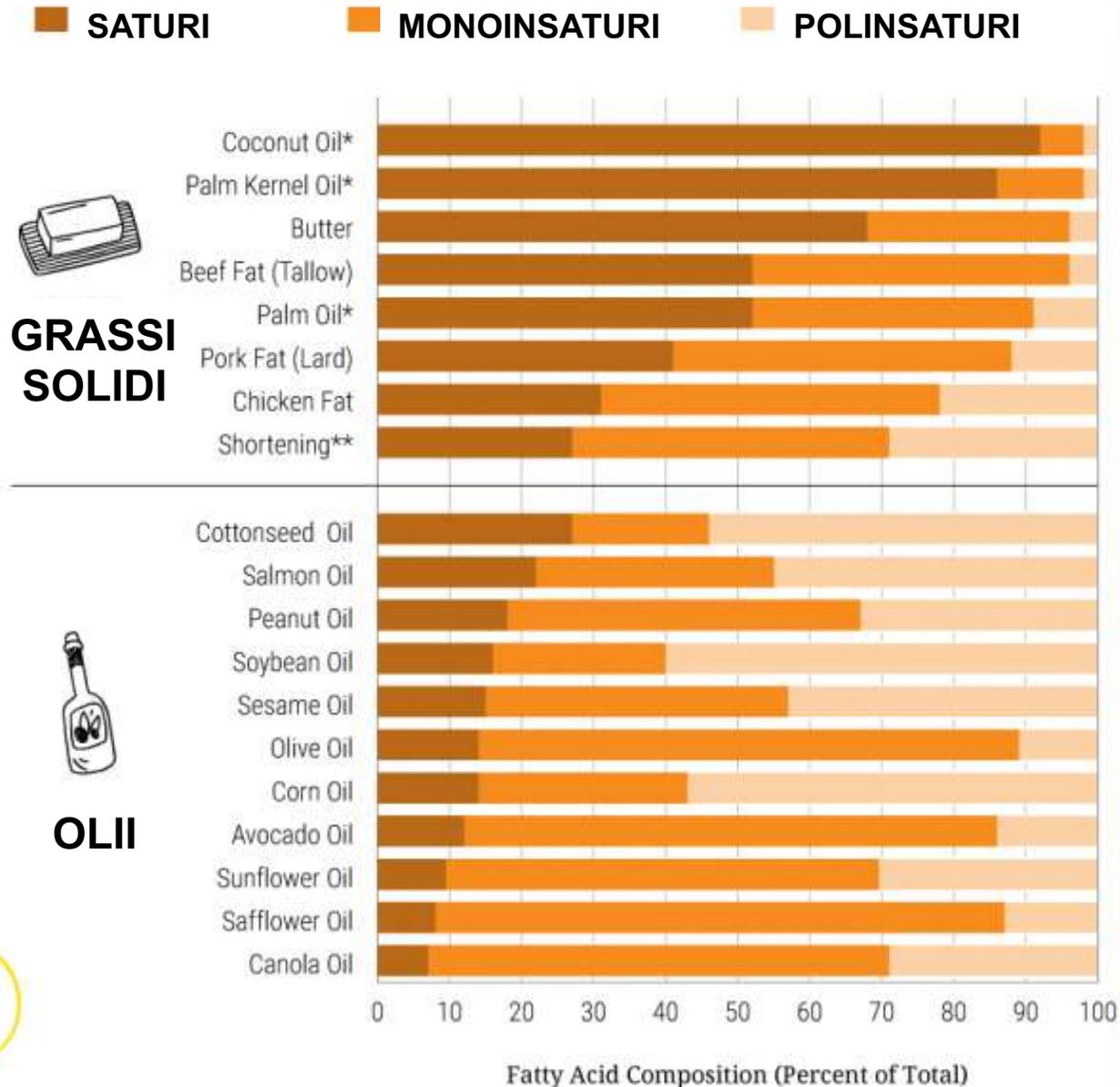
| Alimento | Grassi totali* | Acidi grassi saturi | Acidi grassi monoinsaturi | Acidi grassi polinsaturi |
|--|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| Burro  | 83,4 | 48,78 | 23,72 | 2,75 |
| Olio di palma  | 99,9 | 47,10 | 38,92 | 12,58 |
| Olio di mais | 99,9 | 14,96 | 30,66 | 50,43 |
| Olio extravergine d'oliva | 99,9 | 14,46 | 72,95 | 7,52 |
| Noci secche  | 68,1 | 5,57 | 9,54 | 40,66 |
| Mandorle dolci secche | 55,3 | 4,59 | 39,44 | 10,85 |
| Sardine fresche  | 15,4 | 4,71 | 2,89 | 6,29 |
| Salmone fresco  | 12 | 2,97 | 4,60 | 3,05 |

