

W-6/W-3

i les malalties inflammatòries



Índex

1- INTRODUCCIÓ	1
2- ELS ÀCIDS GRASSOS	2
2.1- Què és un àcid gras?	2
2.2- Tipus d'àcids grassos:	2
2.2.a- Àcids grassos saturats	2
2.2.b- Àcids grassos mono insaturats	2
2.2.c- Àcids grassos poliinsaturats.....	3
2.3- Nomenclatura dels àcids grassos saturats i dels seus derivats	3
2.3.a - Clàssica,segons la IUPAC(International Union of Pur and Applied Chemistry)	3
2.3.b- Nomenclatura moderna	4
2.4- Propietats físico-químiques dels àcids grassos	6
2.4.a- Solubilitat.....	6
2.4.b- Punt de fusió	6
2.4.c- Esterificació	6
2.4.d- Saponificació	6
2.4.e- Autooxidació	7
2.5- Classificació dels àcids grassos	7
2.5.a - Àcids grassos saturats	7
2.5.b- Àcids grassos monoinsaturats	8
2.5.c. Àcids grassos poliinsaturats	8
2.6- Funcions dels àcids grassos	9
2.6.a- Energètica	9
2.6.b- Estructural	10
2.6.c- Reguladora.....	10
3- LA MEMBRANA CEL·LULAR	11
3.1- Característiques generals	11
3.2- Composició química de la membrana.....	11
3.2.a- Capa lipídica	11
3.2.b- Proteïnes	13
3.2.c- Glúcids.....	13
3.3- Estructura de la membrana.....	13
3.3.a- Bicapa lipídica	13
3.3.b- Proteïnes	15
3.3.c- Glúcids.....	15
4- PROCÉS D'INCORPORACIÓ DELS GREIXOS DE LA DIETA	18
4.1- Digestió.....	18
4.2- Transport.....	19
5- METABOLISME DELS ÀCIDS GRASSOS.....	24
6- PRODUCCIÓ D'ICOSANOIDES	28
6.1- Classificació i efectes biològics dels icosanoides	30
7- PRINCIPALS EFECTES DELS OMEGA-3.....	32
7.1- Regulen els nivells de triglicèrids i colesterol HDL en sang	32
7.2- Protectors en front de les malalties cardiovasculars	32

7.2.a- Prevenció de l'aparició d'arítmies.....	32
7.2.b- Efecte antitrombòtic.....	33
7.2.c- Augmenta l'esperança de vida dels pacients amb infarts.....	33
7.3- Disminueixen la inflamació.....	33
7.3.a- Efecte antiasmàtic.....	34
7.3.b- Efecte sobre malalties inflamatòries digestives.....	34
7.3.c- Milloren l'artritis reumàtica.....	35
7.4- Mantenen la integritat de les neurones.....	36
7.5- Efectes anticancerígens.....	38
7.6- Activitat antiaging.....	39
7.7- Efecte analgèsic.....	41
7.8- Protegir la vista.....	42
7.9- Combatre la Resistència a la Insulina.....	43
7.10- Prevenir i reparar alteracions dèrmiques.....	44
8- INGESTES RECOMANADES.....	45
9- FONTS ALIMENTÀRIES.....	47
10- ESTUDI DELS ÀCIDS GRASSOS QUE COMPOSEN LES MEMBRANES DELS ERITRÒCITS.....	49
10.1- Resultats estadístics en sang.....	49
11- ESTUDI DE LA INGESTA D'ÀCIDS GRASSOS.....	57
11.1- Enquesta.....	57
11.2- Avaluació de l'enquesta.....	61
11.2.a- Anàlisi dels resultats.....	69
12- CASSOS CLÍNICS.....	83
12.1- Depressió.....	83
12.2- Asma.....	86
12.3- Dermatitis seborreica.....	86
12.4- Hiperactivitat.....	86
13- ENTREVISTA A XEVI VERDAGUER, FISIOTERAPEUTA.....	87
14- AGRAIMENTS.....	89
15- CONCLUSIÓ.....	90
16-BIBLIOGRAFIA.....	92
16.1- Bibliografia de llibres:.....	92
16.2- Bibliografies de revistes i tesis doctorals:.....	92
16.3- Bibliografies de pàgines d'internet.....	93

1- INTRODUCCIÓ

Aquest treball de recerca centra la seva atenció en la ingesta alimentària d'àcids grassos omega 3 i omega 6, i la seva possible relació amb el desenvolupament de les malalties inflamatòries. Pretenc descobrir si la falta o l'excés d'aquests àcids grassos influeix en l'aparició d'aquest tipus de patologies i de quina manera ho fa. Crec que la gran majoria de la població desconeix com en són d'importants a nivell nutricional i de prevenció de malalties. Els meus coneixements em duen a pensar que cal tenir-los més en compte en la nostra dieta. Per anar més enllà i saber fins on arriben els seus beneficis em proposo estudiar-los a fons.

He estructurat el treball en dues parts. La primera és la teòrica, on s'explica el funcionament metabòlic de l'omega 3 i l'omega 6, i l'ús que en fa l'organisme. La segona part és la pràctica i està formada d'una banda per l'anàlisi dels resultats d'una enquesta realitzada a 200 persones, pel que fa a hàbits alimentaris i símptomes clínics de tipus inflamatori, i de l'altra per la investigació de la composició real en àcids grassos de les membranes cel·lulars dels eritròcits, estudiada a través dels resultats de 570 anàlisis clíniques. Per acabar exposaré alguns casos clínics on es demostra que regulant les ingestes d'omega-3 i 6 es pot aconseguir curar malalties sense medicaments.

El motiu principal que m'ha fet tirar endavant aquest estudi és que estic molt interessada tant en la nutrició com en els àcids grassos que formen cada un dels aliments. El que m'ha acabat d'animar és que actualment es donen moltíssimes malalties inflamatòries i que hi pot haver una relació entre aquestes i el què mengem. Per últim, em va entusiasmar la idea de poder entendre més a fons la complexitat del procés nutricional i, tal vegada, poder entendre els motius que sovint generen discrepàncies entre diferents estudiosos.

Haver de fer un treball de recerca requereix un esforç diferent a la resta de treballs que fem habitualment com estudiants: t'obliga a documentar-te sobre algun tema que t'interessa de veritat, que realment t'apassiona. És des del meu punt de vista, una manera de veure que aprendre és, apart de necessari, agradable i divertit i el més interessant, trobar alguna possible solució al problema que t'has plantejat inicialment. És evident que el resultat d'aquest estudi no suposarà cap rebombori dins el món científic, però a mi sí que m'ha suposat un bullici: de feina i diversió. I, sobretot, m'ha fet entreveure la immensitat de coses que la ciència encara té per descobrir.

2- ELS ÀCIDS GRASSOS

2.1- Què és un àcid gras?

Un àcid gras és un lípid format per una cadena hidrocarbonada lineal, amb un número parell d'àtoms de carboni. En un extrem hi ha el grup carboxil (-COOH) i a l'altre un grup metil (CH₃-). Els àtoms de carboni estan units entre ells amb enllaços covalents, senzills o dobles.

2.2- Tipus d'àcids grassos:

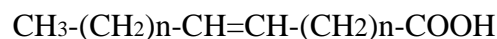
2.2.a- Àcids grassos saturats

Es diu que estan saturats perquè tots els enllaços dels carbonis estan ocupats per hidrògens, és a dir, aquests àcids només contenen enllaços simples. Són àcids grassos saturats el Mirístic (14 àtoms de Carboni), el Palmític (16 àtoms de Carboni) i l'Esteàric (18 àtoms de Carboni). Sempre tenen un número parell d'àtoms de carboni degut al seu origen metabòlic. Es sintetitzen a les cèl·lules per la polimerització de molècules de l'àcid acètic.

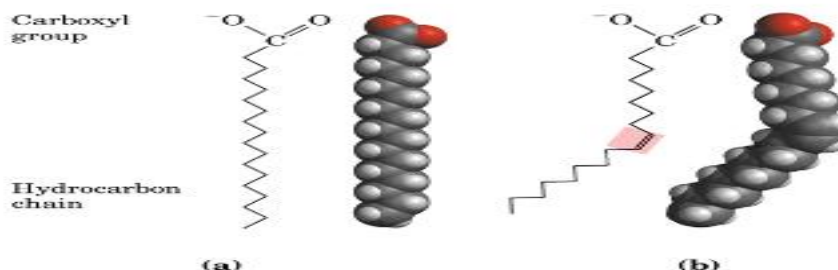
La seva fórmula química és : CH₃-(CH₂)_n-COOH. on " n " és el número d' àtoms de carboni de la part intermitja de l' àcid gras.

2.2.b- Àcids grassos mono insaturats

Són els que tenen un doble enllaç.

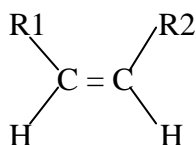
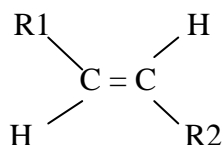


L'Àcid gras insaturat més conegut és l'oleic, que està format per 18 àtoms de carboni i un doble enllaç. Als éssers vius, els dobles enllaços tenen una configuració espacial (Cis) que desvia la cadena hidrocarbonada. Aquesta configuració es dona quan els dos àtoms d'hidrogen es troben al mateix costat de l'eix que conté el doble enllaç i això determina que la substància tingui un punt de fusió més baix.



Àcid gras saturat

Àcid gras mono insaturat " Cis " (Oleic)

*Estructura Cis**Estructura Trans*

2.2.c- Àcids grassos poliinsaturats

Són els que tenen com a mínim dos dobles enllaços. Un exemple és el següent:



Els àcids que perjudiquen la salut quan es troben en excés són els saturats i els beneficiosos, els insaturats. De totes maneres, un àcid insaturat (beneficiós) pot passar a ser un saturat (perjudicial) quan és manipulats. Un exemple d'això que acabo d'esmentar és l'oli d'oliva que "cru" és insaturat i en canvi quan el fregim augmenta el seu contingut en àcids grassos saturats.

2.3- Nomenclatura dels àcids grassos saturats i dels seus derivats

Les tres famílies o sèries d'àcids grassos insaturats que tenen importància biològica deriven de l'Àcid Oleic (AO), Àcid Linoleic (AL) i Àcid Linolènic (ALA).

La nomenclatura o fórmules químiques dels àcids grassos ens informaran del nombre de carbonis, dels dobles enllaços i de les posicions que aquests ocupen en la cadena, així com també ens permetrà saber com es troben posicionats els àtoms d'hidrogen respecte al doble enllaç.

Hi ha dos tipus de nomenclatures:

2.3.a - Clàssica, segons la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

Els àtoms de carboni "C" dels àcids grassos s'enumeren començant pel carboxílic (-COOH), que rep el número "1" o la lletra "α"; el carboni "2" és el que queda immediatament darrera l'1 i se li assigna la lletra "β" (d'on prové el mot β-oxidació, que és la ruta metabòlica de degradació dels àcids grassos en la matriu mitocondrial).

Independentment del número de carbonis de l'àcid gras, l'últim és el de l'extrem metil (CH₃-), al qual se li assigna la lletra "ω" (omega, la última lletra de l'alfabet grec). Per tant, la fórmula química consisteix en posar primer la "C"; llavors el número d'àtoms de carboni seguit de dos punts; darrera d'aquests, es posa el número de dobles enllaços i finalment s'obre un parèntesi on es troba la localització dels mateixos, comptant a partir de l'extrem carboxílic. Així, l'àcid oleic es designa com a **C18:1(9)**.*

**El número 18 ens indica el nombre d'àtoms de carboni; l' 1 darrera els dos punts, ens diu que hi ha un doble enllaç i el 9 entre parèntesi ens informa que aquest doble enllaç comença al novè carboni (està entre el 9è i el 10è), contant des de l'extrem –COOH.*

Aquesta nomenclatura té l'inconvenient que els àcids grassos durant el seu metabolisme intracel·lular, s'oxiden fins a convertir-se en unitats de dos àtoms de carboni i com que aquesta β -oxidació té lloc a partir del grup carboxil (carboni número 1), la posició d'aquest grup respecte als dobles enllaços, va canviant. El mateix passa a la biosíntesis, ja que també van creixent per l'extrem carboxílic.

2.3.b- Nomenclatura moderna

La posició que ocupen els dobles enllaços s'indica respecte a l'últim carboni de la cadena (l'extrem CH_3 –), en lloc de fer-ho a partir del carboxílic, o sigui, del carboni anomenat " ω "; d'aquí deriven les denominacions ω -3, ω -6, etc. En aquest cas la relació entre el carboni "1" i els dobles enllaços no s'altera a conseqüència de la β -oxidació ni per l'allargament de l'àcid gras, i per altra banda, hi pot haver més carbonis que les lletres de l'alfabet grec.

O sigui que d'aquesta manera començarem a comptar els carbonis des de l'extrem " ω " i aquesta lletra haurà d'aparèixer sempre.

Així l'àcid oleic és ω -9, és a dir, el primer doble enllaç està a partir del carboni número 9. Un àcid gras ω -3 serà el que tingui el primer doble enllaç entre els carbonis 3 i 4; un àcid gras ω -6 tindrà el primer doble enllaç entre els carbons 6 i 7. Així les denominacions queden :

Àcid oleic : **C 18:1 ω -9***

**El número 18 ens indica el nombre d'àtoms de carboni; l' 1 darrera els dos punts, ens diu que hi ha un doble enllaç; ω -9 ens informa que el primer doble enllaç és a partir del carboni 9 comptant des de l'extrem metil (CH_3 -).*

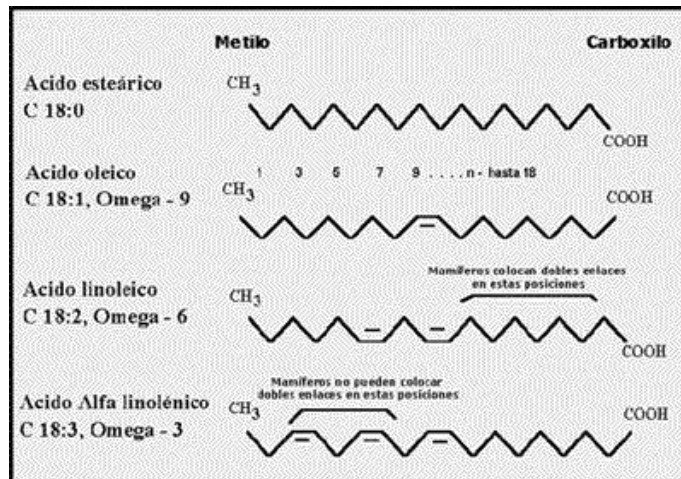
Àcid Linoleic : **C 18:2 ω -6***

**El número 18 ens indica el nombre d'àtoms de carboni; el 2 darrera els dos punts, ens diu que hi ha dos dobles enllaços; ω -6 ens informa que el primer doble enllaç és a partir del carboni 6 contant des de l'extrem metil (CH_3 -).*

Àcid Linolènic: **C18:3 ω -3***

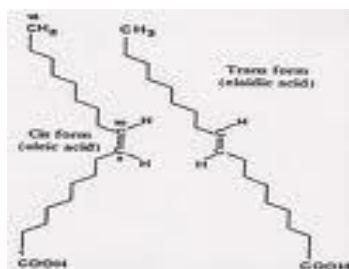
**El número 18 ens indica el nombre d'àtoms de carboni; el 3 darrera els dos punts, ens diu que hi ha tres dobles enllaços; ω -3 ens informa que el primer doble enllaç és a partir del carboni 3 contant des de l'extrem metil (CH_3 -).*

Els àcids grassos poliinsaturats, als éssers vius, sempre tenen els dobles enllaços separats per un grup $-\text{CH}_2-$, per això només cal especificar on és el primer doble enllaç.



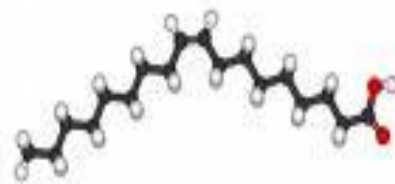
En aquesta imatge es pot veure l'estructura química dels àcids esteàric (saturat), oleic (mono insaturat) linoleic i linolènic (poliinsaturats).

Un tema molt important a tenir present, com ja he comentat, és la posició dels àtoms d'hidrogen a l'espai respecte al doble enllaç. Segons aquesta posició, els podem dividir en *CIS* i *TRANS*.



A la imatge de l'esquerra es pot observar una estructura *cis* a la seva dreta una *trans*

La configuració *cis*, li confereix un "colze" a l'àcid gras en el punt on hi ha el doble enllaç i, per tant, una flexió. La majoria dels àcids grassos naturals tenen configuració "cis".



La molècula dels àcids grassos "trans" és rectilínia. Es troben principalment en aliments industrialitzats que han estat sotmesos a hidrogenació, amb la finalitat de solidificar-los com la margarina i en els greixos que es fan servir en els diferents processos d'elaboració.



Els àcids grassos insaturats "trans", a les membranes, es comporten com els àcids grassos saturats ja que confereixen una rigidesa total. Però, en canvi, no són útils metabòlicament i només contribueixen a augmentar el teixit adipós. La seva inclusió en les dietes és la responsable de l'augment en sang de l' LDL Colesterol (Colesterol perjudicial), del Colesterol total i de la disminució de l'HDL (Colesterol beneficiós).

2.4- Propietats físico-químiques dels àcids grassos

2.4.a- Solubilitat

Els àcids grassos són molècules amfipàtiques, és a dir, tenen una regió no polar hidròfoba (la cadena hidrocarbonada) que repel·leix l'aigua i una regió polar hidròfila (l'extrem carboxílic) que hi interactua. Els àcids grassos de cadena curta són més solubles en aigua que els àcids grassos de cadena llarga perquè la regió hidròfoba és més curta.

2.4.b- Punt de fusió

Als àcids grassos saturats, el punt de fusió, augmenta amb el número de carbonis (a més àtoms, més forces de Van der Waals entre les seves molècules). Són líquids fins a 8 àtoms de carboni i els que en tenen més de 10, ja són sòlids a temperatura ambient.

En els àcids grassos insaturats, degut a la posició espacial (colze) que confereix el doble enllaç, s'impedeix que interactuïn les cadenes per forces de Van der Waals i els punts de fusió són més baixos. D'aquesta manera, a més dobles enllaços, més disminució en el punt de fusió i per tant més líquid.

Els greixos naturals no tenen punt de fusió net i definit, sinó que presenten un interval de fusió entre dues temperatures: la inicial o d'estovament lliscant i la final o de desaparició de l'enterboliment, ja que contenen més d'un tipus d'àcid gras.

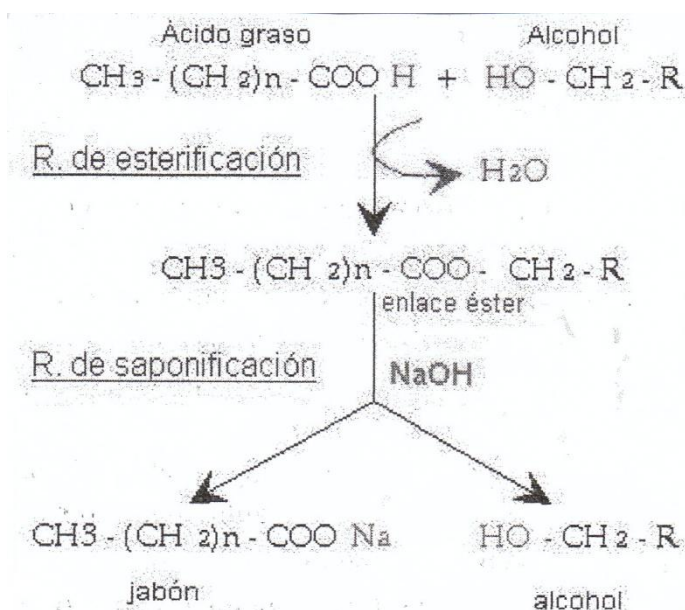
2.4.c- Esterificació

Unió d'un àcid gras amb un alcohol a través d'un enllaç covalent. Aquesta unió provoca la formació d'un éster i la d'una molècula d'aigua. Els triglicèrids o greixos, són ésters de l'alcohol glicerina amb tres àcids grassos.

2.4.d- Saponificació

Reacció d'aquests ésters amb els àlcalis. Aquesta fa que es formin sals dels àcids grassos anomenades "sabons", que són molècules amfipàtiques, amb una part polar hidròfila i una altra lipídica o hidròfoba, que es dispersen per l'aigua formant micelles i vesícules. Tenen unes propietats molt semblants als fosfolípids que formen les membranes cel·lulars i l'estructura de les vesícules és molt semblant a les de les

membranes, fet que ens permet entendre com s'organitzen els lípids per a configurar-les.