*Valori espressi in grammi

CdS

Fonte: Tabelle di composizione degli alimenti agg. 2000 Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione

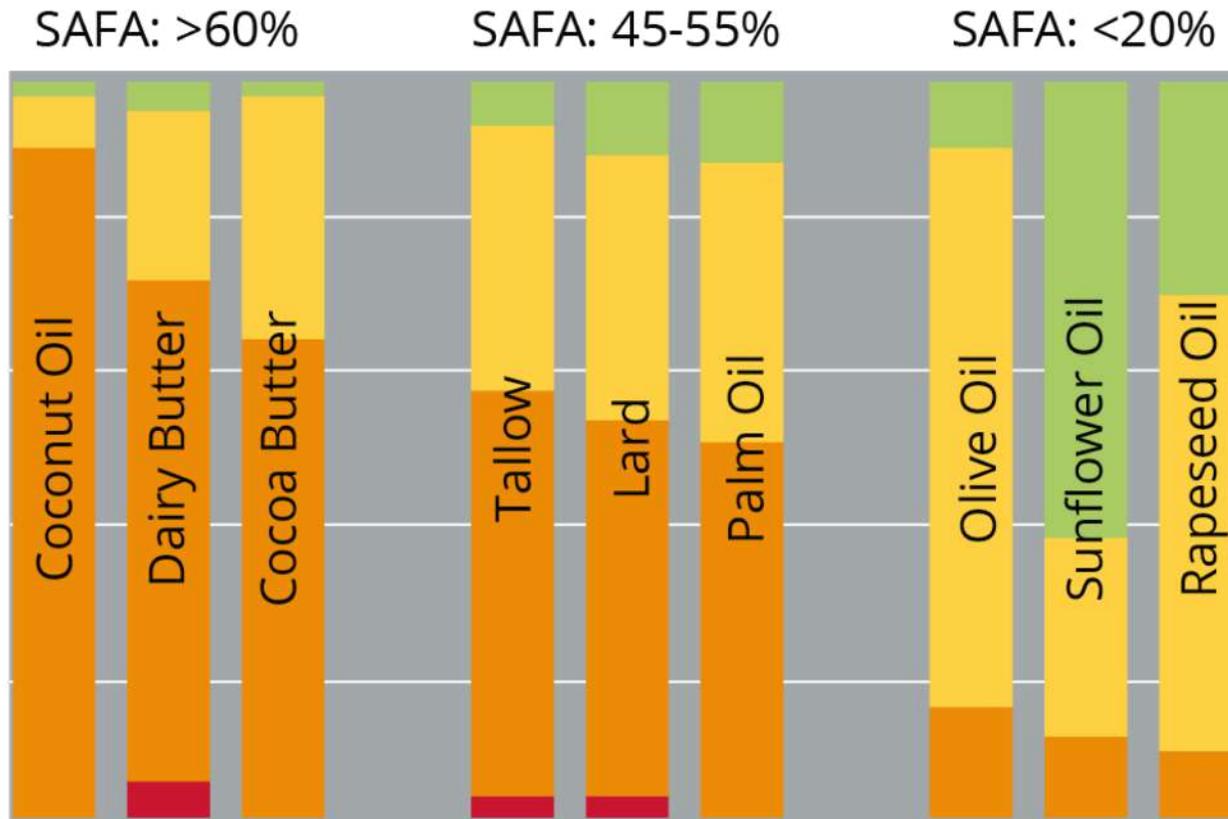
COMPOSIZIONE IN ACIDI GRASSI PER GRASSI SOLIDI E LIQUIDI in percentuale degli acidi grassi totali



Olio di cocco
 Olio di semi di palma o palmisti
 Burro
 Segno bovino
 Olio di palma (dal frutto)
 Lardo di maiale
 Grasso di gallina
 Margarina

Olio di semi di cotone
 Olio di salmone
 Olio di arachidi
 Olio di soia
 Olio di sesamo
 Olio di oliva
 Olio di mais
 Olio di avocado
 Olio di girasole
 Olio di cartamo
 Olio Canola (colza)

Fatty acid content in different fats and oils

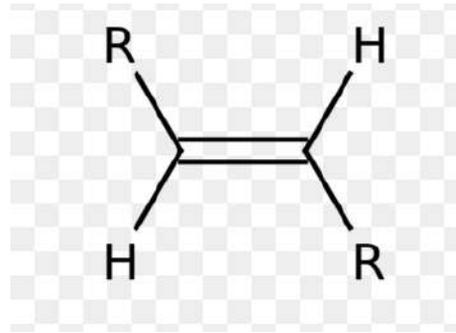


- Poly-unsaturated fatty acids
- Mono-unsaturated fatty acids
- Saturated fatty acids
- Trans fatty acids (>1%)

**CATEGORIE DI GRASSI
ALIMENTARI IN RELAZIONE
AL CONTENUTO DI ACIDI
GRASSI SATURI**

ACIDI GRASSI TRANS

❖ Sono acidi grassi insaturi che contengono uno o più doppi legami di tipo trans



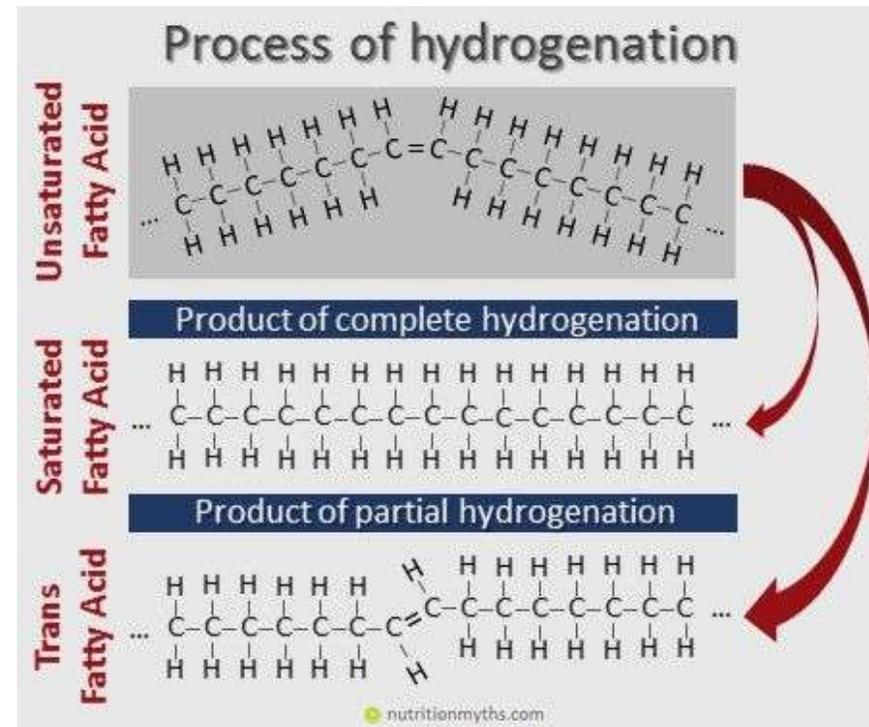
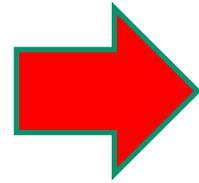
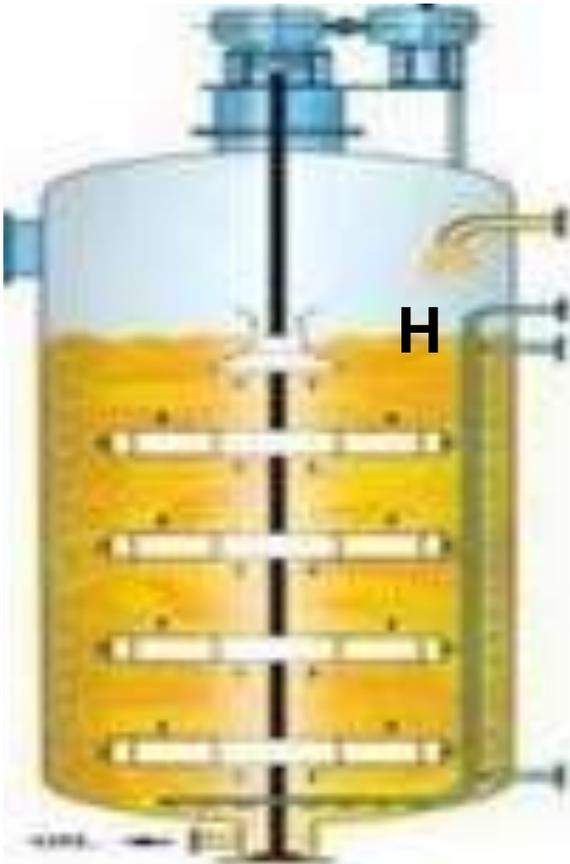
- ❖ **Origine naturale** da animali erbivori (si formano nel rumine per **bio-idrogenazione di acidi grassi polinsaturi da parte dei batteri**)
- ❖ **Origine industriale** (**idrogenazione** parziale di olii contenenti acidi grassi insaturi)
- ❖ Sono **aterogeni** e perciò il loro apporto va limitato il più possibile