En aquesta imatge es mostra el procés d'esterificació i de saponificació d'un àcid gras.

2.4.e- Autooxidació

És l'enranciment dels àcids grassos insaturats degut a la reacció dels dobles enllaços amb molècules d'oxigen, el que ens permet parlar de la ruptura de l'àcid gras i de la formació un aldehyd.

2.5- Classificació dels àcids grassos

2.5.a - Àcids grassos saturats

Nom comú	Nom sistemàtic	Abreviatures	Estructura	Punt fusió (°C)
Càpric	n-Decanoic	C10:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{COOH}$	31.6
Laúric	n-Dodecanoic	C12:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{10} - \text{COOH}$	44.2
Mirístic	n-Tetradecanoic	C14:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{12} - \text{COOH}$	53.9
Palmític	n-Hexadecanoic	C16:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$	63.1
Estèàric	n-Octadecanoic	C18:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$	69.6
Araquídic	n-Eicosanoic	C20:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{18} - \text{COOH}$	76.5
Behenic	n-Docosanoic	C22:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{20} - \text{COOH}$	81.5
Lignocèric	n-Tetracosanoic	C24:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{22} - \text{COOH}$	86.0
Ceròtic	n-Hexacosanoic	C26:0	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{24} - \text{COOH}$	88.5

2.5.b- Àcids grassos monoinsaturats

Nom comú	Nom sistemàtic	Abreviatures	Estructura	Punt fusió (°C)
Omega-9				
Palmitoleic	Cis 9Hexadecenoic	C16:1 ω -9	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	0
Oleic	Cis 9Octadecenoic	C18:1 ω -9	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH(CH ₂) ₇ -COOH	16

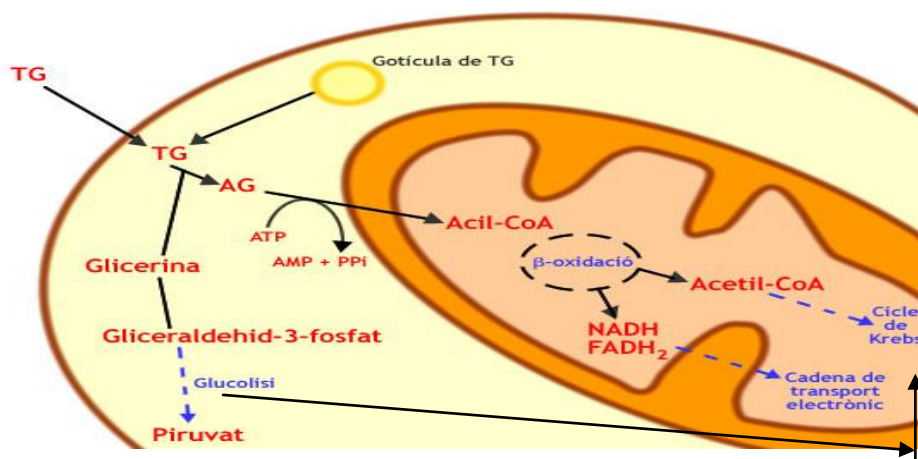
2.5.c. Àcids grassos poliinsaturats

Nom comú	Nom sistemàtic	Abreviatures	Estructura	Punt fusió (°C)
Omega-6				
Linoleic	Cis,cis9,12-Octadecadienoic	C 18:2 ω -6	CH ₃ (CH ₂) ₄ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	5
Araquidònic	Cis,cis,cis,cis,5,8,11,14-Eicosatetraenoic	C 20:4 ω -6	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH=CH-CH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH-CH ₂ -CH=CH-(CH ₂) ₃ -COOH	-50
Dihommo-gammalinolènic	Cis,cis,cis,8,11,14-Eicosatrienoic	C 20:3 ω -6	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ CH-CH-(CH ₂) ₃ -COOH	
Omega-3				
Linolènic	Cis,cis,cis,9,12,15-Octadecatrienoic	C 18:3 ω -3	CH ₃ -CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -H=CH-CH ₂ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	-11
Docosahexanoic	Cis,cis,cis,cis Cis,cis 4,7,10,13,16,19-hexaenoic	C 22:6 ω -3	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -COOH	
Eicosapentanoic	Cis,cis,cis,cis, cis 5,8,11,14, 17-pentaenoic	C 20:5 ω -3	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -COOH	

2.6- Funcions dels àcids grassos

2.6.a- Energètica

Els àcids grassos són molècules molt energètiques i necessàries pel metabolisme cel·lular, ja que gràcies al seu contingut en hidrògens poden oxidar-se més que els glúcids o altres components orgànics que no estan tant reduïts. A més, formen part dels magatzems energètics en forma de greix, essent els compostos que més energia aporten (quan es crema 1 gram proporciona 9 kcal, mentre que els hidrats de carboni i les proteïnes n'aporten 4). A partir dels triglicèrids de la dieta o del greix emmagatzemat, quan la dieta n'és deficitària, i per acció de les lipases (enzims digestives), s'alliberen àcids grassos que passen a la sang, entren a les cèl·lules i a través d'una sèrie de reaccions que tenen lloc a les mitocondries, dues molècules (coenzims) : FAD i NAD^+ capten electrons dels àcids grassos. Aquests s'oxiden (β oxidació), i després es trenquen en trossos de dos carbonis (àcid acètic) que s'uneixen al coenzim A (una molècula grossa derivada d'una vitamina) i es transformen en Acetil--CoA. El FAD i el NAD^+ en captar els electrons, es redueixen formant FADH_2 i NADH . Aquests compostos cedeixen els electrons a l'oxigen (procedent dels pulmons) en la membrana dels mitocondris. És una reacció violenta que allibera molta energia, que s'aprofita per a fabricar ATP que a la seva vegada la gasta al realitzar tots els treballs cel·lulars. L'acetil -CoA s'acaba d'oxidar (cremar) al cicle de Krebs, també dins la mitocondria, on tots els carbonis acaben en el seu estat de màxima oxidació (CO_2). Una altra vegada, els electrons que perd l'Acetil-CoA en oxidar-se arriben a l'oxigen de la respiració i alliberen molta energia que serveix per fabricar més ATP.



El piruvat derivat de la glicerina, també es crema al cicle de Krebs

TG = Triglicèrids

2.6.b- Estructural

Els àcids grassos formen part dels lípids de les membranes i es troben sobretot en forma de triglicèrids, fosfolípids, esfingolípids i glicolípids. Aquests últims estan situats a la part externa de la bicapa lipídica, on contribueixen a la funció de relació cel·lular, essent receptors de molècules externes que al unir-se a ells desencadenen una sèrie de respostes .

Els triglicèrids estan formats per tres molècules d'àcids grassos units al glicerol (glicerina).

Els fosfolípids es diferencien dels triglicèrids ja que en lloc de tenir 3 cadenes d'àcids grassos enllaçats a la glicerina, n'hi ha 2 i un grup fosfòric (formant l'àcid fosfatídic), que al mateix temps pot estar ajuntat a altres compostos. Els més coneguts són la fosfatidilcolina, fosfatidilserina, fosfatidilinositol i fosfatidiletanolamina.

Els esfingolípids són com els fosfolípids amb la diferència que en lloc de la glicerina, tenen esfingosina (aminoalcohol de 18 àtoms de carboni) i tenen l'opció de no tenir el fosfat.

Els glicolípids estan formats per una ceramida (esfingosina i àcid gras) i un glúcid de cadena curta. La part glucídica està orientada cap a l'exterior de la membrana. No tenen grup fosfat i són molt abundants dins el teixit nerviós en general i sobre tot en les neurones.

2.6.c- Reguladora

Els àcids grassos de 20 àtoms de carboni són precursors dels Icosanoides (prostaglandines, tromboxans i leucotriens), molècules amb una gran activitat biològica (funció hormonal, neurotransmissor..) que intervenen en la regulació i control de molts processos biològics, com per exemple, la resposta inflamatòria, regulació de la temperatura corporal, processos de coagulació sanguínia, contracció del múscul llis, sensació de dolor, etc. Alguns àcids grassos insaturats de cadena llarga s'alliberen de la membrana neuronal i actuen com a neurotransmissors, dels quals és un anàleg el tetrahidrocannabinol (principal component psicoactiu de la marihuana).

3- LA MEMBRANA CEL·LULAR

3.1- Característiques generals

La membrana cel·lular és una estructura laminar que engloba la cèl·lula, defineix el seu límit i contribueix a mantenir l'equilibri químic entre l'interior i l'exterior.

Químicament, està formada per fosfolípids, colesterol, glúcids i proteïnes.

La principal característica d'aquesta barrera és la seva permeabilitat selectiva, o sigui, permet que algunes substàncies passin a través d'ella i que d'altres o bé no la travessin o bé ho facin més lentament. D'aquesta manera, es manté estable el medi intracel·lular regulant el pas d'aigua, d'altres molècules i de ions. Això fa que el potencial elèctric de l'interior de la cèl·lula (que està carregada "negativament") i la pressió osmòtica siguin també estables. Té un grossor de 75 Àngstroms i no és visible al microscopi òptic, però sí a l'electrònic.

3.2- Composició química de la membrana

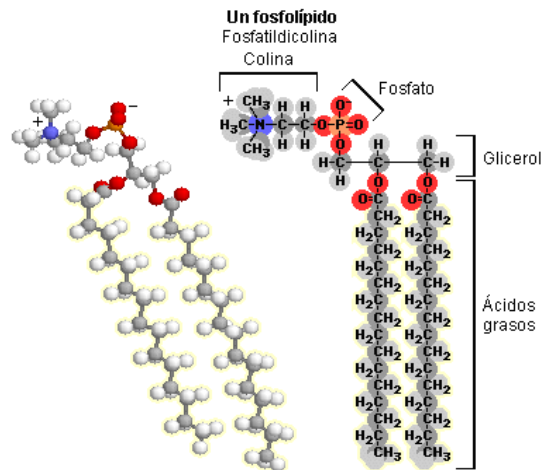
L'estructura de la membrana és pràcticament la mateixa en totes les anomenades membranes cel·lulars (les membranes plasmàtiques i les membranes dels orgànuls que pertanyen al sistema endomembranós, per això es parla de membrana unitat). No obstant, hi ha petites variacions entre elles. Aquestes, es veuen influïdes per la funció que realitzen o pel teixit al qual pertanyen. De totes maneres, per exemple, la membrana de la cèl·lula hemàtica té una composició quasi idèntica a la neuronal. Degut a la fàcil realització d'una extracció sanguínia, aquesta membrana (la de l'eritròcit) és la més estudiada.

3.2.a- Capa lipídica

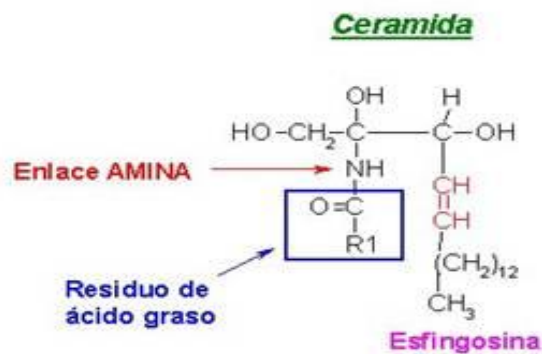
La composició dels lípids afecta a la fluïdesa de la membrana, ja que com més dobles enllaços existeixin a la cadena dels àcids grassos, més gran serà la fluïdesa. Però també hi té molt a veure la disposició dels hidrògens respecte aquests dobles enllaços (configuracions "cis" i "trans"). A més, hi ha el colesterol que es disposa estratègicament i intervé en la flexibilitat.

Els principals lípids constituents de la membrana són :

3.2.a.a- Fosfolípids: Són els lípids més abundants.

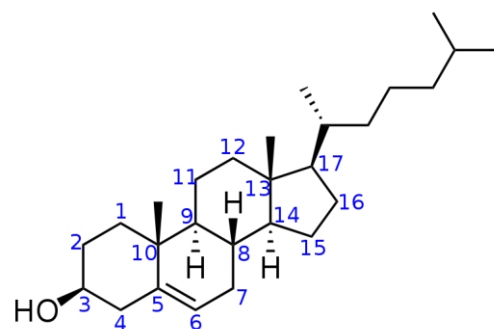


3.2.a.b- Esfingolípid i glicolípid: Formen part sobre tot de la monocapa externa, essent un 5% de la mateixa. Són més abundants a les cèl·lules del sistema nerviós que a la resta de les cèl·lules. Deriven de la ceramida.



3.2.a.c- Colesterol: El colesterol representa un 23% dels lípids de la membrana. Les seves molècules són petites i més amfipàtiques en comparació amb altres lípids. Es col·loca amb el grup hidroxil (OH) cap a l'exterior.

El colesterol és un factor important en la fluidesa i permeabilitat de la membrana, ja que va ocupant tots els forats deixats



principalment per les desviacions en les cues dels àcids grassos, generats pels dobles enllaços amb configuració cis. S'intercala entre els fosfolípids i això provoca una

tendència a l'estabilització de les seves cues. A més gran quantitat de colesterol, menys permeable i fluida és la membrana.

3.2.b- Proteïnes

El percentatge de les proteïnes està al voltant d'un 20% a la baina de mielina de les neurones (formada per les membranes de les cèl·lules glials que envolten els axons de les neurones) i un 70% a la membrana interna mitocondrial. Són les responsables de les funcions dinàmiques de les membranes, el que fa que en tingui una dotació molt específica.


3.2.c- Glúcids

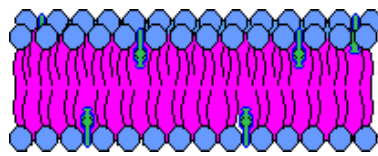
Estan a la membrana units covalentment a les proteïnes i lípids. Poden ser polisacàrids i oligosacàrids. Es troben a la part externa de la membrana. Representen el 8% del pes sec de la mateixa.

3.3- Estructura de la membrana

3.3.a- Bicapa lipídica

Les membranes biològiques són bicapes lipídiques. En una cèl·lula, els fosfolípids de membrana es disposen en una bicapa lipídica i conformen una estructura tridimensional

esfèrica. Cada  representa un fosfolípid. El cercle, o cap, és un grup fosfat carregat

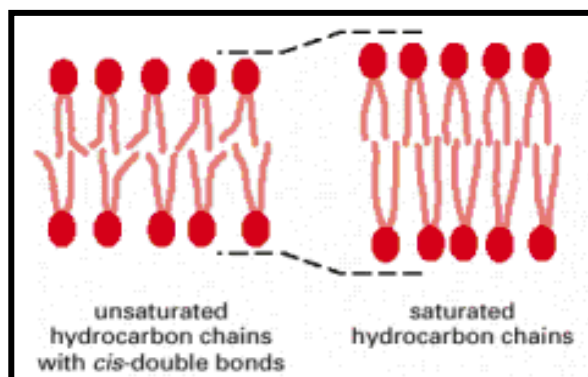


negativament (polar i hidrofílic) i les dues cues corresponen a les cadenes hidrocarbonades (apolars, hidrofòbiques) dels àcids grassos que esterifiquen al glicerol. Les cues hidrofòbiques s'orienten una en front de l'altra tancant una capa hidrofòbica dins la membrana. Això deixa els grups fosfat hidrofílics mirant cap

l'exterior. La bicapa lipídica és semipermeable, és a dir, algunes molècules passen lliurement (difonen) a través de ella. És virtualment impermeable a les grans molècules,

relativament impermeable a partícules petites polars, com els ions carregats, i molt permeable a les molècules petites liposolubles. El seu model estructural és conegut com

a "mosaic fluid", on la paraula mosaic es refereix al fet que també l'integren proteïnes, colesterol, ergosterol, i altres tipus de molècules insertades entre els fosfolípids i la paraula "fluid" designa a què totes aquestes molècules

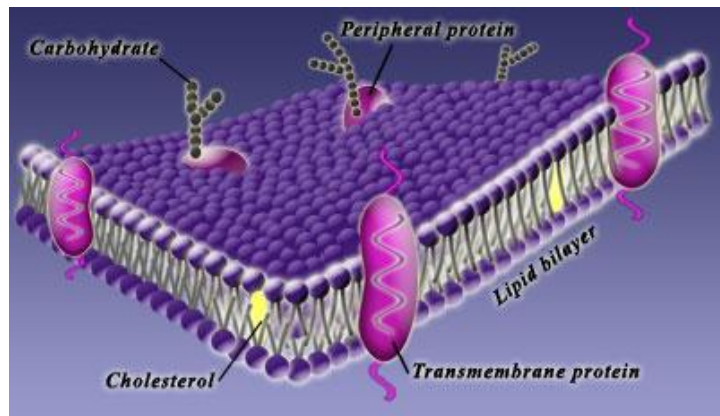


es difonen lateralment amb llibertat. Una manera de controlar la fluïdesa de la membrana és regulant la proporció de la saturació (quantitat de dobles enllaços) en les cadenes hidrocarbonades dels àcids grassos “cues” dels fosfolípids.

Els fosfolípids amb àcids grassos saturats poden agrupar-se molt a prop uns dels altres i formar nombroses interaccions, de tipus Van der Waals, que mantenen els fosfolípids en forma de feixos paral·lels molt compactes, la qual cosa fa disminuir la fluïdesa. Aquells que tenen cadenes insaturades trenquen les interaccions Van der Waals i impedeixen l'apropament dels àcids grassos.

L'ordre dels caps hidrofílics

i les cues hidrofòbiques de la bicapa lipídica, impedeix que els soluts polars, tals com els aminoàcids, àcids nucleics, carbohidrats, proteïnes i ions, puguin passar a través d'ella, a no ser que ho facin a través de



complexes de proteïnes transmembranals o bé a través dels porus que tenen aquestes proteïnes, mentre que permet la difusió passiva de molècules hidrofòbiques.

La fluïdesa de la membrana ve determinada pels diferents moviments dels fosfolípids.

Aquests moviments són de varis tipus:

- Moviments laterals (molt freqüent)
- Rotació (gir sobre el seu propi eix)
- Flexió (moviment de les cues)
- “Flip-flop” (canvi d’una cara de la membrana a l’altra.) És un moviment energèticament molt desfavorable i que necessita l’acció d’unes enzims anomenades lipases.

La cèl·lula regula la fluïdesa de la membrana, i ho fa amb la modificació de la composició lipídica, per tant, és aquí on nosaltres podem intervenir. Podem adaptar la nostra dieta per tal de poder obtenir la composició òptima d'àcids grassos presents a les membranes, ja que si bé és important que la membrana sigui fluida, tampoc ho pot ser en excés.

La composició lipídica de les dues monocapes no és la mateixa. Hi ha glicolípidis a la monocapa que es troba en contacte amb l'exterior, mentre que la que dona al citosol de la cèl·lula (citosòlica), predominen els fosfolípids amb càrrega negativa. Aquest fet és conegut amb el nom "d'asimetria transversal". Lateralment, podem trobar zones on es concentren determinats tipus de lípids, aquests formen els denominats "microdominis lipídics". Als llocs on abunden els esfingolípidis i el colesterol la membrana, resulta poc fluida i les proteïnes queden immobilitzades.

3.3.b- Proteïnes

Segons com es disposen a la membrana plasmàtica, tenim les *proteïnes perifèriques*, que són aquelles que estan unides dèbilment (per enllaços no covalents) als dos costats de la bicapa lipídica i que són fàcilment separables de la membrana. Aquestes proteïnes és més probable trobar-les a la cara del citosol. Per una altra banda, hi ha les *integrals*, que són les que es troben unides per enllaços covalents a glúcids i lípids de la membrana. La poden travessar d'un costat a l'altre i difícilment les podem separar sense trencar la membrana. Es troben a la part no citosòlica i acostumen a estar glicosilades i solen estar formades per més d'un polipèptid units per ponts disulfur.

Les proteïnes són les responsables de la majoria de les funcions, la quantitat i el tipus de proteïna determinen la seva funció. A més quantitat més activitat. La seva capacitat de difondre per la membrana és per difusió lateral.

Les seves funcions són les següents :

- Transporten ions, monosacàrids i aminoàcids.
- Connecten l'interior i l'exterior de la cèl·lula així com també ho fa entre cèl·lules.
- Receptores de senyals
- Enzims

3.3.c- Glúcids

Es troben associats amb enllaços covalents a lípids i proteïnes. Generalment es troben en la matriu extracel·lular.

La seves funcions són les següents:

- Donar suport a les membranes plasmàtiques.
- Definir les característiques cel·lulars. Indiquen al sistema immunitari que són cèl·lules pròpies del cos

- Ajudar a què les cèl·lules identifiquin les senyals químiques a través de les cadenes d'oligosacàrids.