CONTENUTO DI ACIDI GRASSI TRANS IN LATTICINI E CARNE DI MANZO PER PORZIONE

| Food | g/porzione |
|--|------------|
| Dairy products | |
| Cheese, cheddar (28 g, 1 oz) | 0.24 |
| Milk, whole (244 g, 1 cup) | 0.21 |
| Yogurt, plain, low-fat (255 g, 1 cup) | 0.06 |
| Meat | |
| Meat, beef, ground, 20.8% fat, raw (115 g, 4 oz) | 0.91 |
| Meat, beef, ground, 22.1% fat, raw (115 g, 4 oz) | 1.07 |

Poichè il contenuto in acidi grassi Trans in questi prodotti è modesto anche l'apporto alimentare è basso e stimato pari a circa 4-5 g /giorno in soggetti che consumano prodotti animali

IDROGENAZIONE INDUSTRIALE DEGLI ACIDI GRASSI



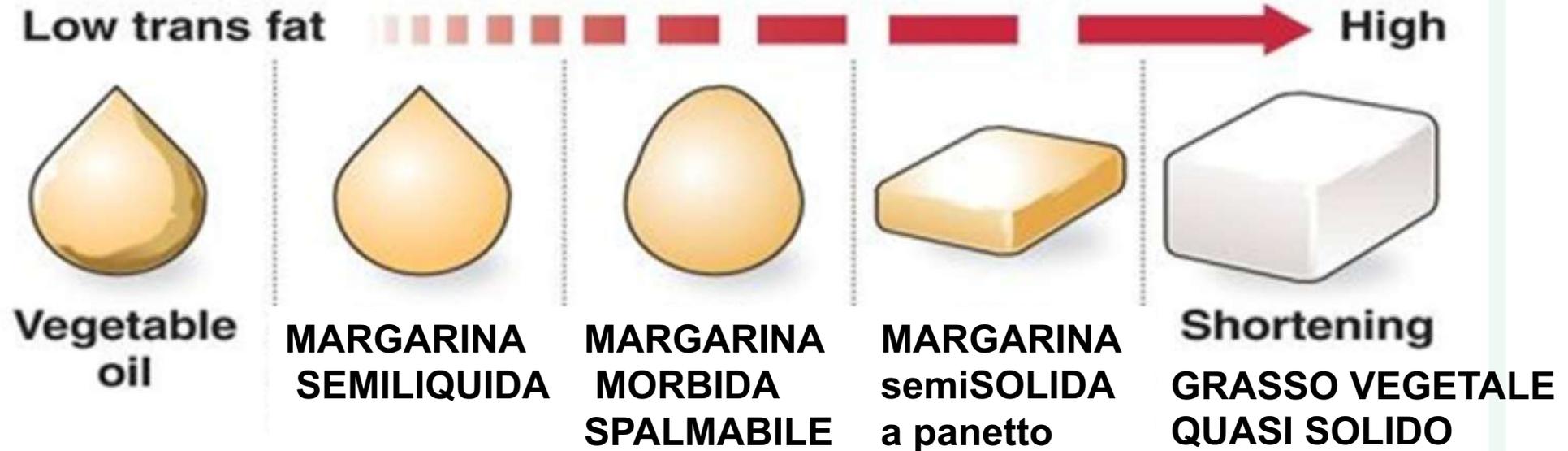
IDROGENAZIONE più o meno spinta di oli ricchi in polinsaturi. In presenza di un catalizzatore ad es, nichel e a temperature di 170-180 °C

- ❖ L'idrogenazione **trasforma parte degli acidi grassi insaturi presenti negli oli in acidi grassi saturi**. Il processo solidifica l'olio formando **MARGARINE** con consistenze di vario grado i cui acidi grassi sono più stabili e resistenti all'ossidazione (vanno meno facilmente incontro a irrancidimento).
- ❖ Utilizzate nella preparazione di prodotti da forno e pasticceria di **maggior durata**
- ❖ Vi è tuttavia anche formazione di di acidi grassi insaturi di tipo trans (salvo che l'idrogenazione sia totale) negativi per la salute

IDROGENAZIONE INDUSTRIALE DEGLI ACIDI GRASSI

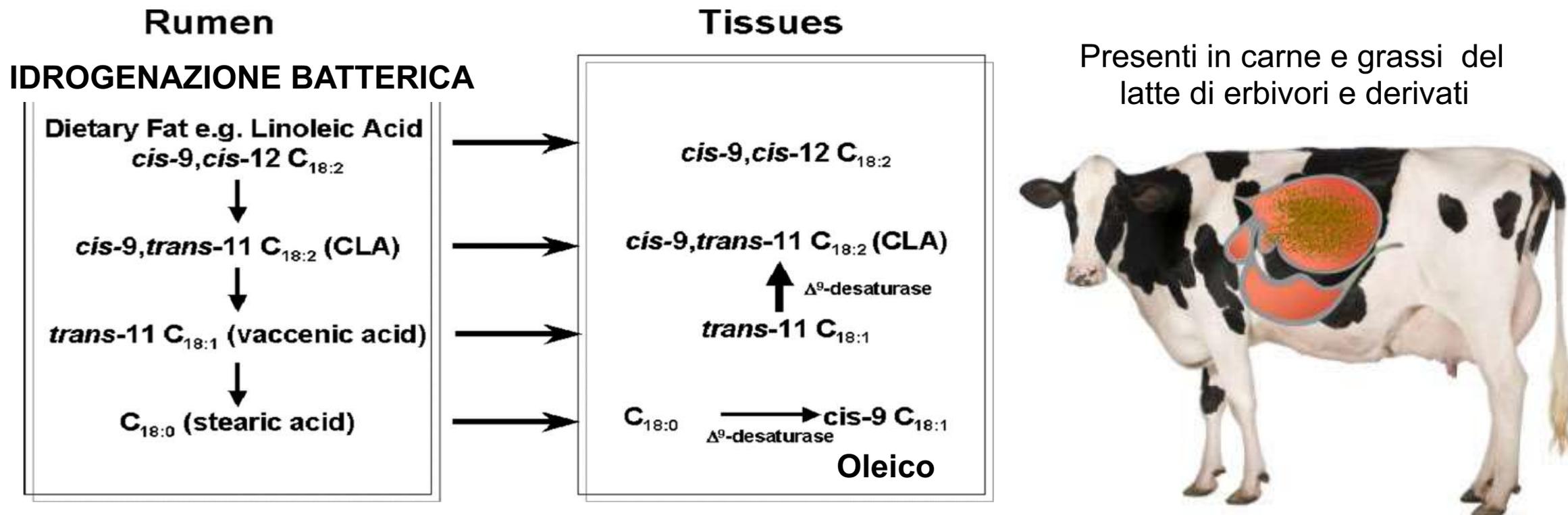
Adding hydrogen

Partially hydrogenated oils are the primary dietary source of artificial trans fat in processed foods



As the product gets more solid, trans fat increases

ACIDI GRASSI TRANS NEGLI ERBIVORI



Si formano in grande prevalenza acido linoleico coniugato (Conjugated linoleic fatty acid, CLA o rumenico). e acido vaccenico (45%) parzialmente convertito in CLA nei tessuti. Gli acidi grassi coniugati sono dei polinsaturi con struttura C=C–C=C, in cui i doppi legami si alternano a un legame singolo, diversamente dai polinsaturi non coniugati con struttura C=C–C–C=C. I CLA potrebbero avere effetti metabolici benefici.