3.4- Funcions de les membranes cel·lulars.

- Definir l'extensió cel·lular.
- Separar el medi intern de l'extern.
- Transport molecular: controla l'entrada i sortida de molècules i ions.
- Participa en la transmissió de l'impuls nerviós (conductivitat) i en la recepció d'estímuls (excitabilitat).
- Estableix unions amb altres cèl·lules.
- De totes aquestes funcions, la principal consisteix en mantenir el mitjà intracel·lular diferenciat de l'entorn, per tal d'intercanviar matèria i energia amb ell.

Els esteroides, tals com el colesterol, tenen un paper molt important en la regulació de les propietats físico-químiques de la membrana. Regulen la seva resistència, permeabilitat i fluïdesa.

En el component proteic resideix la major part de la funcionalitat de la membrana. Les proteïnes realitzen funcions específiques de transport, l'efectivitat de les quals està directament relacionada amb la composició dels lípids als quals estan unides.

Fins fa relativament pocs anys, als lípids constituents de la membrana cel·lular, se'ls donava un simple paper sostenidor i estructural, però la realitat està demostrant que juguen un paper molt important en la senyalització cel·lular, entenent com a tal tot el sistema de comunicació que intervé en una munió de processos cel·lulars, des del mateix cicle de la cèl·lula. La divisió, la proliferació i l'organització als diferents teixits de les rutes metabòliques. Gairebé el 50% del genoma humà s'expressa obeint aquestes vies de senyalització cel·lular. La varietat de processos fisiològics que depenen de la senyalització cel·lular és enorme: els sentits, la contracció de miocardi, el mateix pensament.

Una via de senyalització cel·lular no és més que un sistema, un canal pel que es transmet informació. El sistema sol funcionar així: una molècula missatgera (un neurotransmissor, una hormona, un factor de creixement...) porta la informació codificada. Viatja fins a les cèl·lules que han de rebre el missatge i allà, aquesta molècula missatgera és reconeguda pels receptors (normalment proteïnes situades a la

membrana de les cèl·lules). Aleshores, aquests receptors actuen com a descodificadors de la informació i la transformen en un senyal intracel·lular. A partir d'aquest punt, el descodificador canvia l'estructura i activa una proteïna intracel·lular, la qual, al seu torn, n'activa una altra i així successivament en una sèrie de reaccions encadenades, o sistema en cascada, amb l'objectiu final de transformar el missatge rebut en una ordre que cal complir. Quan l'objectiu es compleix, la senyal s'apaga. Aquest pas és molt important, ja que moltes malalties són el resultat d'un defecte en la fase de desactivació, de manera que el senyal intracel·lular és continu i provoca situacions no desitjades. Altres trastorns deriven de qualsevol alteració en el procés de senyalització.

Els canvis de composició lipídica de les membranes biològiques induïts per la dieta són un factor important per alterar les funcions de les mateixes. Al cor, els canvis induïts per la dieta han estat relacionats amb problemes d'arítmies i isquèmia, aquests efectes estarien explicats per mecanismes tals com canvis en la fluïdesa de les membranes, aterosclerosi, variacions en la disponibilitat d'àcids grassos com a substrat energètic i modificacions estructurals que alteren el maneig del calci. El calci és totalment necessari per la contracció de les cèl·lules musculars (com els cardiomiocits). Cal que els ions de calci surtin dels canals del "REL" cap al citosol. S'ha comprovat una associació directa entre la baixa incidència de malalties cardiovasculars i el consum d'oli de peix (ric en àcids grassos omega-3) en diversos treballs efectuats fins el moment, fet que explicaria perquè els esquimals, habitants del pol nord amb una dieta molt rica en omega-3, tenen una molt baixa incidència de malalties cardíques. També és veritat que aquests individus duen un ritme de vida molt diferent al nostre, per tant, poden incidir altres factors tals com l'estrès i adaptacions genètiques al seu entorn. Però s'està observant com al introduir aliments industrialitzats a la dieta, han començat a augmentar les malalties de tipus inflamatori.

La fluïdesa de la membrana és fonamental per a la seva funció. Ja hem vist que a les membranes es troben les estructures dels receptors d'hormones, neurotransmissors i antígens. Si la membrana és rígida, l'acoblament espacial entre el receptor de la membrana (proteïna complexa i d'estructura espacial adequada per tal de captar l'hormona o el neurotransmissor) pot ser difícil o inclús pot no produir-se. Per aquest acoblament, la membrana necessita una certa fluïdesa i adaptabilitat. Aquesta propietat li és proporcionada per la qualitat i per la proporció dels àcids grassos que hi ha a la seva composició.

4- PROCÉS D'INCORPORACIÓ DELS GREIXOS DE LA DIETA

Tot i que la paraula greix es refereix només a un tipus de lípid (els triglicèrids), quan parlem dels greixos ens referim a tots els lípids dels teixits vegetals i animals que ingerim com aliments. Hi predominen els triacilglicèrids, encara que també s'hi troben quantitats menors d'altres lípids més complexes com els fosfolípids, esfingolípids i esterols. Concretament colesterol en el teixit animal i fitosterols en els teixits vegetals. D'altra banda, els greixos, també són el vehicle d'una gran varietat de components no glicèrids que tot i ser-hi en concentracions molt petites són molt importants per les seves implicacions en la salut, així hi trobem els tocoferols (vitamina E), retinol (vitamina A), la vitamina D i els carotenoides.

Els àcids grassos són les molècules lipídiques de més gran interès nutricional. Els trobem com a components dels lípids de les membranes i com a components del greix emmagatzemat al teixit adipós, però per arribar a aquests llocs és necessari que el cos realitzi una sèrie de processos des del mateix moment en que ingerim els aliments. Aquests processos els resumirem en tres apartats : digestió, transport i metabolisme.

4.1- Digestió

Quan mengem, ingerim aliments amb més o menys greix. Aquest greix pertany principalment a un d'aquests grups :

- **Triglicèrids**
- **Colesterol**
- **Fosfolípids**

La major part dels greixos dels aliments són els triglicèrids (més d' un 90%), la digestió i absorció dels quals comença a la boca i acaba al budell prim. Els triglicèrids, com tots els lípids, són compostos insolubles en aigua. Per ser absorbits, per tant, aquesta propietat ha de canviar parcialment. Una vegada mastegat l'aliment i ja barrejat amb la saliva passa a l'esòfag i l'estómac, on la lipasa gàstrica acaba de finalitzar el procés a nivell bucogàstric. És al budell on es completa la digestió amb l'ajuda de dues hormones: la *colecistoquinina* i la *secretina*. Aquestes fan sortir bilis (sals biliars) i suc pancreàtic (lipasa pancreàtica i altres components), gràcies als quals els greixos poden ser absorbits. La bilis és essencial per la digestió dels lípids i la seva absorció a través de la mucosa intestinal. Les molècules de les sals biliars tenen superfícies hidròfobes i

hidròfiles, és a dir, són amfipàtiques. Això els permet dissoldre's en una interfase d'oli-aigua de tal manera que la part hidròfoba està en contacte amb la fase apolar i la part hidròfila amb la part aquosa. Aquesta acció detergent emulsiona els lípids i dona lloc a la formació de micel·les que ja poden ser atacades per enzims hidrosolubles. Això facilita l'absorció dels lípids a través de la cèl·lula de la mucosa intestinal. La major part de la digestió es produeix per l'acció de la *lipasa pancreàtica*, una enzim poc comú, que requereix calci. Aquesta enzim catalitza la hidròlisi dels enllaços "éster" (entre els àcids grassos i la glicerina) a la interfase oli-aigua que he comentat abans (la que es forma a la superfície de la micel·la). El substrat de l'enzim que es degrada es troba a la fase apolar i naturalment l'altra substrat és l'aigua, ja que es tracta d'una hidròlisi (ha d'entrar una molècula d'aigua a cada enllaç per tal de trencar-lo). En resum, els productes de la digestió del greix comprenen una barreja de glicerol, àcids grassos lliures, monoacilglicèrids i diacilglicerols. Menys del 10% dels triacilglicerols (triglicèrids) originals resten sense hidrolitzar. Aquests productes ja poden ser absorbits pels enterocits, les cèl·lules de la mucosa intestinal. A l'interior de les cèl·lules de la mucosa intestinal, concretament al retícul endoplasmàtic i a l'aparell de Golgi, té lloc una resíntesi de triacilglicerols a partir dels productes d'hidròlisi abans obtinguts. Aquests triacilglicerols van a parar al sistema limfàtic on es formen complexos amb proteïnes, i conseqüentment, es formen els quilomicrons, dels quals en parlarem en el capítol del transport.

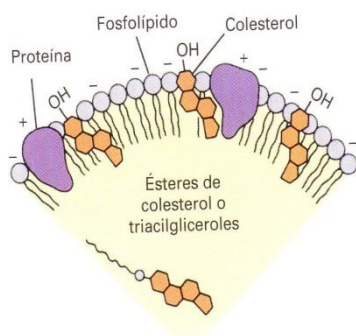
El Colesterol, pot procedir dels aliments o bé el pot formar el propi cos (colesterol endogen). Aproximadament el 50% és endogen. El Colesterol aportat per la dieta és absorbit gràcies a l'acció de les sals biliars i enzims pancreàtics.

Els Fosfolípids també s'absorbeixen gràcies a l'acció dels enzims esmentats, si bé no tenen tanta importància, ja que per cada dos grams de fosfolípids absorbits, se'n fabriquen dotze, és a dir, majoritàriament són d'origen endogen.

4.2- Transport

Els lípids són transportats per la sang (des de l'aport alimentari o des del teixit adipós), units a l'albumina (els de cadena curta o mitja) o a altres proteïnes. "*apoproteïnes*" (els de cadena llarga), que a l'associar-se amb els lípids passen a rebre el nom de *lipoproteïnes*.

Les lipoproteïnes doncs, estan formades per la unió d'àcids grassos, colesterol i fosfolípids amb les apoproteïnes que són el component polipeptídic. Aquests polipeptíds



tenen zones polars orientades cap a l'exterior de les lipoproteïnes que permeten la solubilitat en l'aigua de la sang i el transport dels lípids. A l'interior de les lipoproteïnes hi ha els lípids no solubles. Totes les lipoproteïnes comparteixen característiques estructurals comunes : una forma esfèrica amb una part interna on hi ha els components hidròfobs (lípids i aminoàcids apolars) i la part externa amb estructures proteiques hidròfiles i els grups de caps polars dels fosfolípids.

Les lipoproteïnes es classifiquen en funció de la seva densitat. Cada tipus de lipoproteïna té apoproteïnes característiques i una composició lipídica típica. Com que els lípids tenen una densitat molt més petita que les proteïnes, el contingut lipídic d'una classe de lipoproteïnes està inversament relacionat amb la seva densitat, així quan més quantitat de lípids, menor densitat. La classificació de les lipoproteïnes per ordre creixent de densitat és :

- Quilomicrons
- Lipoproteïnes de molt baixa densitat (VLDL)
- Lipoproteïnes de densitat intermitja (IDL)
- Lipoproteïnes de baixa densitat (LDL)
- Lipoproteïna d'alta densitat (HDL)

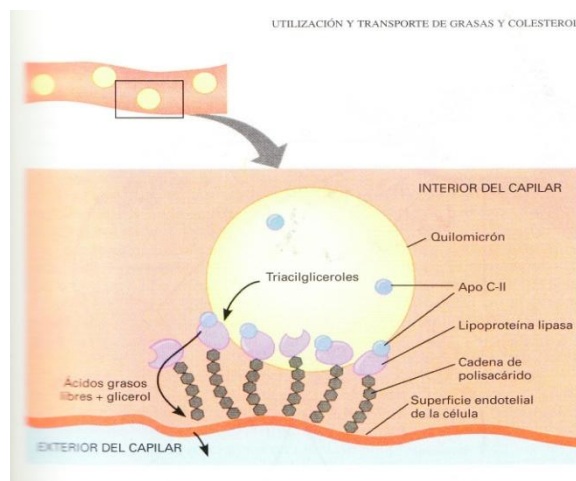


Els Quilomicrons són partícules que transporten el greix alimentari i entren al torrent sanguini a través dels vasos limfàtics. Estan formats sobretot per triglicèrids, però també tenen petites quantitats de colesterol, fosfolípids i l'apoproteïna corresponent. La seva estructura consisteix en una gota d'oli recoberta de lípids més polars i una capa externa proteica. Són fàcilment visibles al separar el sèrum d'una persona a la qual se li realitza una extracció de sang després d'un àpat copios (la prova consisteix en centrifugar la mostra. Un cop centrifugada, es pot veure un sobrenedant greixós).

En aquesta imatge es pot observar el resultat de la prova esmentada. Hi ha quatre fases ben diferenciades: la d'abaix de tot correspon al paquet d'hematies (color vermell fosc, seguidament, s'observa sèrum predominantment amb Colesterol HDL i LDL(color groguenc). A continuació, sèrum carregat amb VLDL (color rosat) i finalment la franja corresponent als quilomicrons , de color blanc.

Els triglicèrids dels quilomicrons van perdent els àcids grassos a mesura que passen a través dels diferents teixits. El fetge absorbeix els que queden, de manera que desapareixen de la sang en dos o tres hores. Els absorbits pel fetge juntament amb els que s'han produït, són empaquetats formant les lipoproteïnes de molt baixa densitat (VLDL) que són per tant: partícules de

gran tamany, riques en triglicèrids que bàsicament es produeixen al fetge. La seva funció és similar a la dels quilomicrons, si bé transportant greix endogen (el que es forma al fetge a partir dels altres nutrients) fins als capil·lars sanguinis. A les parets dels capil·lars s'hidrolitzen els triglicèrids dels VLDL, on s'hi lliuren àcids grassos que passen



al teixit adipós i al múscul, on s'usen com a combustible. Alguns d'aquests àcids grassos són absorbits per les cèl·lules pròximes mentre que d'altres, que continuen essent bastant insolubles formen complexos amb l'albumina sèrica per ser transportats a cèl·lules més llunyanes. Després de l'absorció, a la cèl·lula, el glicerol i els àcids grassos poden catabolitzar-se per tal de produir energia i els que sobren, es dipositen en les cèl·lules adiposes, per tornar a sintetitzar triacilglicerols.

Com a conseqüència de la hidròlisi dels triacilglicerols, als capil·lars, queden restes riques en proteïnes i les VLDL passen a IDL i LDL. Tant uns com altres són captats pel fetge a través d'uns receptors específics i degradats en els "lisosomes hepàtics". Les lipoproteïnes de baixa densitat LDL, són el producte final del metabolisme de les VLDL, el seu nucli està format principalment per esters de colesterol i la seva superfície només presenta un tipus d'apoproteïna, que és la "b". D'un 60 a un 80% del colesterol plasmàtic és transportat per les LDL cap al teixit perifèric. Els valors mitjans de LDL varien entre diferents poblacions degut a factors genètics i ambientals. Però l'alimentació en continua essent el principal factor determinant. Els seus nivells estan relacionats amb les malalties coronàries, ja que el que no es fa servir com a precursor d'hormones, vitamines o component de membranes, acaba dipositant-se a les parets de les artèries formant plaques d'ateroma.

Les lipoproteïnes d'alta densitat HDL transporten d'un 15% a un 40% de colesterol, però ho fan des de l'excés que presenten els teixits fins al fetge on serà metabolitzat o

eliminat. La seva principal proteïna és la “a1”. Hi ha proves de què les HDL protegeixen les parets dels vasos sanguinis. Per aquest motiu, a aquest tipus de colesterol se'l coneix com al beneficiós.



En aquesta imatge podem diferenciar tres sèrums, el de l'esquerra correspon a una mostra hiperlipèmica (turbidesa general), la del mig és un sèrum normal (sèrum transparent) i la de la dreta un sèrum hiperlipèmic amb abundància de quilomicrons. A la part de sota hi ha el paquet d'hematies, que correspon a l'hematòcrit.

Queda establert que una hipercolesterolèmia prolongada, causada per l'alimentació, l'herència (tendència genètica) o les dues coses, fa que els individus puguin patir una malaltia cardíaca. L'acumulació prolongada de colesterol contribueix a què es formin plaques d'ateroma (dipòsits greixosos que recobreixen les superfícies internes de les arteries, que fan que les seves parets siguin més rígides i disminueixen el diàmetre per on circula la sang). El mecanisme que inicia l'aterogènesi no és clar, però sembla que el Colesterol, que com hem vist abans és molt insoluble, es diposita als leucòcits que s'acumulen en zones de lesió arterial. Aquests leucòcits contenen un receptor d'eliminació similar al receptor de les LDL, que tenen les cèl·lules dels teixits per captar el colesterol de la sang per endocitosi. Està dissenyat per tal de fagocitar i eliminar LDL amb colesterol oxidat o danyat. Si l'excés de colesterol LDL no pot ser eliminat cap al torrent sanguini, aquests leucòcits es transformen en cèl·lules escumoses i s'acumulen per tal d'iniciar la formació de plaques d'ateroma. Cèl·lules farcides amb dipòsits greixosos que s'endureixen formant una placa que acaba obstruint el pas de la sang, causant infarts.

No està clara la relació entre els àcids grassos dels aliments i les concentracions de colesterol, però se sap que una dieta abundant en àcids grassos saturats s'associa a unes concentracions plasmàtiques elevades de colesterol, mentre que una dieta rica en àcids grassos poliinsaturats, redueix les concentracions de colesterol. La substitució dels greixos saturats per insaturats a la dieta tendeix a augmentar les concentracions de lipoproteïnes d'alta densitat a la vegada que fa que baixin les concentracions de

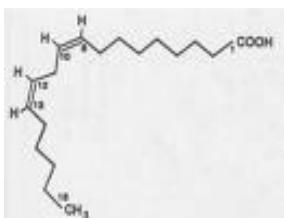
5- METABOLISME DELS ÀCIDS GRASSOS

A part de ser ingerits directament amb la dieta, els àcids grassos es poden formar al citoplasma de les cèl·lules a partir de l'acetil-CoA, que es pot obtenir dels hidrats de carboni o de les proteïnes i que per acció de l'acetil COA carboxilasa (enzim limitant de la velocitat que és regulat per diferents metabòlits i hormones.), és transformat en Malonil COA. Aquest, a través d'una sèrie de reaccions, es polimeritza i forma àcid Palmític, que s'incorpora en diferents rutes metabòliques d'allargament i dessaturació d'àcids grassos segons les necessitats de l'organisme. A partir de l'àcid Palmític s'obtenen els àcids grassos monoinsaturats més abundants de l'organisme: l'àcid palmitoleic (C16:1 ω -9) i l'oleic (C18:1 ω -9).

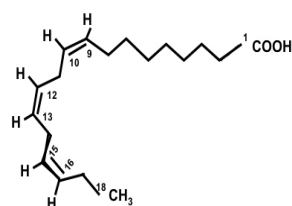
Àcids grassos essencials (AGE): S'anomenen àcids grassos essencials els àcids grassos que l'organisme necessita i no pot sintetitzar i que, per tant, han de ser subministrats amb la dieta. A partir d'ells i per reaccions successives d'allargament (introducció d'àtoms de Carboni) i de dessaturació (introducció de dobles enllaços) es van sintetitzant la resta.

D'aquesta manera, combinant l'aport i la biosíntesi, l'organisme és capaç d'aconseguir tots els àcids grassos que li fan falta. D'altra banda, com ja he comentat, l'excés de proteïnes i glúcids ingerits en la dieta, a través de diferents reaccions bioquímiques es converteixen fàcilment en àcids grassos que s'emmagatzemen en forma de triglicèrids. D'aquí la importància d'un aport equilibrat de tots els nutrients.

Són àcids grassos essencials *l'àcid linoleic*, precursor de la sèrie ω -6 i *l'àcid linolènic*, precursor de la sèrie ω -3.



Àcid Linoleic.



Àcid Linolènic.

Ja he comentat que per un correcte funcionament de les membranes és molt important la seva fluïdesa adaptada a les condicions de vida dels organismes. Per tant, la composició

d'àcids grassos que la formen ha de ser l'adequada. En concret és molt important l'equilibri ω -6 / ω -3.

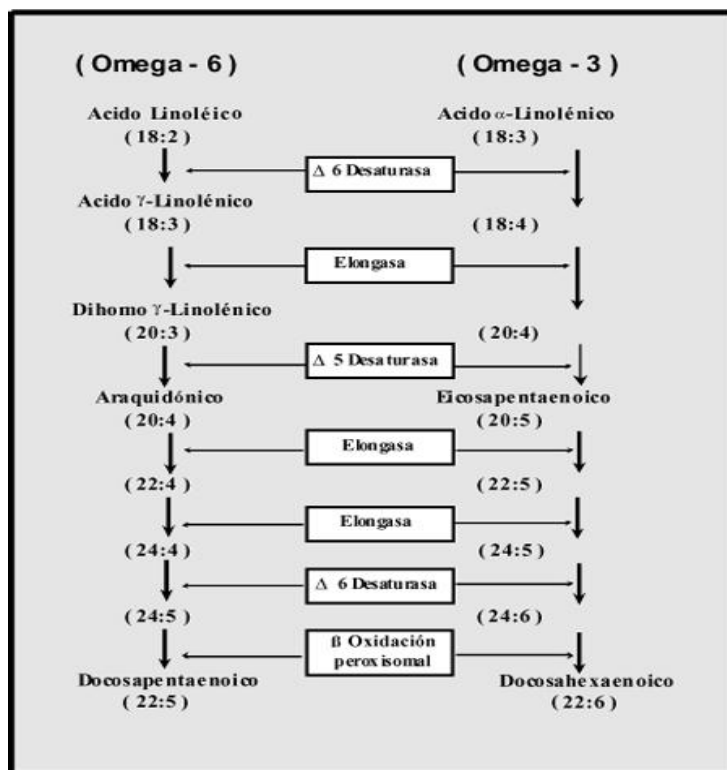
Els àcids oleic (ω -9), linoleic (ω -6) i linolènic (ω -3), com he comentat anteriorment, originen sèries d'altres àcids grassos insaturats de cadena llarga a través de l'allargament de la cadena d'àtoms de carboni (elongació) i de la introducció de dobles enllaços (dessaturació).

La conversió d'aquests tres àcids grassos, passa inicialment als microsomes (estructures que hi ha a l'interior de la cèl·lula). L'últim escurçament es produeix als peroxisomes (un altra tipus d'estructura diferent, derivada del dictiosoma de l'aparell de Golgi) en un procés anomenat "retroconversió o beta-oxidació" que consisteix en escurçar en dues unitats la longitud de les cadenes dels derivats més llargs de les sèries procedents de l'àcid linoleic = ω -6 i l'àcid linolènic = ω -3

Els vegetals i alguns animals aquàtics són capaços d'introduir dobles enllaços a les posicions ω -3, ω -6 i ω -9, per tant sintetitzen linolènic, linoleic i oleic a partir d'àcids grassos saturats. Els mamífers només podem introduir dobles enllaços a partir

del carboni 9, per això els àcids grassos de la sèrie 3 i 6 són anomenats àcids grassos essencials, ja que no es poden biosintetitzar i s'han d'ingerir.

Els àcids grassos essencials i l'àcid oleic, durant el seu metabolisme intracel·lular, estan sotmesos a processos d'allargaments de cadena i d'introducció de dobles enllaços fins arribar a formar àcids grassos de 24 àtoms de carboni i 6 dobles



enllaços. En aquests processos intervenen una sèrie d'enzims, les elongases, que són les responsables de la introducció de nous àtoms de carboni. Per tant, també ho són de l'allargament de les cadenes. Les desaturases (un altre enzim) introdueixen dobles

enllaços. Hi ha dos tipus de desaturases : la delta 5 i la delta 6. Aquesta última està regulada per factors endocrins com la insulina i per factors farmacològics (com alguns fàrmacs), i pels productes de 20 i 22 àtoms de carboni obtinguts en el procés.

La delta 6 té més afinitat per l'àcid linolènic que per l'àcid linoleic, de manera que si l'aport de linolènic és elevat inhibeix competitivament la formació dels derivats més insaturats del linoleic, en canvi si l'aport de linolènic es baixa s'incrementa la formació de derivats del linoleic.

A partir d'evidències experimentals, s'ha vist que la relació òptima ω -6/ ω -3 per arribar a tenir un equilibri dels àcids grassos derivats de les dues sèries, ha de ser pròxima a 5:1. Aquests límits són àmpliament sobrepassats en el nostre entorn degut a la gran ingesta d'omega 6 a les nostres dietes i a l'escassa d'omega-3.

Quan a l'alimentació hi ha deficiència d'àcid linoleic (ω -6) i linolènic (ω -3), l'organisme utilitza l'àcid oleic, que és l'àcid gras més abundant als teixits, fins a donar àcid eicosatrienoic, del qual normalment només se'n troben traces. Un augment d'aquest àcid gras es considera un índex de deficiència d'àcids grassos poliinsaturats, ja que l'afinitat de l'àcid oleic per les desaturases és molt baixa, per tant, només s'obtidran productes derivats del seu metabolisme en el cas que l'àcid linoleic i linolènic no estiguin presents a la dieta.

A partir de la sèrie ω -3, amb l'àcid linolènic (C18:3 ω -3) es sintetitzen l'àcid eicosapentaenoic = EPA (C20:5 ω -3) i el docosahexaenoic = DHA (C22:6 ω -3). Tot i que el procés de sintetització d'aquest últim és molt poc efectiu.

A partir de la sèrie ω -6, amb l'àcid linoleic (C18:2 ω -6) es sintetitza l'àcid dihomogammalinolènic = DGLA (C20:3 ω -6) i araquidònic = AA (C20:4 ω -6), àcids importants en quan a la composició de les membranes, però normalment en quantitats excessives (sobretot l'AA) degut a la nostra dieta, i això és perjudicial.

Tal com es pot veure a la figura de la pàgina anterior, l'etapa final del procés d'elongació-desaturació als microsomes, produeix un àcid gras de 24 àtoms de carboni i cinc dobles enllaços a partir de l'àcid gras essencial linolènic; i sis dobles enllaços a partir del linoleic. Aquests àcids són transportats a l'interior dels peroxisomes on té lloc una beta-oxidació (eliminació d'un acetat del final de l'àcid gras, amb l'escurçament de 2 àtoms de carboni) convertint-se en àcid docosopentanoic = DPA (C22:5 ω -6) i docosahexanoic = DHA (C22:6 ω -3). Aquest últim procés es coneix amb el nom de **retroconversió**.

El producte entremig més important del metabolisme de l'àcid linoleic "AL", es l'àcid araquidònic= AA (C20:4 ω -6) i el de l'àcid linolènic "ALN" és l'àcid eicosapentaenoic =EPA (C20:5 ω -6)

Aquests àcids grassos provinents de la dieta o de suplementos dietètics s'utilitzen per tal de formar part de la composició de les membranes cel·lulars i sintetitzar Icosanoides. Els que sobren es destinen a produir energia a partir de la beta oxidació, que té lloc a l'interior dels mitocondris de totes les cèl·lules del cos menys a les del cervell i les del ronyó .

La transformació de L'àcid linoleic en àcid araquidònic i de l'àcid linolènic en àcid docosahexanoic, es porta a terme al fetge des d'on aquests són transportats a la perifèria formant part dels fosfolípids i triglicèrids de les lipoproteïnes de molt baixa densitat (VLDL) i la seroalbúmina. Finalment, són incorporats selectivament als lípids de membrana en varis tipus de cèl·lules, sobretot en aquelles que tenen funcions especials, tals com les cèl·lules cardíques, musculars, nervioses i immunològiques.

6- PRODUCCIÓ D'ICOSANOIDES

La resposta inflamatòria és fonamentalment una resposta de caràcter protector, però quan es perpetua constitueix el mecanisme que inicia un gran nombre de malalties com l'aterosclerosi, infeccions persistents, malalties autoimmunes (artritis, lupus) i malalties inflamatòries intestinals. Les cèl·lules del sistema immune activades (leucòcits), són susceptibles a canviar la proporció dels àcids grassos de la seva membrana segons l'aport dietètic. Això fa que es moduli la producció de mediadors químics amb diferents funcions hormonals (icosanoides) i es determini la intensitat de la resposta inflamatòria que generen aquests leucòcits.

Els icosanoides són productes derivats, per oxidació, dels àcids grassos poliinsaturats de 20 àtoms de carboni, principalment de l'àcid àraquidònic (AA), derivat de l'àcid linoleic

(sèrie omega-6) i

de l'àcid

eicosapentaenoic

(EPA), derivat de

l'àcid linolènic

(sèrie omega-3).

Aquests s'obtenen

dels fosfolípids

de membrana

que a la seva

vegada depenen

de la proporció

d'àcids grassos

ω -6/ ω -3 de la dieta ingerida. Els icosanoides tenen una vida molt curta, actuen

localment de forma auto crina (sobre la mateixa cèl·lula que els produeix) o para crina

(sobre cèl·lules del voltant). Intervenien en processos biològics com la inflamació i

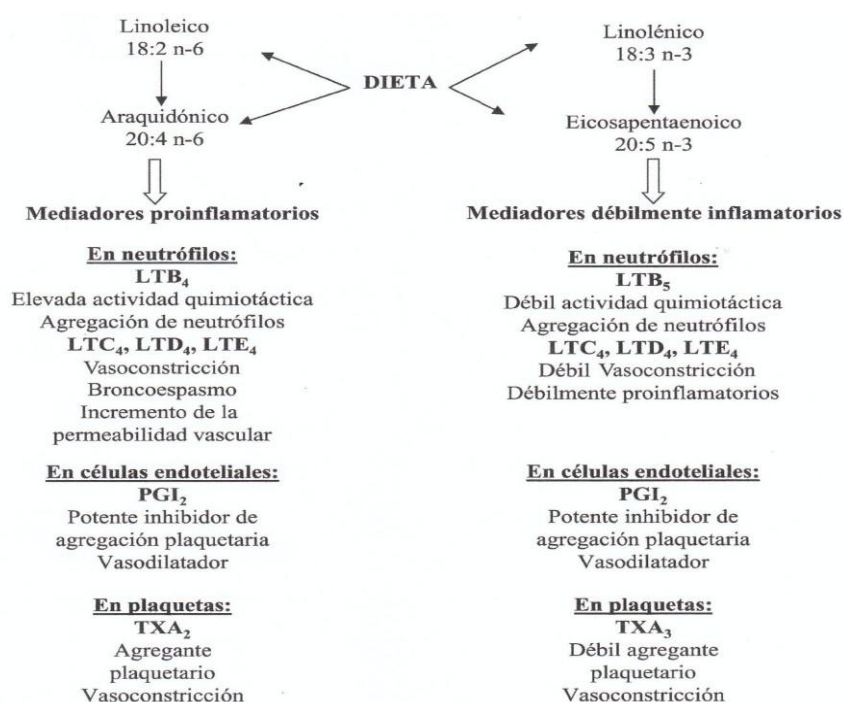
l'hemostàsia contribuint a cronificar els processos inflamatoris.

La síntesi dels icosanoides s'inicia per l'acció de les fosfolipases, enzims que hidrolitzen

els àcids grassos dels fosfolípids de les membranes. Més tard, es modifiquen a partir

d'enzims com la ciclooxigenasa (COX) i la lipoxigenasa (LPOX), que són enzims

específics i encarregats de sintetitzar prostaciclins (PC), prostaglandines (PG),



tromboxans (TX) i leucotriens (LT). La sèrie a la qual pertanyeran, dependrà de l'àcid gras precursor i de la cèl·lula on es metabolitza.

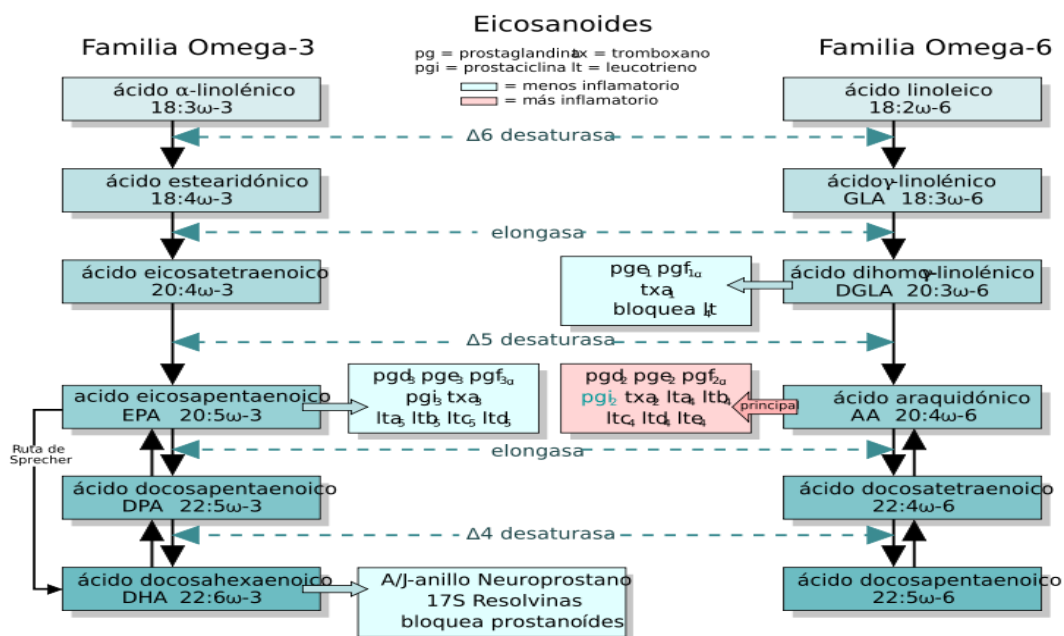
Molts canvis que produeixen els AGPI (Àcids Grassos Poliinsaturats) ω -3 i ω -6 al sistema immune estan mediat per canvis en la producció d' Icosanoides, tal com ja s'ha explicat abans.

A Partir de l'àcid araquidònic (AA), derivat de l'àcid linoleic (ω -6), s'obtenen prostaglandines de la sèrie "2", tromboxans i leucotriens de la sèrie "4", que són inflamatoris. També són coagulants i vasoconstrictors, és a dir, són molt perjudicials per la salut si es troben en excés al nostre organisme, si bé són necessaris, ja que la reacció inflamatòria és imprescindible per tal de protegir-nos d'atacs externs.

A partir de l'àcid eicosapentaenoic (EPA), derivat de l'àcid linolènic (ω -3) es sintetitzen prostaglandines de la sèrie "3", tromboxans i leucotriens de la sèrie "5" amb activitat antiinflamatòria, anticoagulant i antivasodilatadora.

En canvi, a partir de l'àcid dihomogammalinolènic (DGLA), precursor de l'àcid araquidònic (AA), se'n deriven prostaglandines, tromboxans i leucotriens de la sèrie "1". De manera molt concisa podem dir que tenen una acció antiinflamatòria, anticoagulant i antivasoconstrictora, és a dir, són beneficiosos per la salut .

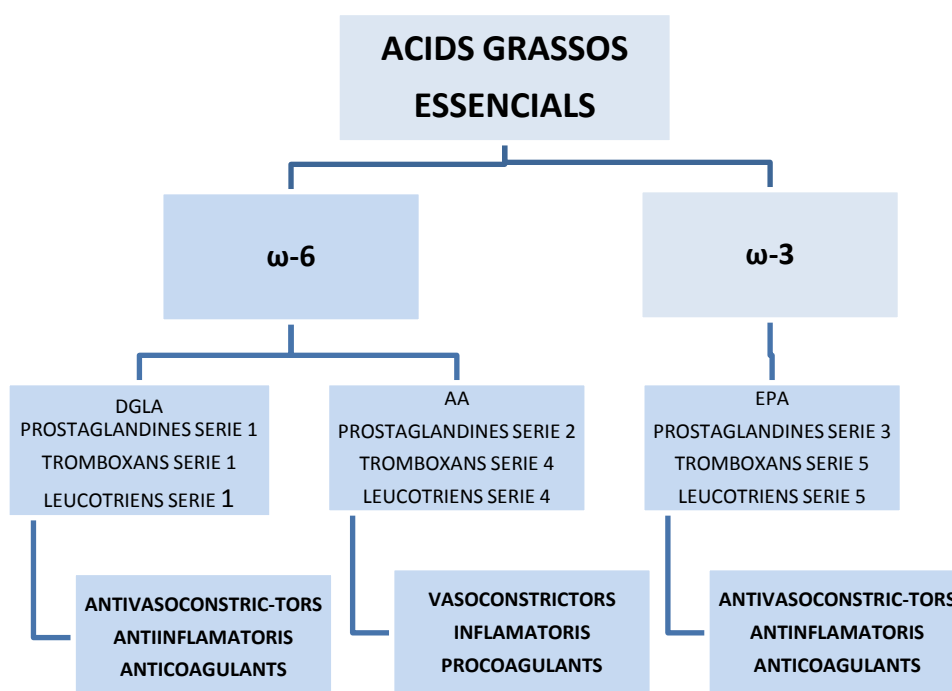
El procés de manera esquemàtica quedaria de la següent manera:



6.1- Classificació i efectes biològics dels icosanoides

De tot aquest estudi se'n deriva la gran importància metabòlica de l'equilibri entre la síntesi d'aquests tres àcids grassos. La sèrie ω -6 proporciona l'àcid dihomogammalinolènic "DGLA" a partir del qual se'n deriven icosanoides antiinflamatoris. L'àcid dihomogammalinolènic presenta una inèrcia natural per sintetitzar l'àcid araquidònic "AA". D'altra banda, a partir de la sèrie ω -3 s'obté àcid eicosapentaenoic "EPA" (amb activitat antiinflamatòria). Quan hi ha un desequilibri a favor de l'AA, estem davant d'una situació metabòlica pro inflamatòria.

Per tant, resulta que una de les funcions més importants dels àcids grassos essencials és mantenir controlats els components dels processos actius de la inflamació. Si per exemple tinguéssim un excés d' ω -6 ens generaria un excés de processos inflamatoris, però un defecte tampoc és bo, ja que són aquests processos inflamatoris els que ens protegeixen. Per tant, llavors estariem indefensos. D'altra banda, un excés d' ω -3 també ens generaria una situació antiinflamatòria.



Les prostaglandines i els productes relacionats es consideren hormones d'acció local (autocrines o paracrines, com he comentat abans). Quan són secretades pels leucòcits de la línia mieloide (granulòcits) intervenen en la resposta inflamatòria. Actuen gràcies a la unió de receptors cel·lulars específics que desencadenen un tipus de reacció. Per tant, la vasodilatació i la vasoconstricció, augmenten la permeabilitat dels capil·lars i la

contracció de la musculatura llisa, fet molt important en l'úter de la dona . Al semen humà, també hi ha petites quantitats de prostaglandines per tal d'afavorir la contracció de l'úter. Com a conseqüència, es provoca l'ascensió dels espermatozoides a les trompes uterines (trompes de Falopi). De la mateixa manera, són alliberades durant la menstruació per afavorir el despreniment de l'endometri. Així, els dolors menstruals són tractats moltes vegades amb inhibidors de l'alliberament de prostaglandines. Aquestes estimulen les terminacions nervioses del dolor i al mateix temps, mantenen la integritat de la mucosa gàstrica. Fet que s'oposa directament a l'acció dels “antiinflamatoris químics” usats per combatre el dolor, ja que actuen inhibint la formació de les prostaglandines i deixen la mucosa gàstrica vulnerable a l'acció de l'àcid de l'estómac amb el perill de contraure úlceres i lesions. Per això, entre altres motius, és important mantenir l'equilibri ω -6/ ω -3. Per tant, no ens podem limitar a eliminar l' ω -6 per tal de reduir els problemes inflamatoris.

7- PRINCIPALS EFECTES DELS OMEGA-3

7.1- Regulen els nivells de triglicèrids i colesterol HDL en sang

<i>Estudi Ingesta 4g/dia durant 18 dies</i>	<i>Nº persones de l'estudi</i>	<i>Nivell de triglicèrids A l'iniciï de l'estudi</i>	<i>Nivell de triglicèrids Al final de l'estudi</i>	<i>Disminució En mg/dl</i>	<i>Disminució en %</i>
<i>Durrington et al 2001</i>	59	404 mg/dl	267 mg/dl	137 mg/dl	33,9%
<i>Calabressi et al 2000</i>	14	248 mg/dl	184 mg/dl	64 mg/dl	25,8%
<i>Pownall et al 1999</i>	41	801 mg/dl	512 mg/dl	299 mg/dl	58,4%
<i>Harris et al 1998</i>	42	911mg/dl	508 mg/dl	403 mg/dl	79,3%
<i>Markness et al 1995</i>	95	351	255	96 mg/dl	27,3%

Una vegada comparats els diferents treballs que he trobat, se'n poden extreure algunes conclusions : la primera és que *el tractament (d'omega 3) ha fet que es reduís la concentració de triglicèrids. Quants més triglicèrids sèrics hi havia abans de començar el tractament, major ha estat la reducció en % obtinguda.*

En quant als seus efectes sobre el Colesterol, s'ha vist que disminueixen el Colesterol total una mitjana d'un 5%, al mateix temps que augmenta l'HDL un 10% i disminueix l' LDL un 7%.