Le evidenze tuttavia sono ritenute insufficienti

CONTRIBUTO DI DIVERSI PRODOTTI ALIMENTARI all'APPORTO DI ACIDI GRASSI TRANS

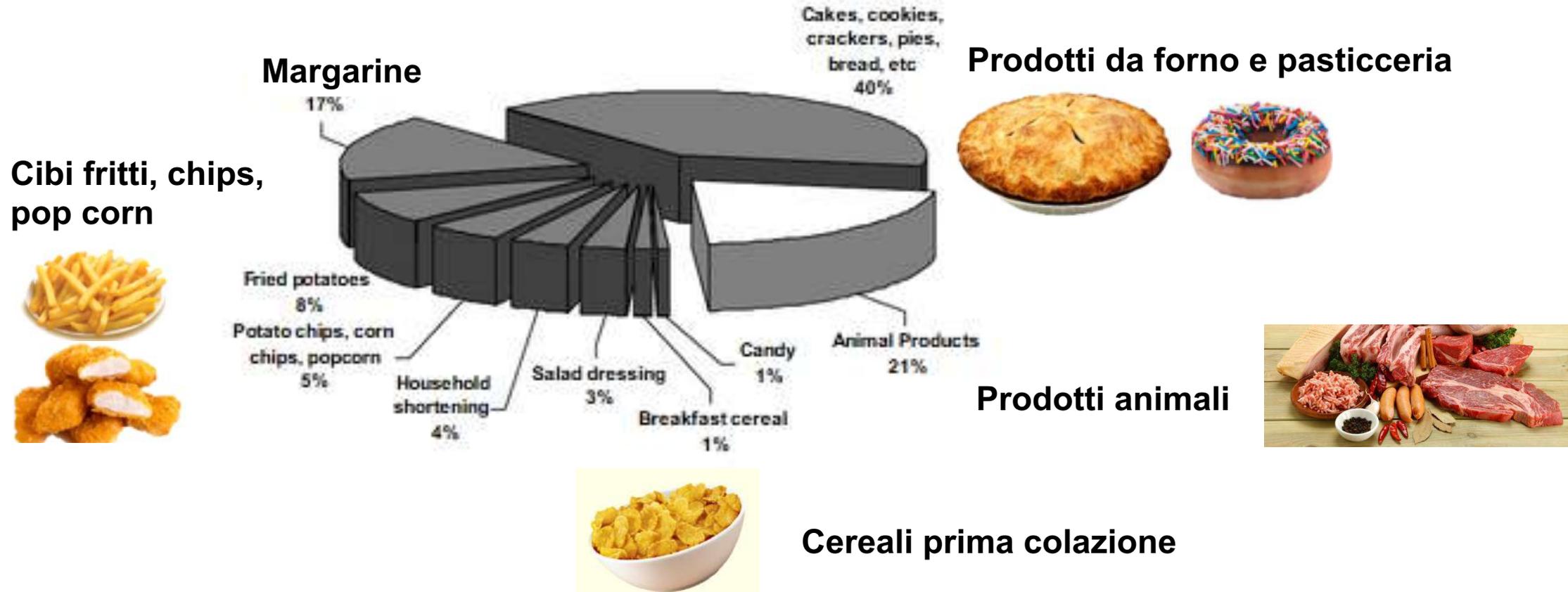
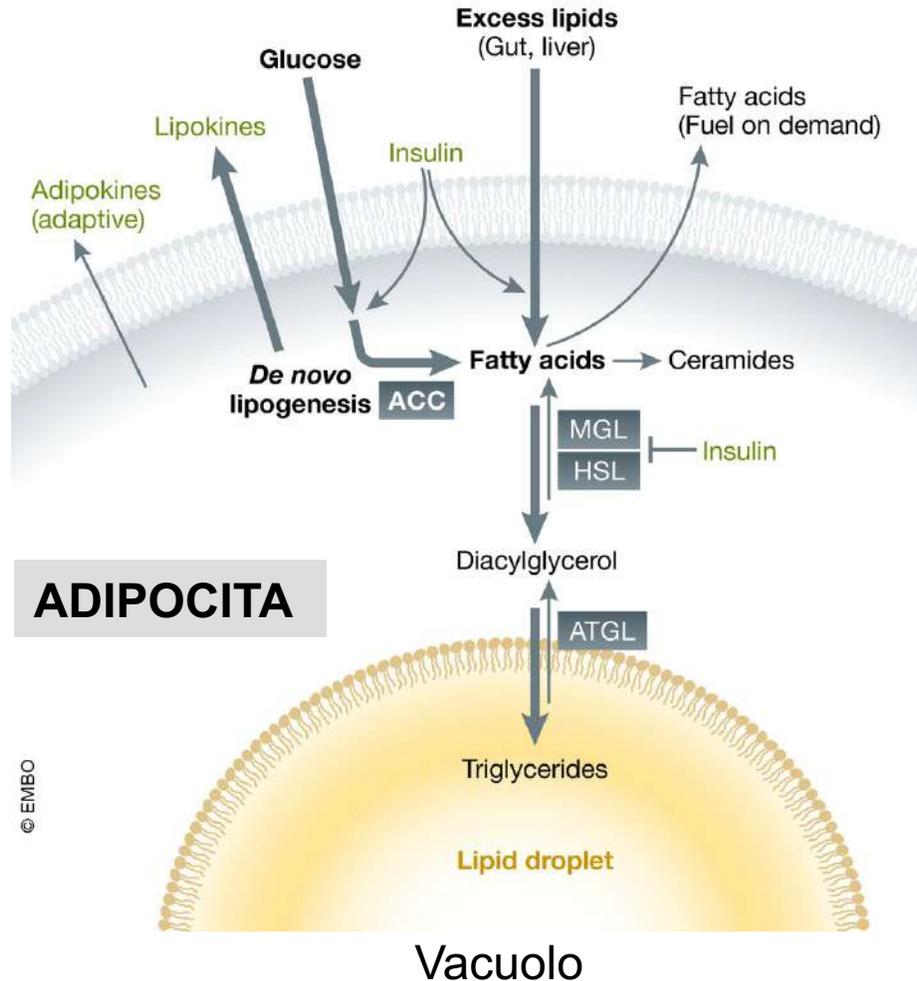