7.2- Protectors en front de les malalties cardiovasculars

Els àcids grassos saturats augmenten en general els nivells de Colesterol. Aquest efecte agafa importància quan el % d'àcid linolènic (ω -3) és inferior al 3% de l' aport calòric global. Aquest fet és degut a què es produeix una disminució de l'activitat dels receptors hepàtics de l' LDL. Conseqüentment, disminueix també la seva depuració. L'ingesta d' ω -3 redueix el risc vascular en els diversos àmbits.

7.2.a- Prevenició de l'aparició d'arítmies.

El fet que els ω -3 puguin prevenir l'aparició d'arítmies es deu a què aquests tenen la capacitat d'estabilitzar elèctricament el cor a l'assegurar la disponibilitat del calci, tal com s'ha explicat a la pàgina 17. També modulen els canals de Na i K.

7.2.b- Efecte antitrombòtic.

L American Heart Association i la European Society of Cardiology, han constatat que els ω -3 tenen un efecte antitrombòtic i disminuïdor de les arítmies. Recomanen com a prevenció l'augment del consum d'àcids grassos omega-3 a 1g/dia , ja sigui a través de l'alimentació o de suplementos.

7.2.c- Augmenta l'esperança de vida dels pacients amb infarts

El fet d'aquest augment d'esperança de vida es degut a què els ω -3 tenen un efecte antitrombòtic (prevenint la formació de coàguls), antiinflamatori i vasodilatador (disminueixen la pressió arterial).

Els estudis que ho corroboren es basen en dades epidemiològiques dels esquimals de Groenlandia, població amb una molt baixa incidència de malalties cardiovasculars tot i tenir una alta ingesta de greix, però amb la característica de què aquesta grassa prové en gran part del consum de peix i altres animals marins. Per tant, és molt rica en àcid gras omega-3. Aquesta dieta es va associar a uns baixos nivells de triglicèrids en sèrum i en un augment del temps de sagnada (efecte antitrombòtic).

7.3- Disminueixen la inflamació

La inflamació consisteix en la resposta de l'organisme contra un atac extern o una infecció. Aquesta resposta dóna lloc a una sèrie de reaccions que tenen com a finalitat eliminar els agents causants del dany i reparar els teixits afectats. No obstant, si aquesta reacció és excessiva o injustificada, els efectes secundaris poden ser molt perjudicials. Els mediadors inflamatoris produïts són els responsables dels danys ocasionats als teixits. Primer donen una resposta local i després, estenen l'acció a la resta del cos. Si el primer pas no ha portat a un resultat positiu, com ja hem dit, s'estén l'acció. Per tant, són els responsables de l'aparició de la febre, de la falta de gana, de la proteòlisi, de la lipòlisi i d'un augment per part del fetge en la producció de reactants de fase aguda. Aquests mediadors (icosanoides) provenen de la bicapa lipídica de les membranes, principalment dels glicerolípids i esfingolípids. Són alliberats per alguns leucòcits i actuen com a senyals sobre altres cèl·lules. Dins d'aquestes, a partir de reaccions modulades per diferents enzims, es produeix una amplificació de resposta. Ja he mencionat la importància de la proporció "AA/EPA" sobre el balanç d'icosanoides perjudicials i beneficiosos. De totes maneres, s'ha vist que encara que hi hagi quocients

molt baixos, si els nivells d' ω -3 també ho són, pot passar que no es permeti l'expressió dels efectes de la cascada de la sèrie ω -3 .

7.3.a- Efecte antiasmàtic.

Els derivats icosanoides de l'àcid araquidònic, especialment les prostaglandines "D2" i els productes obtinguts per l'acció de les lipoxigenases a les cèl·lules inflamatòries pulmonars "LTC4, LTD4 i LTE4", s'han trobat a la sang i als rentats alveolars de les persones afectades d'asma. A més a més, les prostaglandines "E2" predisposen a les reaccions al·lèrgiques a l'actuar sobre els limfòcits B, ja que estimulen la formació d'anticossos que s'uneixen a la superfície d'alguns leucòcits (IgE) com granulòcits, basòfils i alguns mastòcits, que són els que secreten substàncies que provoquen les reaccions inflamatòries. Aquest augment de malalties asmàtiques, s'ha associat sobre tot en nens, amb una elevada ingesta d'àcids grassos provinents de la família ω -6. No obstant, s'han obtingut bons resultats en estudis en els quals s'ha donat suplementació dietètica d'àcids grassos ω -3. Els resultats han estat molt concloents en nens, malgrat que no ho han estat tant en adults.

7.3.b- Efecte sobre malalties inflamatòries digestives.

L'aparell gastrointestinal està exposat constantment a reaccions amb components alimentaris que interactuen amb les cèl·lules. Hi ha algunes malalties cròniques de l'aparell digestiu que estan basades en processos inflamatoris. Aquestes, poden millorar amb facilitat si es porta un control de la ingesta d'àcids grassos ω -3 a de la dieta. De fet, últimament, s'han realitzat molts estudis dels quals s'han extret una clara i comuna conclusió: amb la dosis adequada d'àcids grassos ω -3, es pot aconseguir una remissió d'algunes malalties inflamatòries digestives, tal com s'ha observat en la malaltia de "Crohn". No obstant, no hi ha prou evidència científica per afirmar el mateix sobre la colitis ulcerosa. La diferència entre les dues malalties és que la primera presenta una afectació de tot el tracte digestiu. Començant des de la boca fins a l'anús, presentant una màxima afectació en l'ili i el colon. En canvi, en la segona, la mucosa del colon és la que es troba majoritàriament afectada.

En aquestes malalties els icosanoides inflamatoris (LTB4) i les citoquines són produïts in situ per les cèl·lules immunitàries (granulòcits).

La recent incorporació d'àcids grassos ω -6 en l'alimentació al Japó, que fins ara estava basada en una elevada ingesta d'àcids grassos ω -3, ha vingut seguida d'un augment

espectacular d'aquest tipus de malalties. Fet que sembla corroborar tots els estudis que fins ara s'estan fent.

7.3.c- Milloren l'artritis reumàtica

Aquestes malalties inflamatòries estan caracteritzades per inflamacions a les articulacions, rigidesa i osteoporosi. Aquestes inflamacions es deuen a la participació de les cèl·lules inflamatòries (macròfags, granulòcits, limfòcits T) i de tots els mediadors inflamatoris (citoquines, interleuquines, típics factors pro inflamatoris i proteïnes produïdes localment per les cèl·lules del sistema immunitari presents als fluids sinovials).

La importància dels factors inflamatoris, en aquests tipus de malalties, es posa en manifest ja que s'usen antiinflamatoris farmacològics per tal de remetre els símptomes. Molts estudis realitzats amb aportos d'oli de peix a dosis de 3,5 g /dia (EPA + DHA) han demostrat la seva efectivitat, ja que s'ha pogut anar reduint l'administració dels antiinflamatoris convencionals. Aquests efectes s'expliquen degut a les seves propietats antiinflamatòries, que estan basades en la regulació del metabolisme dels Icosanoides.

L'evidència dels beneficis de l'aport d' ω -3 és molt forta i es recomana, que els suplementos d'oli de peix en malalts amb aquests tipus de malalties, formin part de la teràpia standard.

Smith et Al, al 1991, van demostrar que el consum d' 1,3 g d' EPA + DEA al dia feia que es produís una inhibició quasi màxima de la producció d'icosanoides pro inflamatoris.

Caterina et al. van establir una relació entre l'ingesta d'omega 3 i la disminució de les expressions de molècules d'adherència que participen en les interaccions entre leucòcits i cèl·lules endotelials. Les cèl·lules endotelials són les que formen el recobriment interior dels vasos sanguinis. Aquest fet, m'ha portat a pensar que al disminuir aquesta expressió, en realitat estem aconseguint disminuir l'inici de la formació de la placa d'ateroma, i conseqüentment, la de l'arteriosclerosi.

Calder PC, 2006 va demostrar que amb una ingesta d'omega 3 s'aconseguia una disminució en la producció de TNF, IL1 i IL6.

Montzioris E, Cleland LG van quantificar les reduccions en una disminució de PGE2 del 26%, TXB4 del 36% i ILB de 20%.

7.4- Mantenen la integritat de les neurones

Un tema molt important és la seva participació en les estructures membranoses de les cèl·lules de l sistema nerviós central. Així, el teixit nerviós central conté aproximadament un 60% de lípids com a pes sec i d'aquests, més de la meitat estan formats per DHA (Àcid docosahexanoic).

Els àcids grassos omega-3, en especial EPA i DHA, es concentren selectivament en el cervell i suposen el 20% del total de la composició bioquímica de les membranes de les cèl·lules nervioses. Les sinapsis o els contactes de comunicació entre les cèl·lules nervioses, contenen una major proporció d'Àcids grassos ω -3, un **60%**. Per tant, són imprescindibles perquè els senyals entre les neurones circulin de manera eficient. Si no n'hi ha suficients, les senyals entre neurones poden fallar o no funcionar bé, fet que s'ha relacionat amb l'augment d'intents de suïcidis, depressions, comportaments violents i impulsius.

Nivells baixos de DHA també s'han associat amb una menor capacitat d'aprenentatge i conductes agressives en adolescents.

De fet, hi ha un estudi elaborat a Suècia per la *Dra Maria Aberg* de la Universitat de Göteborg, que va consistir en una prova feta amb 5000 adolescents de 15 anys. L'estudi consistia en què a la meitat se'ls va donar una dieta amb omega3, és a dir, que contenia peix blau (almenys dos cops a la setmana) i a l'altra meitat una dieta deficitària amb omega-3, només un cop a la setmana. Als 3 anys se'ls van fer unes proves d'aprenentatge i es va poder constatar com els que havien pres una dieta amb el suficient contingut omega 3, treien millors puntuacions que l'altre grup.

Aquest fet, s'explicava perquè els adolescents durant un petit període del seu creixement són especialment sensibles a desenvolupar completament les connexions cerebrals necessàries per al comportament emocional, social i intel·lectual, segons al qual responen a un dany físic o a la capacitat per adoptar noves habilitats. Al desenvolupament d'aquesta connexió i reorganització a l'interior del cervell que es produeix els últims anys de l'adolescència s'anomena « *plasticitat* » i amb aquest estudi es va demostrar com s'hi pot intervenir a fi de millorar les aspectes abans mencionats.

Els últims descobriments semblen associar-los també amb "l' Alzheimer", malaltia que està augmentant a gran velocitat. En els últims anys, molts estudis s'han centrat en la influència de la dieta i els suplementes de diferents nutrients sobre aquestes malalties.

Una de les investigacions més recents ha estat realitzada per un equip de científics de d'institut Karolinska a Estocolm (Suècia). Van estudiar l'efecte de dos tipus d'àcids

omega-3 (DHA i EPA) en un grup de 174 pacients amb aquesta malaltia. L'estudi es va dividir en dos períodes de 6 mesos. Va consistir en què durant els sis primers mesos, 89 dels pacients van prendre omega-3 (1.7 grams de DHA i 6 grams d'EPA), mentre que els altres 89 se'ls va donar un placebo. Els altres 6 mesos, a tots se'ls va donar el tractament d'omega-3. Abans de començar el tractament, al cap de sis mesos i al cap d'un any; tots van ésser sotmesos a uns estudis d'anàlisi de sang. Es mesurava la pressió arterial i es realitzaven tests per avaluar les capacitats cognitives. Després dels sis mesos, l'empitjorament cognitiu del grup tractat, va ser molt més lleu que l'evolució cognitiu del grup sense tractar. No obstant, a l'últim estudi es va desaccelerar el deteriorament cognitiu entre els del grup que no s'havia tractat el primer mig any. Però això, només va funcionar en un grup de 32 persones que tenien la malaltia molt poc desenvolupada. Per aquesta raó, aquests resultats no van ser considerats molt importants i van ser publicats a la revista "*Archives of Neurology*".

Els mecanismes a través dels quals els àcids ω -3 interfereixen a les característiques psicofisiològiques de l'Alzheimer no estan clars, però sembla que té relació amb la seva propietat antiinflamatòria. Per tant, això explicaria que només fossin efectius quan la malaltia es trobava en una fase inicial.

Més tard, el neuròleg *David Horrobin* va comprovar que tractaments complementaris amb omega-3 milloraven patologies tals com dislèxia, esquizofrènia i Alzheimer.

També s'ha demostrat la influència que tenen els àcids grassos ω -3 en els comportaments agressius.

Sarah M. Conklin, del departament de psiquiatria de la Universitat de Pittsburgh (EEUU), va demostrar amb estudis científics fets a un grup d'adults sans amb una mitja d'edat de 45 anys, com baixos nivells d'EPA s'associaven a alts nivells de comportaments impulsius i hostils.

El DR Malcom Peet, professor de psiquiatria de la Universitat de Sheffield d'Anglaterra i estudiós des de fa anys dels efectes dels àcids grassos ω -3 en la depressió i l'esquizofrènia, va publicar un estudi titulat "*Comparació dels efectes dels Àcids Grassos ω -3 i la Fluoxetina en pacients amb Trastorn Depressiu major*". Va dividir els pacients en tres grups, al primer els va donar 1 gram d'EPA, al segon 20 g de Fluoxetina (Prozac®, antidepressiu químic) i al darrer una combinació dels dos. Va demostrar que després de 8 setmanes de tractament, els dos primers grups van obtenir uns resultats similars. No obstant, el grup que va prendre la combinació dels dos, va obtenir els millors resultats.

Un estudi fet pel *Dr. Bassant Puri*, expert en Ressonància Magnètica del London Imperial College i més tard un altre estudi realitzat per *Conklin*, va demostrar a través d'un grup format de 50 pacients, com una elevada ingesta d'Àcids Grassos ω -3, en concret EPA, van provocar canvis beneficiosos i verificables anatòmicament, en zones del cervell en les quals havia augmentat el volum de la matèria gris en la zona que regula les emocions. Aquesta zona, està implicada en les depressions.

També hi ha estudis que corroboren que l'EPA millora l'esquizofrènia, així *Malcoom Peet* va elaborar un estudi en 45 pacients esquizofrènics que seguien la medicació corresponent a aquesta malaltia. Els va separar en tres grups, a uns els va donar EPA, als altres DHA i als altres un placebo. Va constatar com els que van prendre EPA van obtenir una puntuació sensiblement més baixa en l'escala PANNS (Positive and Negative Syndrome Scale). Aquest estudi, també va ser corroborat amb les dades de Ressonàncies Magnètiques que van demostrar una reducció en el tamany dels ventricles i un augment del teixit cerebral.

Investigadors de la Universitat de "Purdue" han fet anàlisis de composició d'Àcids Grassos en 53 nens, d'edats compreses entre 6 i 12 anys, diagnosticats com a hiperactius i 43 nens en bon estat i han vist com els nens hiperactius tenen nivells significatius més baixos d'EPA i DHA a la seva sang que els nens que es troben en bon estat.

Investigadors de la Universitat d'Auckland han fet un estudi amb anàlisis sanguinis d'Àcids Grassos a 48 nens hiperactius i 49 nens que no sofrien la malaltia, observant que els primers tenen nivells de DHA significativament més baixos en sang. A part, també van demostrar que els nens necessiten tres vegades més Àcids Grassos Essencials que les nenes per tal d'obtenir el mateix desenvolupament neonatal i infantil, el que coincideix amb el fet que hi ha molt més nens hiperactius que nenes.

7.5- Efectes anticancerígens

Es creu que el 80% dels tumors malignes són provocats per la interacció genètica de cada individu amb factors ambientals i hàbits de vida. Es considera que aquests podrien ser evitats o disminuïts mitjançant canvis en la dieta. El consum d'àcids grassos ω -3 contribueix a prevenir el càncer de mama, de pròstata, de colon, etc. També és capaç de reduir el risc de metàstasi, ja que s'ha demostrat que els ω -3 tendeixen a reduir el creixement de cèl·lules cancerígenes, això és degut a la provocació de l'apoptosi (mort cel·lular programada de les cèl·lules cancerígenes).

Fa 24 anys, *Bergstrom, Samuelsson i Vane* van rebre el Premi Nobel de Medicina per esbrinar que la deficiència d'àcids grassos ω -3 desencadena tota una sèrie de patologies i per descobrir el seu paper com a mediadors cel·lulars dels icosanoides. Des de llavors, s'han fet investigacions sobre els diferents efectes que aquests àcids poden tenir en diverses malalties. Epidemiològicament, ja es coneixia l'existència d'alguna relació entre les seves ingestes i els càncers, donat que poblacions com les del Japó o les dels esquimals en tenen uns baixos índexs. Aquests, tenen en comú un elevat consum d'omega-3 a les seves dietes. No obstant, no ha estat fins fa molt poc que s'ha pogut establir una determinada relació. Actualment, s'estan portant a terme bastants estudis que intenten relacionar una disminució dels nivells d'Àcids Grassos en sang, amb un augment de les patologies anomenades "càncer".

Un estudi fet a la Universitat de Pittsburgh, acaba de demostrar que els àcids grassos ω -3 (DHA i EPA) són útils per prevenir i tractar el càncer de fetge. Un altre estudi realitzat per la Universitat de Manchester ha demostrat el mateix pel que fa al càncer de pàncrees.

Aquests estudis acaben de fer-se públics en el marc de la reunió anual de la "*Societat Americana per a la Investigació del càncer*" el passat mes d'abril de 2010, a Washington.

El Dr. *Tong Wu* va comprovar en un experiment "in vitro" (de laboratori) com l'EPA, DHA i AA actuaven en cèl·lules cancerígenes humanes que es veien afectades per càncer.

Un cop finalitzat l'experiment, va observar com les cèl·lules tractades amb EPA i DHA inhibien el seu creixement en un grau més o menys gran segons la dosi administrada, mentre que les cèl·lules tractades amb AA no tenien cap modificació.

A més a més, a partir de diferents "estudis" s'ha vist que tractaments amb EPA i DHA disminueixen indirectament els nivells d'una proteïna anomenada "betacatenina" que té la capacitat de promoure el creixement cel·lular en general, incloent el de les cèl·lules tumorals i que es troba present de forma massiva en el desenvolupament de varis tumors.

7.6- Activitat antiaging

L'envelliment és un procés fisiològic, irreversible i inevitable que depèn de varis factors, tot i que cada dia se li dóna més importància a la creença que és la manca d'energia l'última causa d'una sèrie de desordres cel·lulars que condueixen a

l'envelliment. Aquest, no sembla estar lligat exclusivament a factors genètics sinó també a un conjunt de causes que generen danys cel·lulars acumulatius, fins que aquests arriben a un "punt" a partir del qual l'envelliment ja és impossible d'aturar.

La mitocondria, sembla ser l'òrganul base de l'envelliment. En ella es produeixen la gran majoria de radicals lliures (grups químics molt oxidats que alteren les molècules orgàniques de les cèl·lules) com a conseqüència de les reaccions bioquímiques que tenen lloc en el seu interior (estrès oxidatiu). La provisió energètica de la cèl·lula és indispensable per tal que aquesta pugui executar totes les funcions cel·lulars. Quan no hi ha suficient aport, la cèl·lula no funciona adequadament i ocasiona un dany molecular que esdevindrà un dany funcional. Per tant, la formació de radicals lliures és inevitable i està lligada a l'obtenció d'energia basada en l'oxidació dels macronutrients.

Davant aquest estrès oxidatiu, l'organisme ha elaborat un sistema complex de defensa antioxidatiu tant a nivell intercel·lular i intracel·lular, com a nivell de les membranes i del medi extra membranós.

El problema que es planteja especialment a nivell nutricional és com es pot intervenir en l'agressió oxidativa per tal que aquesta sigui la menor possible. És aquí on entra el gran interès actual per la presència d'antioxidants a la dieta, però aquests components només funcionen quan la cèl·lula n'és deficitària i s'ha demostrat que un excés pot ser perjudicial. Per tant, sembla que la manera més eficaç per lluitar contra el procés oxidatiu és la d'aconseguir una estructura cel·lular menys oxidable, és a dir, una membrana cel·lular i sobre tot mitocondrial més resistent a l'atac oxidatiu. L'objectiu, és que aquesta sigui capaç de reduir el grau d'insaturació a base d'augmentar l'àcid oleic i disminuir el linoleic. Aquesta bio manipulació de les membranes es pot portar a terme a través de la inclusió a la dieta d'olis de diferent grau d'insaturació que condicionen la composició en àcids grassos dels fosfolípids de membrana.

Hi ha bastants estudis que demostren que la taxa de supervivència de persones amb malalties coronaries és més llarga en aquells que tenen nivells elevats d'omega-3. També s'ha pensat que es pot aplicar a persones sanes, però de moment encara no hi ha cap estudi que ho avaluï.

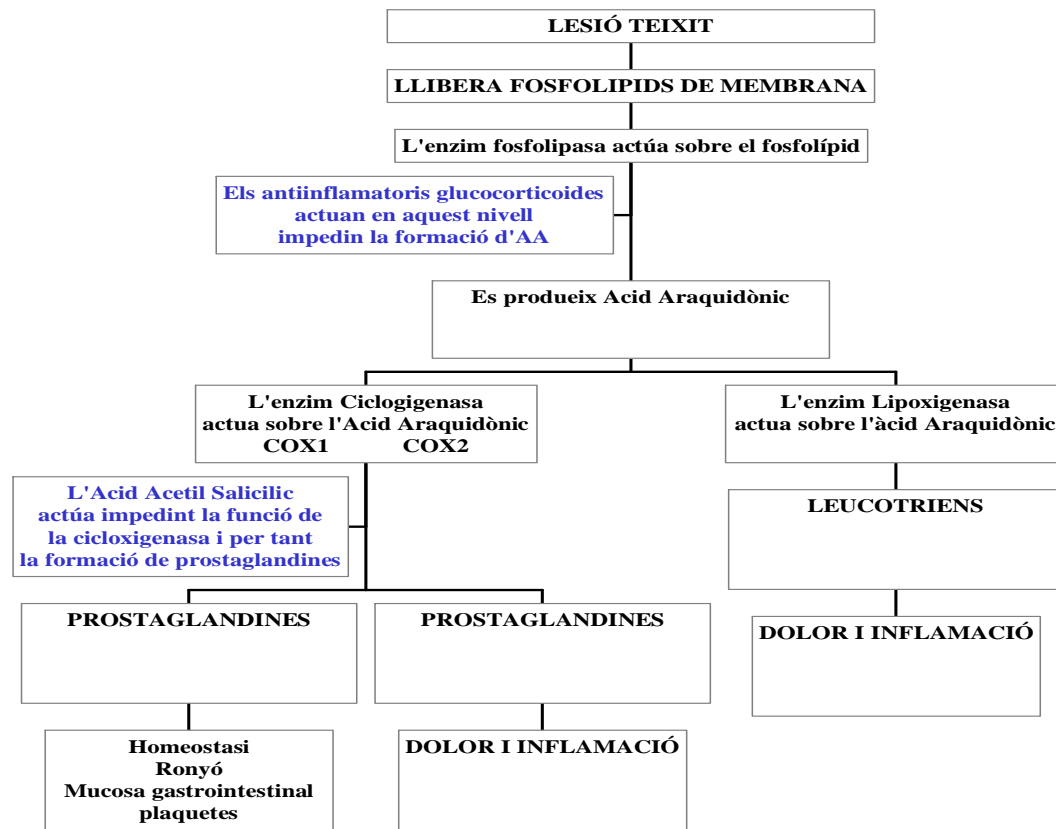
Una teoria molt extensa sobre la causa de l'envelliment és la que parla de l'escurçament dels telòmers que té lloc a cada divisió cel·lular. Els telòmers són unes estructures que es troben en els extrems dels cromosomes i que estan implicades en la seva replicació i estabilitat.

Farzaneh-Far i col. van analitzar la taxa d'escurçament dels telòmers com a marcador de l'envelliment biològic. Aquest estudi va consistir en avaluar els nivells d'omega-3 i les longituds dels telòmers de 603 pacients amb malaltia cardiovascular. Es va seguir l'avaluació durant anys i es va veure com els pacients que inicialment tenien nivells d'àcids grassos omega-3 més baixos, van escurçar la longitud dels seus telòmers 2,6 vegades més ràpid que els que en tenien els nivells més alts.

Sembla que hi ha dues possibles explicacions sobre el fet que els Àcids Grassos ω -3 retardin l'escurçament dels telòmers: la primera seria per frenar el procés "estrés oxidatiu" i la segona per augmentar l'activitat de la *telòmerasa* (enzim que allarga aquestes estructures).

7.7- Efecte analgèsic

Els omega-3 tenen un efecte analgèsic natural que es manifesta amb l'actuació dels antiinflamatoris que inhibeixen la formació de prostaglandines. El procés que se segueix des que es lesiona un teixit fins a la alliberació de les prostaglandines inflamàtores i com actuen els antiinflamatoris químics bloquejant la formació d'aquestes prostaglandines (Àcid Acetil Salicílic, conegut com a Aspirina®), AINES i analgèsics tipus Glucocorticoides) es veu en el següent requadre, on queda molt clar que podem regular la cascada d'aconteixements des de la dieta, que actuarà com antiinflamatori natural.



7.8- Protegir la vista

Un efecte molt important que tenen els Àcids Grassos de la sèrie ω -3, específicament l'àcid docosahexanoic (DHA), és la prevenció del desenvolupament de la degeneració macular associada a l'edat, que és la principal causa de ceguesa en persones de més de 50 anys. La degeneració macular és una malaltia que consisteix en formació d'un dany en les cèl·lules de la part central de la retina, de manera que la visió central es fa borrosa. Aquesta malaltia va evolucionant i amb el pas del temps pot arribar a ocasionar ceguesa.

Neuringer i Connor van demostrar com dietes carents d'àcids grassos essencials van suposar una modificació en la composició d'àcids grassos de la retina, el que implica una menor renovació de cèl·lules visuals i una funció visual anormal.

La retina rep energia de la llum, la transforma en senyals bioquímics i elèctrics. Aquests són enviats al cervell, el qual al seu torn els processa i obté el que anomenem visió. Aquest procés el fa a partir d'unes cèl·lules fotoreceptores especialitzades, anomenades "cons i bastons". Els cons són els encarregats de processar el color i la visió de dia. En canvi, els "bastons" són els responsables de la visió nocturna, de la detecció del

moviment i de la visió perifèrica. Aquestes cèl·lules, tenen grans quantitats d'àcid docosahexanoic (DHA) que és indispensable per la seva funció. Si el DHA és insuficient, l'agudesa visual (que és la capacitat de distingir els detalls fins) es redueix. Aquesta es desenvolupa ràpidament durant el primer any de vida i es va incrementant lentament fins als 3 anys. Per tant, tenir una quantitat adequada de DHA incrementa la maduració de la retina.

A més a més, el DHA a la retina es fa servir per produir una substància anomenada “*Neuroprotectina D1*”. Aquesta substància protegeix la retina contra els danys i contra la destrucció de les seves cèl·lules.

A Austràlia s'han fet uns estudis en els quals s'ha vist que aportant omega-3 durant les primeres fases de la “degeneració macular” s'aconsegueix millorar la visió amb un any de tractament. L'únic problema és que aquests estudis són molt recents i es necessiten investigacions addicionals per tal de poder verificar del cert aquest fet.

7.9- Combatre la Resistència a la Insulina

La Insulina és una hormona involucrada en patologies tals com l'obesitat i la diabetis.

La Resistència a la Insulina és la dificultat d'aquesta hormona per unir-se al seu receptor cel·lular. Conseqüentment, aquesta és incapaç d'entrar a les cèl·lules i això fa que la glucosa s'acumuli a la sang. Per evitar aquest augment, el pàncrees en fabrica més en un intent de mantenir els nivells de glucosa a valors normals. Les cèl·lules (beta pancreàtiques) s'esgoten i disminueixen la seva proporció fins arribar a un punt en el qual ja són incapaces d'alliberar-ne més. Quan es produeix aquest fenomen parlem de diabetis.

Es creu que la resistència a aquesta hormona està associada a un procés inflamatori que és el que desencadenaria la dificultat d'unió hormona-receptor amb l'aparició de l'increment de pes. Això alteraria els nivells de glucosa en sang i d'aquí en derivarien altres malalties cròniques. Tot i que aquestes malalties tenen un component genètic important, es pot afirmar que si portem uns hàbits de vida poc saludables, afavorim a l'aparició de la diabetis a través d'una “inflamació silenciosa” que desenvolupa la malaltia.

Una altra conseqüència derivada dels alts nivells de glucosa en sang dels diabètics, és la interferència d'aquesta en la capacitat de conversió de l'àcid linolènic en DHA. Per tant, aquí es veu la importància d'administrar DHA directament a través de la dieta. Administrant aquest àcid, probablement podríem disminuir complicacions com la

degeneració de la retina amb conseqüència de ceguesa i l'aparició de neuropaties, problema en el qual també es veu implicat el DHA.

7.10- Prevenir i reparar alteracions dèrmiques

Els Àcids Grassos omega-3 formen part estructural de les membranes de les cèl·lules epidèrmiques. Es dediquen a establir una barrera contra la pèrdua d'aigua, per tant, eviten d'alguna manera la deshidratació.

Moltes malalties de la pell són produïdes per deficiències alimentàries, tals com vitamines (A, E, C), minerals (Ca, Se i proteïnes). El desenvolupament d'aquestes és molt sensible a la composició dels lípids de membrana.

Molts estudis demostren que els omega-3 poden afavorir els resultats del tractament de la "*Psoriasi*" (malaltia amb un component hereditari relacionat amb la resposta inflamatòria o immune). El "*Lupus Eritematos Sistèmic*" i la "*Malaltia de Raynaud*" són malalties autoimmunes que afecten a la pell.

La "*Malaltia de Raynaud*" sol anar associada a desordres vasculars. La caracteritza la intolerància a temperatures extremes que es manifesta per la falta de circulació sanguínia a les puntes dels dits de les mans i dels peus. S'ha associat la poca tolerància esmentada amb nivells baixos d'omega-3.

S'ha observat que una aportació d'omega-3 aportava millores a pacients afectats de "*Dermatitis Atòpica*" i de "*Hiperqueratosi*".

En la Psoriasi les cèl·lules de nova formació, que normalment tarden un mínim d'un mes en passar des de les capes cel·lulars interiors de la pell fins a la superfície, tenen un cicle molt accelerat i en pocs dies arriben a l'exterior provocant una acumulació de cèl·lules mortes i escames gruixudes. Com que la Psoriasi es caracteritza per una ràpida renovació tissular és necessari aportar omega-3 que proporcionï fluïdesa als teixits. Per tant, més elasticitat i resistència. S'ha observat en diferents estudis, que aquests pacients milloren considerablement la simptomatologia de la malaltia si se'ls administra suplementes d'aquest àcid. A part de millorar la qualitat dels teixits que es formen, redueix els fenòmens inflamatoris que acompanyen a aquestes tipus de malalties.

8- INGESTES RECOMANADES

Està establert que les necessitats calòriques d'un individu d'uns 70 Kg de pes que no fa gaire exercici estan sobre les 2000 Kilocalories al dia. En general, es recomana que el consum de greix en l'alimentació no superi el 30% de l'aport total d'energia (60 grams diaris), però que la seva ingesta mínima no sigui inferior al 15% (30 grams diaris). D'aquests, el greix saturat cal que correspongui a un màxim d'un 10% del total de les calories ingerides (20 grams diaris). Els àcids grassos insaturats han de quedar repartits entre un 15% i un 20 % de monoinsaturats (30-40 grams diaris), la resta han de ser poliinsaturats. Pel que fa al colesterol el màxim recomanat és de 300 mg per dia.

L'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) ha establert recentment (l'abril del 2010) la dosi diària recomanada d'àcids grassos poliinsaturats (PUFA) a petició de la comissió europea alimentària, que li va ha demanar la realització d'un estudi sobre ingestes de referència per als àcids grassos omega-3 (àcid linolènic), els omega-3 de cadena llarga (eicosapentaenoic i docosahexanoic) i pels àcids grassos poliinsaturats omega-6, principalment l'àcid linoleic.

L'àcid gras poliinsaturat omega-3 més abundant als aliments és el linolènic. El valor d'ingesta de referència proposat és de 2 grams (el valor recomanat abans d'aquesta revisió era d' 1 gram)

En quan als àcids grassos poliinsaturats omega-3 de cadena llarga (EPA i DHA), la proposta d'ingesta de referència és de 250 mg/dia (2-3 racions de peix gras per setmana). Això s'associa, segons diferents estudis, a una disminució de fins a un 30% en la incidència d'infarts aguts de miocardi. Les necessitats d'aquests àcids grassos són més elevades en determinades situacions com l'envelliment, la diabetis, l'alcoholisme, els nadons i després de malalties víriques, ja que queda inhibida l'enzim delta desaturasa, que com hem vist abans, és la responsable del pas de l'àcid linolènic a DHA i EPA.

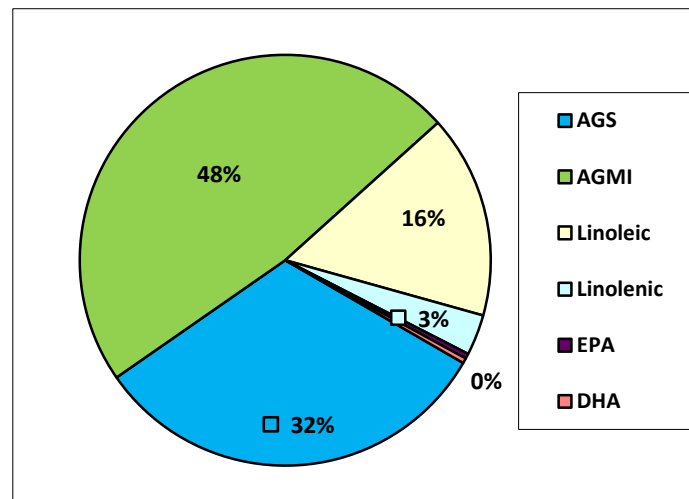
Fins a aquesta última proposta, la ingesta d'àcids grassos omega-6 recomanada era de 6 grams diaris. A conseqüència de l'estudi realitzat a petició de la comissió europea, es va descobrir que aquesta dada era molt inferior a la ingesta mitjana observada a Europa (entre 7 i 19 grams diaris). També es va veure que era inferior al valor mínim recomanat per algunes autoritats nacionals i internacionals basades en consideracions de salut cardiovascular. Finalment, van fer una proposta de 10 grams com a valor d'ingesta de referència.

Partint d'aquesta base, les recomanacions quedarien repartides de la següent manera:

Àcids grassos	g/dia	Calories en %
Àcids grassos saturats	19-20	9-10
Àcids grassos mono insaturats	30-40	15-20
Isòmers trans	2.0	1
Àcid linoleic(ω -6)	10	5
Àcid linolènic (ω -3)	2	1
Eicosapentanoic (ω -3)	0.25	0.1
Docosahexanoic (ω -3)	0.25	0.1

Una altra recomanació feta per la OMS (Organització mundial de la salut) i per la FAO és la d'establir el quocient omega-6/omega-3 en una relació màxima de 5:1

A partir d'aquestes dades, la distribució de la ingesta d'àcids grassos en percentatge quedaria de la següent manera:



9- FONTS ALIMENTÀRIES

En general, es pot considerar que els àcids grassos saturats abunden en els productes d'animals homeotermes (carns, ous, greixos naturals per untar, llets i derivats), animals que mantenen la temperatura corporal elevada i poden tenir un estat de fluïdesa òptim en els seus lípids tot i contenir una taxa elevada d'àcids grassos saturats.

Els àcids grassos mono insaturats, principalment l'oleic, es troba en l'oli d'oliva i també, encara que en menor quantitat, en els alcovats.

Entre els àcids grassos de la sèrie ω -6, el més abundant és el linoleic que es troba principalment als olis de llavors i fruits secs

Els àcids grassos poliinsaturats ω -3, principalment docosahexaenoic (DHA) i eicosapentaenoic (EPA), es troben de manera quasi exclusiva en animals aquàtics, principalment en aquells que procedeixen d'aigües fredes com el peix blau. També conté àcids grassos ω -3 en quantitats importants l'oli de llinça (que requereix tenir una elevada proporció d'àcids grassos insaturats en la seva composició per mantenir els seus lípids fluids a baixa temperatura, però té absència total de DHA i EPA), l'oli de soja, les nous i les llavors de carbaça.

Cal destacar que tot i que en general la llet i derivats són rics en greixos saturats, la llet humana és una excepció per dos motius:

- En la seva composició hi ha una menor proporció de greix saturat.
- Té una major quantitat d'àcids ω -3 i no només en forma d'alfa-linolènic sinó que també estan presents l'eicosapentaenoic (EPA) i el docosahexaenoic (DHA) que compleixen importants funcions en el desenvolupament del recent nascut, principalment en el desenvolupament del sistema nerviós i de la retina, i això és un dels motius pels quals, és del tot aconsellable l'alletament del nadó amb llet materna, ja que si bé les llets artificials intenten copiar la seva fórmula, encara estan lluny d'aconseguir-ho.

Els processos d'industrialització i les preferències dietètiques de la població per alguns aliments han anat modificant la disponibilitat d'aquests àcids a la dieta. A mesura que la industrialització alimentària s'ha escampat a tot el món occidental hi ha hagut un augment de consumició d'aquests tipus de productes elaborats bàsicament amb olis de poca qualitat i s'ha pogut constatar un augment considerable de les malalties d'origen inflamatori, paral·lelament s'ha comprovat que les poblacions que continuen consumint

quantitats importants de peix i sobre tot de l' anomenat peix gras (sardines, salmó, anxoves...) presenten els índexs més baixos d'accidents cardiovasculars i cerebrals associats a fenòmens trombòtics arterials.

10- ESTUDI DELS ÀCIDS GRASSOS QUE COMPOSEN LES MEMBRANES DELS ERITRÒCITS

10.1- Resultats estadístics en sang

Amb la finalitat de saber la composició exacte en àcids grassos de les membranes dels eritròcits de la població de Catalunya, m'he posat en contacte amb el laboratori d'anàlisis "Grup Sabater", pioner en aquests temes. He aconseguit accedir als resultats de 570 mostres analitzades l'any 2009 i part del 2010 que adjunto a l'annexa A.

Per realitzar aquestes anàlisis fa falta una mostra de sang que s'extreu del pacient i es barreja immediatament amb un anticoagulant (EDTA) que evita que els eritròcits es destrueixin. També fa que es mantinguin en bones condicions el temps necessari per poder efectuar tots els estudis.
















Jo mateixa vaig anar al laboratori i em vaig sotmetre a aquesta prova. Els resultats són els que adjunto a continuació i serviran per donar a conèixer més a fons l'existència d'aquests.

En aquests resultats s'especifica el valor de cada àcid gras amb un número. A més a més, es representa la seva posició en un gràfic on surt en verd la zona correcta i en vermell la incorrecta.

Es poden veure representats els principals àcids grassos saturats i insaturats, així com alguns ratis, però jo em centro en els que són la base d'aquest treball.

En les anàlisis consten com a valors de referència pel rati omega-6/omega-3 els compresos entre 2,7 i 6. En canvi, jo he basat l'estudi agafant com a límit 5, que és el valor més consensuat segons la bibliografia consultada.

ÀCIDS GRASSOS EN ERITRÒCITS







Descripció		Resultat	Valors indicatius de normalitat:	Unitats
ÀCIDS GRASSOS EN ERITRÒCITS				
ÀCIDS GRASSOS SATURATS				
er-Mirístic (C14:0)		0,49	0,13-0,67	%
er-Palmitic (C16:0)		28,09	25-32,8	%
er-Esteàric (C18:0)		20,83	17-21,45	%
ÀCIDS GRASSOS TRANS				
er-Elàidic (t-C18:1n9)	 B	0,88	0,9-1,16	%
ACIDS GRASSOS MONOINSATURATS				
er-Palmitoleic (C16:1n7)		0,11	0,1-0,3	%
er-Oleic (C18:1n9)		16,25	14,7-19,8	%
ÀCIDS GRASSOS DE CADENA LLARGA n6				
er-Linoleic (C18:2n6) Essencial		12,05	8,6-13,2	%
er-Dihomo-gamma-Linolènic (C20:3n6)		1,28	0,95-2	%
er-Araquidònic (C20:4n6)		14,7	10-16	%
er-gamma-Linolènic (C18:3n6)		0,06	0,04-0,5	%
ACIDS GRASSOS DE CADENA LLARGA n3				
er-alfa-Linolènic (C18:3n3) Essencial		0,07	0,04-0,16	%
er-Eicosapentaenoic (C20:5n3)		0,61	0,6-2,3	%
er-Docosahexanoic (C22:6n3)		3,72	3,1-8,5	%
RATIS				
n6/n3	 A	6,38	2,7-6	
Esteàric/ Oleic		1,3	>1,1	

ÀCIDS GRASSOS EN ERITRÒCITS

Descripció	Resultat	Valors indicatius de normalitat:	Unitats
------------	----------	----------------------------------	---------





INFLAMACIÓ. PRECURSORS DE EICOSANOIDES

Els eicosanoides són responsables d'iniciar i acabar els processos inflamatoris. Tot i que els processos inflamatoris són necessaris per a la nostra salut, (per exemple són el primer pas per la preparació dels teixits) és necessari un equilibri entre els diferents tipus d'àcids grassos per mantenir-los sota control.