Figure 4. Contribution of different food sources in supplying *trans* fat to the human diet (US Food and Drug Administration, 2003).

FUNZIONI DEI LIPIDI

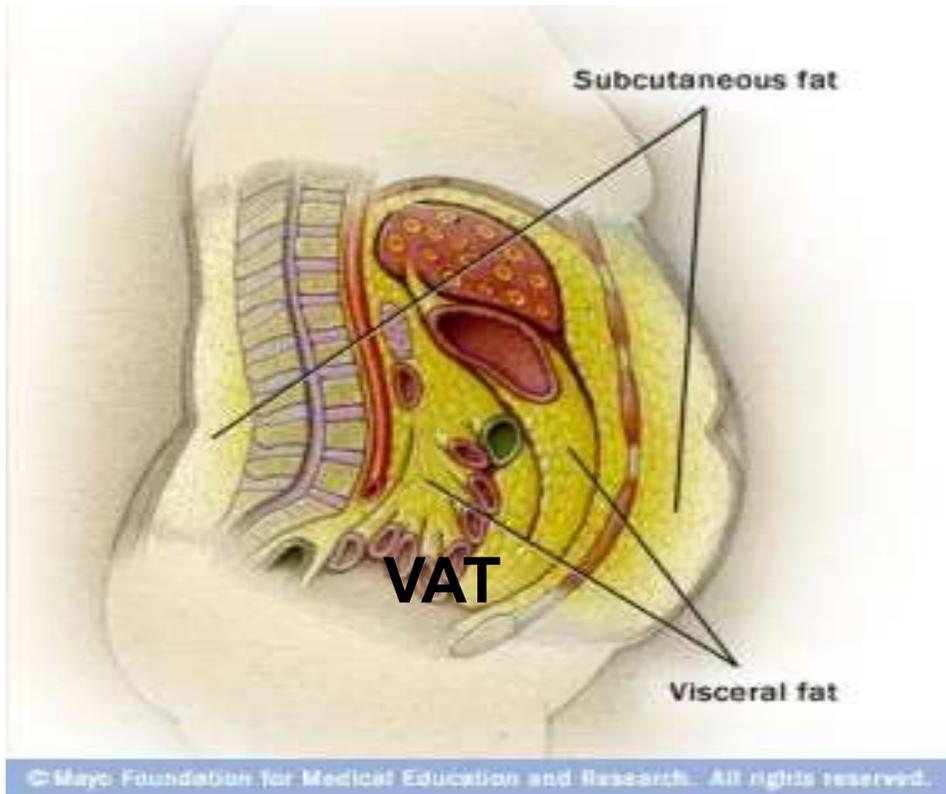
Come fonti e riserve di energia



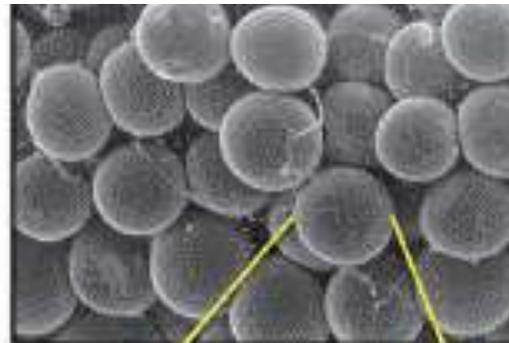
I lipidi in eccesso rispetto alla necessità energetiche dell'organismo, provenienti dalla dieta e dall'intestino (chilomicroni), quelli provenienti dal fegato (VLDL) o dovuti alla de novo lipogenesi (dai carboidrati) **vengono accumulati in forma di trigliceridi nei vacuoli adiposi delle cellule del tessuto adiposo bianco (frecce di spessore maggiore)**

L'insulina facilita l'uptake di acidi grassi e glucosio da parte delle cellule adipose e l'**accumulo dei trigliceridi**, mentre inibisce la lipolisi da parte delle varie lipasi, salvo che l'organismo abbia bisogno di energia (le vie lipolitiche sono rappresentate da frecce di spessore più sottile)

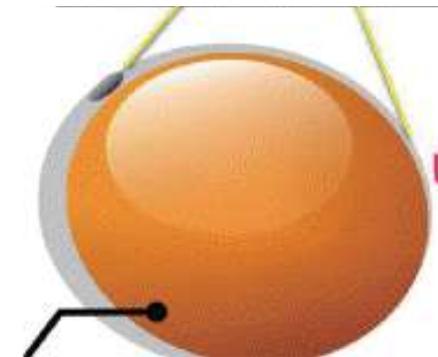
DISTRIBUZIONE TESSUTO ADIPOSO BIANCO



- **SAT (Subcutaneous adipose tissue)**
- **VAT (Visceral adipose tissue)** localizzato in sede intraperitoneale tra omento e mesentere. Flusso ematico drena nel circolo epatico portale



Tessuto adiposo



Cellula adiposa bianca

influenzata da molti fattori tra cui il genotipo, il sesso, l'età, fattori ormonali, stile di vita

FABBISOGNI DI LIPIDI (LARN)

| LARN PER LIPIDI | | | | |
|------------------------------|---|---|------------------------------|--|