	Anti-Imflamatori <== ==> Pro-Imflamatori			
Omega 6/Omega 3		A	6,38	2,7-6
er-Araqidònic (C20:4n6)			14,7	10-16 %
Araqidònic/Eicosapentaenoic		A	24,1	<10
Araqidònic/dihomo-gamma-linoleic			11,48	5,5-13,1
l/dihomo-gamma-linolenic		A	0,78	0,4-0,7 %
l/Eicosapentaenoic			1,64	0,6-2,3 %

FLUÏDESA DE LA MEMBRANA

La fluïdesa de la membrana és un paràmetre crític pel bon funcionament de les cèl·lules. D'una part necessita ser suficientment rígida per mantenir la seva estructura i de l'altra necessita ser suficientment fluida per permetre l'entrada de nutrients així com per permetre l'ancoratge correcte dels receptors de membrana. En general, a major proporció d'àcids grassos saturats major serà la rigidesa de la membrana. Pel contrari, a major proporció d'àcids grassos poliinsaturats major serà la fluïdesa de la membrana.

	Fluïdesa de Membrana <====> Disminució de la fluïdesa			
Saturats/Poliinsaturats		A	1,01	0,6-1
Saturats %			49,41	45,5-51,4 %
Palmitoleic %			0,11	0,1-0,3 %
l/docosahexaenoic			0,27	<0,3 %

Pacient	Nom	Petició	Data registre	Imprès
0210007628	Ariadna Casabo Casamitjana	10XF00269	25/02/2010 08:30	20/08/2010 18:58

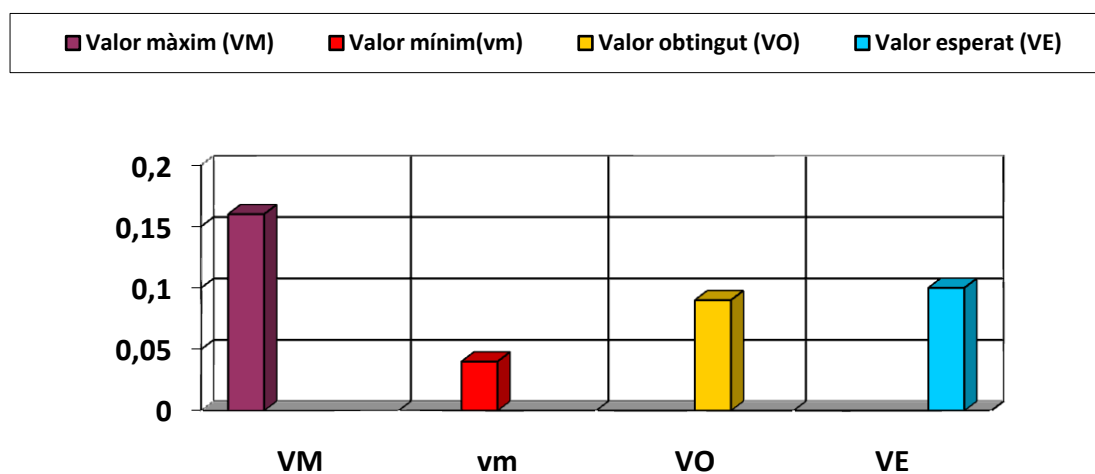
A partir d'aquestes dades, he calculat la mitjana real de cada àcid gras estudiat, que he comparat amb la mitjana estimada a partir dels valors de referència.

En la taula d'abaix queden reflectides les dades obtingudes d'alguns àcids grassos saturats (mirístic, palmític, esteàric), monoinsaturats (oleic i palmitoleic), trans (elaídic), omega-3 (alfa linolènic, eicosapentaenoic, docosahexanoic), omega-6 (linoleic, Dihomogammalinolènic, araquidònic) i l'índex ω -6/ ω -3.

	Mitjana De les 570 mostres	Valors de referència	Mitjana estimada
Mirístic (C14:0)	0,36	0,13-0,67	0,40
Palmític (C16:0)	26,92	25,0-32,8	28,9
Esteàric (C18:0)	19,60	17,0-21,4	20,71
Palmitoleic (C16:1n7)	0,23	0,1-0,3	0,20
Oleic (C18:1n9)	16,00	14,7-19,8	18,55
Elaídic (tr) (C18:1n9)	0,49	0,9-1,16	0,13
Alfa Linolènic (C18:3n3) Essencial	0,09	0,04-0,16	0,10
Eicosapentaenoic (C20:5n3)	1,60	0,6-2,3	1,45
Docosahexanoic (C22:6n3)	5,12	3,1-8,5	5,8
Linoleic (C18:2n6)	12,06	8,6-13,2	10,9
Dihomogammalinolènic (c18:3n6)	1,70	0,9-5-2	3,05
Araquidònic (C20:4n6)	14,70	10-16	13
N6/n3	5,85	1-5	2,5

En primer lloc; Alfa linolènic (C18:3n3), cap de sèrie dels omega-3, ens dona un valor mig de "0,09" quan el que li correspondria és de "0,10". El gràfic que reflecteix les dades és:

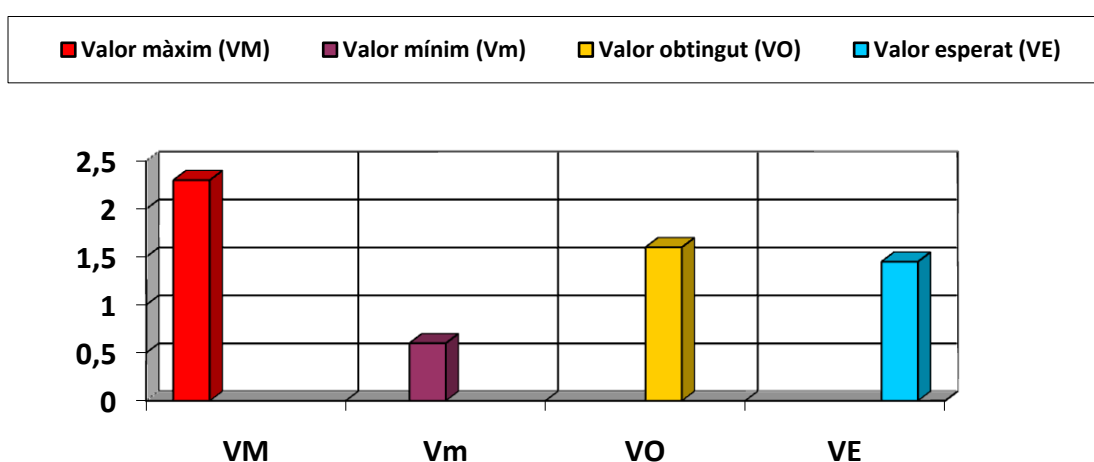
Àcid linolènic



El número de persones que no arriben al mínim d'àcid linolènic acceptat han estat **40**, el que representa un **9,3%** del total.

En quant als seus derivats, he trobat que l'àcid eicosapentaenoic (C20:5n3) dona un valor mig observat de "1,6" en front de "1,45" que seria l'esperat. La mitjana observada és una mica superior al marge acceptat, però el fet d'apropar-se tant al límit, indica que molts individus consumeixen per sota del normal. En concret, 117 persones no arriben al valor mínim esperat (20,5%).

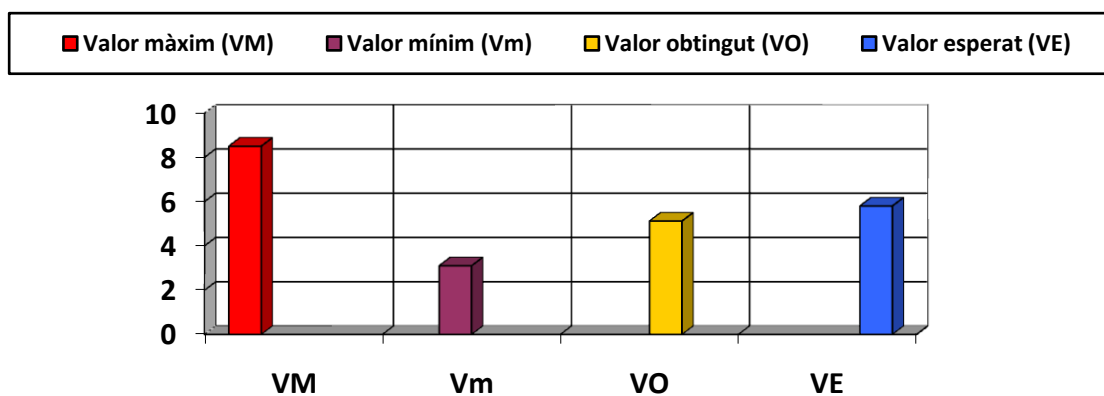
Àcid eicosapentaenoic



El número de persones que no arriben al mínim d'àcid eicosapentaenoic acceptat han estat **117** que representa un **20,5%** del total

L'àcid docosaexanoic (C22:6n3) té un valor mig observat de "5,12" en front del "5,8" esperat, essent 80 persones les que no arriben al mínim (14%). Aquests nivells tan baixos

Àcid docosaexanoic



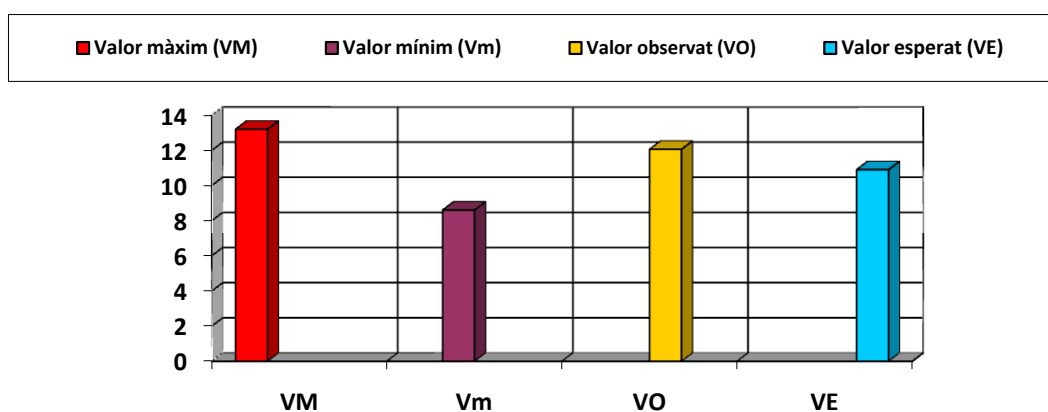
tenen com a causa principal un consum baix de peix blau, ja que és l'únic aliment que en

conté. Apart d'ingerir-los com a tal, només es poden obtenir a partir de la conversió metabòlica de l'àcid linolènic i ja s'ha vist que és poc efectiva.

El número de persones que no arriben al mínim d'àcid docosahexanoic acceptat han estat 80, el que representa un 14% del total.

Àcid linoleic (C18:2n6), cap de sèrie dels omega 6. S'obté un valor mig observat de "12,6" en front a la mitjana esperada "10,09". Aquest excés, fonamentalment, és degut a l'elevada consumició d'oli de gira-sol; ja que encara que a casa moltes persones ja utilitzen el d'oliva; en llocs com a menjadors o restaurants es fa servir, per a cuinar, l'oli de gira-sol que és més econòmic.

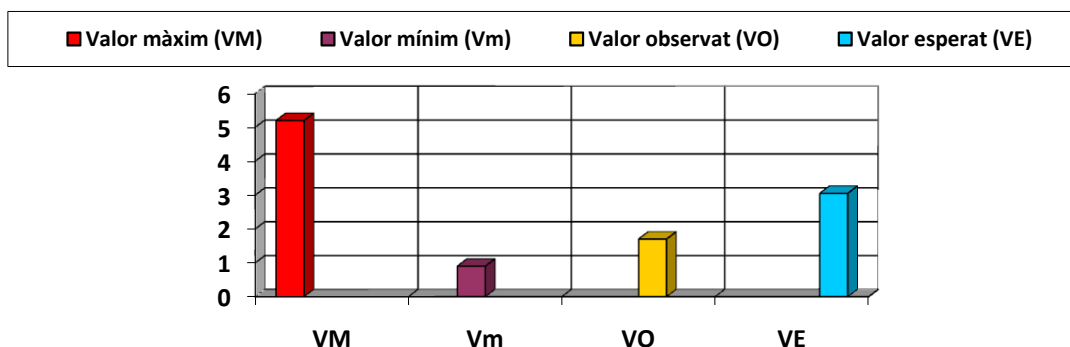
Àcid linoleic



El número de persones que han sobrepassat al màxim acceptat d'àcid linoleic han estat 152, el que representa un 26,7%.

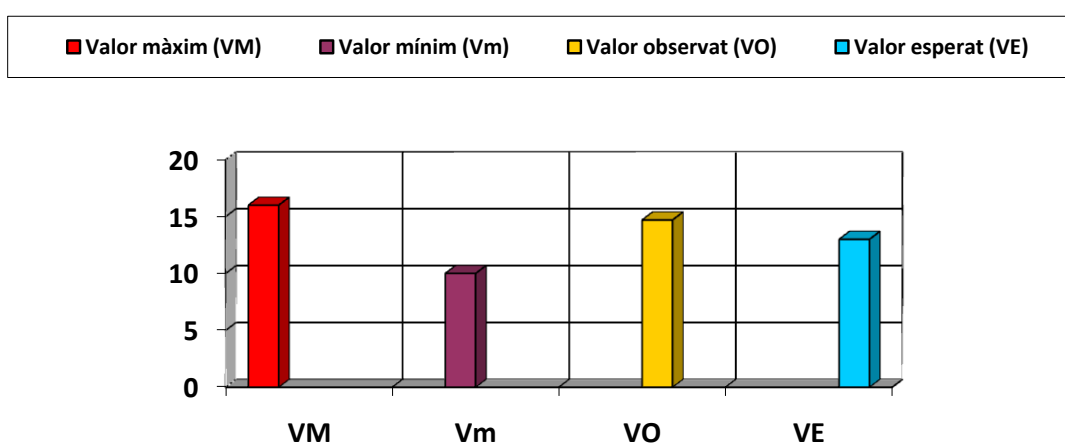
Dels seus derivats, hi ha un dèficit d'àcid dihomogammalinolènic (C18:3n6) amb un valor "1,70" mentre que el valor esperat és "3". S'ha de recordar que aquesta sèrie es caracteritza per formar les prostaglandines inflamatòries a partir de l'àcid araquidònic (C20:4n6). L'Àcid dihomogammalinolènic és punt de partida d'altres icosanoides que no són tan inflamatoris. Aquest àcid és el component "bo" de la sèrie omega-6. Però tal com he explicat en l'apartat del metabolisme, hi ha una inèrcia cap a la formació d'àcid araquidònic que queda ben reflectida en aquests càlculs. Només hi ha 6 persones que sobrepassen els nivells acceptats d'àcid dihomogammalinolènic, mentre que n'hi ha 145 que tenen excés d'àcid araquidònic.

Àcid dihomogammalinolènic



El número de persones que sobrepassen al màxim acceptat d'àcid dihomogammalinolènic han estat 6, el que representa un 1,5%.

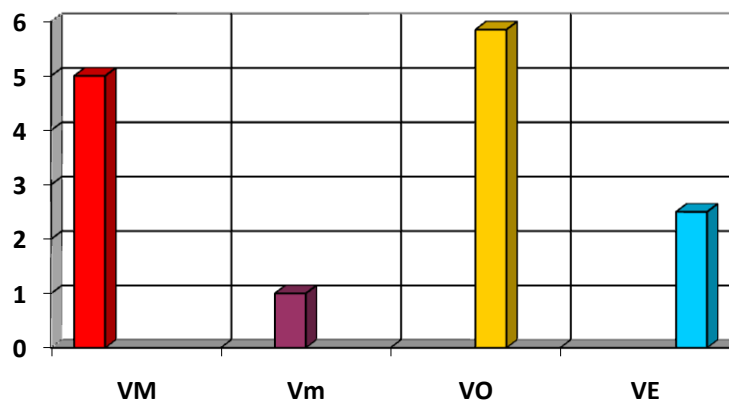
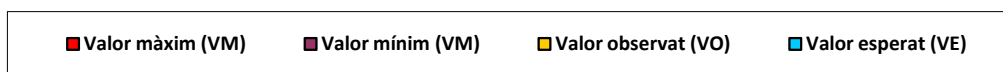
Àcid araquidònic.



El número de persones que sobrepassen el valor màxim acceptat han estat 145, el que representa un 25,4% del total.

Per acabar l'última dada, la del quocient omega 6/ omega-3 no fa més que corroborar tot el que s'ha dit, ja que la seva mitja de "5,85" sobrepassa el límit acceptat i per tant indica un component pro inflamatori. Hi ha 226 persones del total de 470 amb un índex elevat (40%).

Quocient omega6/omega3



El número de persones que sobrepassen al màxim acceptat d'n6/n3 han estat 226, el que representa un 39,6% del total.

11- ESTUDI DE LA INGESTA D'ÀCIDS GRASSOS

11.1- Enquesta

Per la realització d'aquest estudi he realitzat una enquesta amb la finalitat de conèixer quins són els hàbits alimentaris de la població de Catalunya.

Existeixen molts tipus d'enquestes alimentàries segons quina sigui la finalitat. Aquesta es basa en l'estudi de les deficiències o excessos d'àcids grassos que presenta actualment la nostra dieta.

Aquesta enquesta ha estat repartida a 200 persones per tal de poder donar una mica d'importància i versemblança als resultats.

A continuació adjunto l'enquesta tal com es va presentar al seu torn a qui les va respondre. Els resultats de les 200 enquestes, estan en l'annexa B.

ENQUESTA PER A VALORAR LES INGESTES D'ÀCIDS GRASSOS

PRESENTACIÓ

Benvolgut/da.

Sóc una estudiant de batxillerat i estic fent el treball de recerca corresponent a aquests anys d'institut. Estic investigant com és la ingesta d'àcids grassos de la població catalana i quina relació té això amb l'aparició de certes malalties. Per tal de tenir dades reals faig una enquesta que pretenc que posi en manifest on flaqueja la dieta i on és excel·lent.

Les preguntes que té a continuació van totes dirigides als seus hàbits alimentaris. Tot està pensat per acabar calculant quina quantitat d'àcids grassos s'ingereix diàriament així com la relació entre els omega-6 i els omega-3. Les seves respostes, conjuntament amb la resta de qüestionaris, em permetran treure conclusions i confirmar o refusar la meua tesi: que la inadequada ingesta d'àcids grassos omega 3 i omega 6 acaba incidint en malalties inflamatòries (o viceversa: que les dolències inflamatòries poden tractar-se corregint la ingesta d'aquests tipus d'àcids sense necessitat de medicaments).

El full que té davant és totalment anònim i les dades que se'n derivin de les respostes seran tractades amb tot el rigor científic. Li faig arribar el meu agraïment pel temps que em dedica i la seva sinceritat.

DADES PERSONALS**Edat**

- 15-25 anys
- 26-45 anys
- 46-60 anys
- Més de 60 anys

Localitat on viu

- Interior
- Costanera

Sexe

- Home
- Dona

HÀBITS ALIMENTARIS**Diaris**

1. Consumeix suplementes dietètics (càpsules) d'omega-3 ?

- Si No

2. Consumeix suplementes dietètics (càpsules) d'oli d'onagre o borraja?

- Si No

3. Quants productes làctics complets consumeix (llet, iogurts, formatge, flams...) ?

- 1 Unitat 2 Unitats Més de 2 Unitats

4. Per condimentar fa servir ?

- Oli d'oliva Oli de gira-sol Oli de blat de moro

5. Per cuinar fa servir?

- Oli d'oliva Oli de gira-sol Oli de blat de moro

Setmanals

6. Quantes vegades a la setmana consumeix carn ?

- Menys de 3 3 - 5 Més de 5

7. Quantes vegades a la setmana consumeix peix blau (sardines, cavalla, salmó, tonyina, anxoves) ?

- 0 - 1 2 - 3 Més de 3

8. Quantes vegades a la setmana consumeix ous o derivats ?

- 0 - 1 2- 3 Més de 3

9. Quantes vegades a la setmana consumeix plats preparats precuinats (congelats o no), pizzas, crispetes de microones) ?

- 0 -1 2 -3 Més de 3

10. Consumició setmanal de productes envasats tipus galetes, pastissos, gelats, margarines.

- 0- 1 2- 3 Més de 3

11. Consumició setmanal d'avellanes, ametlles, alcovats.

- 0- 1 2- 3 Més de 3

12. Consumició setmanal de nous, cacauets, festucs.

- 0- 1 2- 3 Més de 3

13. Quants àpats acostuma a fer fora de casa, en locals Fast-foot?

- 0- 1 2- 3 Més de 3

11.2- Avaluació de l'enquesta

Les primeres preguntes, les referents a dades personals, són per fer diferents grups tenint en comte l'edat i el lloc on es viu.