| | | SDT Obiettivo nutrizionale per la prevenzione | AI Assunzione adeguata | RI Intervallo di riferimento per l'assunzione di nutrienti |
| ADULTI E ANZIANI | Lipidi totali | Acidi grassi saturi | | 20-35% En* |
| | SFA | <10% En | | |
| | PUFA | | | 5-10% En |
| | PUFA n-6 | | | 4-8% En |
| | PUFA n-3 | | | 0,5-2,0% En |
| Acidi grassi <i>trans</i> | Acidi grassi trans Il meno possibile | | EPA-DHA 250 mg | |
| Colesterolo | Colesterolo <300 mg | | | |

Lipidi totali

Monoinsaturi

Poliinsaturi

EPA/DHA

En= energia totale

AMDR (Acceptable Macronutrient Distribution Ranges)

Intervalli di Riferimento (RI) per l'assunzione di macronutrienti secondo diverse Società Scientifiche

| NUTRIENTI% delle calorie/gg | IOM, 2005 Institute of Medicine, USA | EFSA, 2010 European Food Safety Authority | SINU 2014 LARN, Livelli assunzione raccomandati | FESNAD SEEDO, Obesità SPAGNA 2012 | SIO-ADI Obesità ITALIA 2012 |
|---|--|---|--|--|--|
| Carboidrati | 45-65 % ≥130 g | 45-60 % (≥130 g/g) | 45-60% ≥120-130 g | 45-55% | 55 % |
| Zuccheri semplici intrinseci ed estrinseci | Max 25% | Dati insufficienti | < 15 % | Non Specificati | 10-12 % |
| Proteine | 10-35% | 0.83 g/kg PI Max 2 g/kg PI | 0,9 g/Kg/PI | 15–25% 1-1.2 g/kg PI | 0.8-1.5 g/kg PI |
| Grassi totali AG saturi | 20-35%, | 20-35 % 10 % | 20-35 % 10% | 25–35% | ≤30 % 10% saturi |
| Fibra | M. 38 g F: 25 g | 12-16 g /1000 kcal | 13-17 g /1000 kcal | 20-40 g | 30 g |