Les dues primeres preguntes sobre els hàbits alimentaris fan referència al consum o no de suplementes i de quin tipus es tracta, ja que si bé la numero "u" demana pel consum d'omega-3, la segona es refereix als omega- 6. A continuació, es passa a estudiar els comportaments nutricionals.

Les preguntes inicialment es van pensar per fer un anàlisi qualitatiu separant els aliments segons el tipus d'àcid gras majoritari que hi ha a la seva composició. Més tard, per afinar més els resultats, he fet un anàlisi de composició d'àcids grassos de tots els aliments sobre els que es pregunta. Aquesta anàlisi queda reflectida en la taula següent:

100 grams	AGS	AGMI	ω -6	ω -3	ω -6/ ω -3	Coles terol	DHA	EPA
Oli oliva	14,30 gr.	73,00 gr.	7,50 gr.	0,70 gr.	10,70	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Oli gira-sol	12,00 gr.	20,50 gr.	63,20 gr.	0,10 gr.	632,00	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Oli blat de moro	14,50 gr.	29,90 gr.	54,40 gr.	0,90 gr.	60,00	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Oli soja	15,60gr.	21,20 gr.	51,50 gr.	7,30 gr.	7,05	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Mantega	62,60 gr.	28,90 gr.	0,53 gr.	1,78 gr.	0,30	230 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Margarina	23,70 gr.	31,00 gr.	17,60 gr.	1,90 gr.	1,07	115 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Llet entera	2,30 gr.	1,10 gr.	0,09 gr.	0,04 gr.	2,20	14 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Iogurt	2,90 gr.	1,30 gr.	0,14 gr.	0,06 gr.	2,33	6 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Flam	2,00 gr.	1,86 gr.	0,40 gr.	0,07 gr.	5,71	147 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Formatge "manxego"	15,20 gr.	8,09 gr.	0,34 gr.	0,36 gr.	0,94	70 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Formatge de cabra	12,30 gr.	4,30 gr.	0,60 gr.	0,01 gr.	60,00	50 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Formatge de Camembert	12,90 gr.	6,50 gr.	0,37 gr.	0,17 gr.	2,18	62 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Carn de porc	19,30 gr.	21,00 gr.	3,20 gr.	0,27 gr.	11,00	90 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Carn de vaca	7,33 gr.	6,60 gr.	0,30 gr.	0,19 gr.	1,58	74 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Carn de xai	9,50 gr.	7,50 gr.	0,80 gr.	0,80 gr.	1,67	80 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Pollastre	2,61 gr.	3,15 gr.	1,88 gr.	0,11 gr.	17,09	99 mg	0,01 gr.	0,01 gr.
Sardina	2,24 gr.	2,90 gr.	0,16 gr.	2,64 gr.	0,06	80 mg	1,50 gr.	1,07 gr.
Cavalla	3,45 gr.	2,26 gr.	0,17 gr.	1,95 gr.	0,09	76 mg	1,12 gr.	0,63 gr.
Salmó	2,10 gr.	3,70 gr.	0,35 gr.	2,45 gr.	0,14	48 mg	1,50 gr.	0,60 gr.
Salmó fumat	0,80 gr.	1,80 gr.	0,62 gr.	0,14 gr.	4,43	35 mg	0,45 gr.	0,24 gr.
Tonyina	4,15 gr.	3,43 gr.	0,40 gr.	4,00 gr.	0,10	48 mg	2,08 gr.	1,39 gr.
Tonyina en oli	1,80 gr.	3,60 gr.	5,25 gr.	0,25 gr.	21,00	50 mg	0,00 gr.	0,00gr.
Anxoves en oli	2,80 gr.	2,80 gr.	1,70 gr.	6,60 gr.	6,60	71 mg	4,19 gr.	2,47 gr.
Ous	3,30 gr.	4,90 gr.	1,63 gr.	0,10 gr.	16,30	410 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Espinàquers a la crema (cong.)	2,96 gr.	2,27 gr.	3,05 gr.	0,53 gr.	5,00	13 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Puré patates per reconstituir	1,20 gr.	6,70 gr.	4,90 gr.	0,01 gr.	490,00	30 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Canelons	12,9 gr.	11,00 gr.	1,30 gr.	0,11 gr.	13,0.	80 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Calamars a La Romana	0,78 gr.	1,56 gr.	3,09 gr.	0,05 gr.	61,8.	145 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Empanada tonyina (cong.)	4,36 gr.	3,13 gr.	2,73 gr.	0,12 gr.	22,0.	48 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Croquetes de pernil	0,80 gr.	1,29 gr.	1,78 gr.	0,01 gr.	178	32 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Pizza	4,41 gr.	2,98 gr.	1,76 gr.	0,03 gr.	58,0	36 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Crispetes	5,26 gr.	8,78 gr.	13,60 gr.	0,79 gr.	17,0	0 mg	0,00gr.	0,00 gr.

100 grams	AGS	AGMI	ω -6	ω -3	ω -6/ ω -3	Coles- terol	DHA	EPA
Croissant	7,70 gr.	6,40 gr.	2,30 gr.	0,80 gr.	2,87	75 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Croissant de xocolata	6,62 gr.	1,77 gr.	1,08 gr.	0,20 gr.	5,40	130 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Galetes (Maria)	9,70 gr.	5,70 gr.	2,80 gr.	0,20 gr.	13,0	66 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Pa	0,39 gr.	0,28 gr.	0,34 gr.	0,02 gr.	17,0	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Pastís	16,9 gr.	8,70 gr.	1,00 gr.	0,00 gr.	14,0	148 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Gelats	5,27 gr.	2,12 gr.	0,25 gr.	0,01 gr.	25,0	10 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Avellanes	4,05 gr.	45,90 gr.	8,60 gr.	0,11 gr.	78,2	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Ametlles	4,14 gr.	33,20 gr.	12,70 gr.	0,26 gr.	48,8	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Alvocats	1,90 gr.	15,50 gr.	1,87 gr.	0,17 gr.	11,0	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Pipa de Gira-sol	6,00 gr.	10,80 gr.	37,50 gr.	0,08 gr.	468,0	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Nou	6,80 gr.	10,90 gr.	34,20 gr.	7,40 gr.	4,6	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Cacauets	8,66 gr.	22,00 gr.	12,70 gr.	0,35 gr.	36,3	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Festucs	6,14 gr.	34,50 gr.	7,60 gr.	0,20 gr.	37,0	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Pinyó	4,60 gr.	19,20 gr.	39,90 gr.	1,26 gr.	32,0	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Anacard	8,70 gr.	24,50 gr.	7,35 gr.	0,15 gr.	50,0	0 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Hamburguesa Hamburgueseria	12,70 gr.	12,6 gr.	6,50 gr.	0,26 gr.	25,0	69 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Pastís de carn	17,80 gr.	19,3 gr.	5,1 gr.	0,20 gr.	25,0	319 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Bikini	13,80 gr.	8,3 gr.	1,9 gr.	0,19 gr.	10,0	84 mg	0,00 gr.	0,00 gr.
Hot dog	5,70 gr.	7,1 gr.	11,5 gr.	0,12 gr.	95,0	42 mg	0,00 gr.	0,00 gr.

En aquesta taula hi ha detallats els àcids grassos que contenen 100 grams de cada aliment preguntat a l'enquesta. El primer que he fet, ha estat esbrinar a quants grams equival una ració per després saber els àcids grassos que conté. Quan en una pregunta s'inclouen diferents aliments, he calculat el valor mig entre ells.

L'objectiu real del treball en un principi és veure les ingestes d'omega-3 i poder demostrar una relació entre la disminució d'aquests nivells i l'augment de malalties inflamatòries, que han coincidit amb l'aparició de la industrialització i de canvis alimentaris. Però tal com vaig veient, a mesura que adquireixo més coneixements en el tema, és tant o més important aconseguir un bon equilibri entre l'omega-6 i l'omega-3, sempre i quan hi hagi una quantitat mínima d'omega-3 que permeti al cos portar a terme tot el seguit de reaccions bioquímiques que s'han anat detallant durant el treball.

A continuació detallo com he analitzat els resultats de cada pregunta. Si es desitja consultar els càlculs, aquests es troben a l'annexa C.

PREGUNTA 3. Quants productes làctics complets consumeix (llet, iogurts, formatge, flams...)?

Primer, he mirat a la taula anterior la quantitat d'àcids grassos que conté cada un dels aliments làctics per 100 g. de producte. Tot seguit, he esbrinat a quants grams equival cada ració. Llavors, he calculat els àcids grassos per ració i he fet la mitjana entre ells. Quan la resposta és de *1 unitat/dia* he multiplicat la mitjana per 0,5, ja que en aquesta resposta s'inclouen les persones amb consumició 0 i 1. Quan la resposta és de 2, he multiplicat la mitjana per 2 i quan la resposta és *més de 2*, he multiplicat la mitjana per 3.

	1 UNITAT/DIA	2 UNITATS/DIA	MÉS DE 2
AGS	3,03 gr.	12,10 gr.	18,15gr.
AGMI	1,68 gr.	6,71 gr.	10,06 gr.
LINOLEIC	0,14 gr.	0,56 gr.	0,85 gr.
LINOLENIC	0,03 gr.	0,14 gr.	0,20 gr.
LINOLEIC/LINOLENIC	3,99	3,99	3,99
COLESTEROL	14,06 mg.	56,25 mg.	84,38 mg

PREGUNTA 4. Per condimentar fa servir oli d'oliva, Oli de gira-sol o oli de blat de moro?

Primer, he mirat a la taula les quantitats d'àcids grassos per 100 g. de cada tipus d'oli. Tot seguit, he esbrinat la quantitat d'oli que es fa servir per amanir (20 gr.). Finalment, he fet els càlculs.

	OLI OLIVA	OLI DE BLAT DE MORO	OLI DE GIRA-SOL
AGS	2,86 gr.	2,90 gr.	2,40 gr.
AGMI	14,60 gr.	5,98 gr.	4,10 gr.
LINOLEIC	1,50 gr.	10,88 gr.	12,64 gr.
LINOLENIC	0,14 gr.	0,18 gr.	0,02 gr.
LINOLEIC/LINOLENIC	10,71	60,44	632,00
COLESTEROL	0,00 mg.	0,00 mg.	0,00 mg

PREGUNTA 5. Per cuinar fa servir oli d'oliva, oli de gira-sol o oli de blat de moro?

Primer, he mirat a la taula les quantitats d'àcids grassos per 100 g. de cada tipus d'oli. Tot seguit, he esbrinat la quantitat d'oli que es fa servir per cuinar (20 gr. al dia). Finalment, he fet els càlculs.

	OLI OLIVA	OLI DE BLAT DE MORO	OLI DE GIRA-SOL
AGS	2,86 gr.	2,90 gr.	2,40 gr.
AGMI	14,60 gr.	5,98 gr.	4,10 gr.
LINOLEIC	1,50 gr.	10,88 gr.	12,64 gr.
LINOLENIC	0,14 gr.	0,18 gr.	0,02 gr.
LINOLEIC/LINOLENIC	10,71	60,44	632,00
COLESTEROL	0,00 mg	0,00 mg	0,00 mg

PREGUNTA 6. Quantes vegades a la setmana consumeix carn?

Una ració de carn són 150 grams. Primer, he calculat la mitjana entre la vedella, el porc i el xai. Aquesta mitjana és setmanal, per passar-la a diària la divideixo per 7 (dies de la setmana). Si la resposta és *de 0 a 2*, l'he multiplicat per 1, ja que en aquest pregunta s'inclouen les persones amb consumició *0,1 i 2*. Si la resposta és *de 3 a 5*, ho multiplico per 4 i si la resposta és *més de 5*, ho multiplico per sis.

	DE 0 A 2	DE 3 A 5	MÉS DE 5
AGS	1,48 gr.	5,91 gr.	8,87 gr.
AGMI	1,45 gr.	5,80 gr.	8,70 gr.
LINOLEIC	0,23 gr.	0,93 gr.	1,40 gr.
LINOLENIC	0,02 gr.	0,06 gr.	0,09 gr.
LINOLEIC/LINOLENIC	15,52	15,52	15,52
COLESTEROL	15,54 mg	62,17 mg	93,26 mg

PREGUNTA 7. Quantes vegades a la setmana consumeix peix blau (sardines, cavalla, salmó, tonyina, anxoves)?

Una ració són 100 g. Primer he calculat la mitjana entre la sardina, la cavalla, el salmó i la tonyina. A partir d'aquí, he utilitzat el mateix criteri que a la pregunta anterior per a realitzar els càlculs.

	DE 0 A 1	DE 2 A 3	MÉS DE 3
AGS	0,22 gr.	1,10 gr.	1,76 gr.
AGMI	0,22 gr.	1,11 gr.	1,77 gr.
LINOLEIC	0,02 gr.	0,08 gr.	0,13 gr.
LINOLENIC	0,01 gr.	0,07 gr.	0,12 gr.
LINOLEIC/LINOLENIC	0,08	0,08	0,08
DHA	0,11 gr.	0,57 gr.	0,91 gr.
EPA	0,07 gr.	0,33 gr.	0,53 gr.
TOTAL OMEGA-3	0,22 gr.	1,08 gr.	1,31 gr.
COLESTEROL	4,50 mg	22,5 mg	36,00 gr.

PREGUNTA 8. Quantes vegades a la setmana consumeix ous i derivats? La mitjana de pes per ració és de 100 g, com que les dades aconseguides fan referència a aquesta quantitat, he utilitzat el mateix criteri que a les preguntes anteriors per realitzar els càlculs.

	DE 0 A 1	DE 2 A 3	MÉS DE 3
AGS	0,24 gr.	1,18 gr.	1,89 gr.
AGMI	0,35 gr.	1,75 gr.	2,80 gr.
LINOLEIC	0,12 gr.	0,58 gr.	0,93 gr.
LINOLENIC	0,01 gr.	0,04 gr.	0,06 gr.
LINOLEIC/LINOLENIC	16,30	16,30	16,30
COLESTEROL	29,9 mg	146,43 mg	234,29 mg

PREGUNTA 9. Quantes vegades a la setmana consumeix plats preparats o precuinats (congelats o no), pizzes, crispetes de microones

Primer he analitzat les composicions dels plats precuinats que he considerat més habituals i que poden ser representatius: Espinacs a la crema, canalons, patates prefregides, calamars a la romana, empanada de tonyina, pizza romana i crispetes. El pes mig d'aquests plats precuinats (congelats o no) és de 300 grams. En aquest cas els AGMI i els de la sèrie omega-6 (Linolènic) tenen un tant per cent elevat d'àcids grassos trans i per tant són molt perjudicials per a la salut.

A partir d'aquí, he utilitzat el mateix criteri que a les preguntes anteriors per realitzar els càlculs.

	DE 0 A 1	DE 2 A 3	MÉS DE 3
AGS	0,61 gr.	3,07 gr.	4,92 gr.
AGMI	0,43 gr.	2,13 gr.	3,41 gr.
LINOLEIC	0,44 gr.	2,18 gr.	3,49 gr.
LINOLENIC	0,01 gr.	0,06 gr.	0,10 gr.
W6/W3	35,24	35,24	35,24
COLESTEROL	2,87 mg	14,37 mg	23,00 mg

PREGUNTA 10. Consumició setmanal de productes envasats tipus galetes, pastissos, gelats, margarina.

Com en altres casos, es considera que una ració són 100 grams. En canvi, es considera que una ració de margarina són 30 grams. En aquest cas, els àcids grassos insaturats tenen

una proporció de trans, ja que procedeixen d'aliments industrialitzats i per tant, manipulats.

A partir d'aquí, he utilitzat el mateix criteri que a les preguntes anteriors per realitzar els càlculs.

	DE 0 A 1	DE 2 A 3	MÉS DE 3
AGS	0,70 gr..	3,48 gr..	5,57 gr.
AGMI	0,47 gr.	2,37 gr.	3,79 gr.
LINOLEIC	0,30 gr.	1,50 gr.	2,40 gr.
LINOLENIC	0,01 gr.	0,06 gr.	0,10 gr.
W6/W3	25,07	25,07	25,07
COLESTEROL	4,62 mg	23,12 gr.	25,27 gr.

PREGUNTA 11. Consumició setmanal d' ametlles, avellanes i alcovats.

Una ració són 50 grams. En aquest cas els àcids grassos que contenen són beneficiosos per a la salut. Són rics en àcids grassos mono insaturats. Primer, he calculat la mitjana entre les avellanes, ametlles i alcovats.

A partir d'aquí, he utilitzat el mateix criteri que a les preguntes anteriors per realitzar els càlculs.

	DE 0 A 1	DE 2 A 3	MÉS DE 3
AGS	0,14 gr.	0,68 gr.	1,09 gr.
AGMI	1,11 gr.	5,54 gr.	8,86 gr.
LINOLEIC	0,13 gr	0,67 gr.	1,07 gr.
LINOLENIC	0,01 gr.	0,06 gr.	0,10 gr.
W6/W3	11,00	11,00	11,00
COLESTEROL	0 mg	0 mg	0 mg

PREGUNTA 12. Consumició setmanal de nous, cacauets i festucs

Contenen àcids grassos beneficiosos per a la salut. Es calcula el consum diari partint de la base que una ració són 50 grams. Aquests àcids són rics en poliinsaturats omega 6 i 3.

A partir d'aquí, he utilitzat el mateix criteri que a les preguntes anteriors per realitzar els càlculs.

	DE 0 A 1	DE 2 A 3	MÉS DE 3
AGS	0,51 gr.	2,57 gr.	3,09 gr.
AGMI	1,60 gr.	8,02 gr.	9,63 gr.
LINOLEIC	1,30 gr.	6,49 gr.	7,79 gr.
LINOLENIC	0,19 gr.	0,95 gr.	1,14 gr.
W6/W3	6,86	6,86	6,86
COLESTEROL	0 mg	0 mg	0 mg

PREGUNTA 13. Quants àpats acostuma a fer fora de casa, en locals fast-food?

Parteixo d'alguns plats típics d'aquests locals: hamburguesa, pastís de carn, hot dog i bikini. En aquest cas les grasses encara que siguin insaturades són perjudicials, ja que tenen un elevat contingut de trans.

A partir d'aquí, he utilitzat el mateix criteri que a les preguntes anteriors per realitzar els càlculs.

	DE 0 A 1	DE 2 A 3	MÉS DE 3
AGS	0,89 gr.	4,46 gr.	7,14 gr.
AGMI	0,84 gr.	4,22 gr.	6,76 gr.
LINOLEIC	0,45 gr.	2,23 gr.	3,53 gr.
LINOLENIC	0,01 gr.	0,07 gr.	0,11 gr.
W6/W3	32,47	32,47	32,47
COLESTEROL	9,18 mg	45,89 mg	Més de 73,43 mg

Amb els resultats de les 200 enquestes, he calculat les ingestes de cada àcid gras i de colesterol de cada una d'elles. Després, he sumat els valors d'àcids grassos de cada pregunta. Finalment, he calculat per a cada un d'ells, la mitjana i l'índex omega-3/omega-6. Aquests càlculs (veure annex B) els he traslladat a la següent taula, en la qual a la última fila hi ha els valors recomanats per l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA):

EDAT	AGS	AGMI	LINO LEIC	LINO LENIC	EPA	DHA	COLES TEROL	W6/ W3	TOTAL AG
15-25	33,95	49,72	14,76	0,78	0,28	0,17	307,29	11,90	1,24
26-45	31,09	49,94	12,66	0,83	0,31	0,18	287,69	9,57	1,32
46-60	29,62	48,00	12,25	0,75	0,34	0,20	279,78	9,46	1,30
>60	27,05	48,14	10,07	0,81	0,30	0,18	263,54	7,80	1,29
Promig	30,43	48,95	12,44	0,79	0,31	0,18	284,58	9,68	1,29
Reco-manat	19,50 gr.	30,00gr.	10,00 gr.	2,00 gr.	0,25 gr.	0,25 gr.	300,00 mg	5,00	56,44 gr.

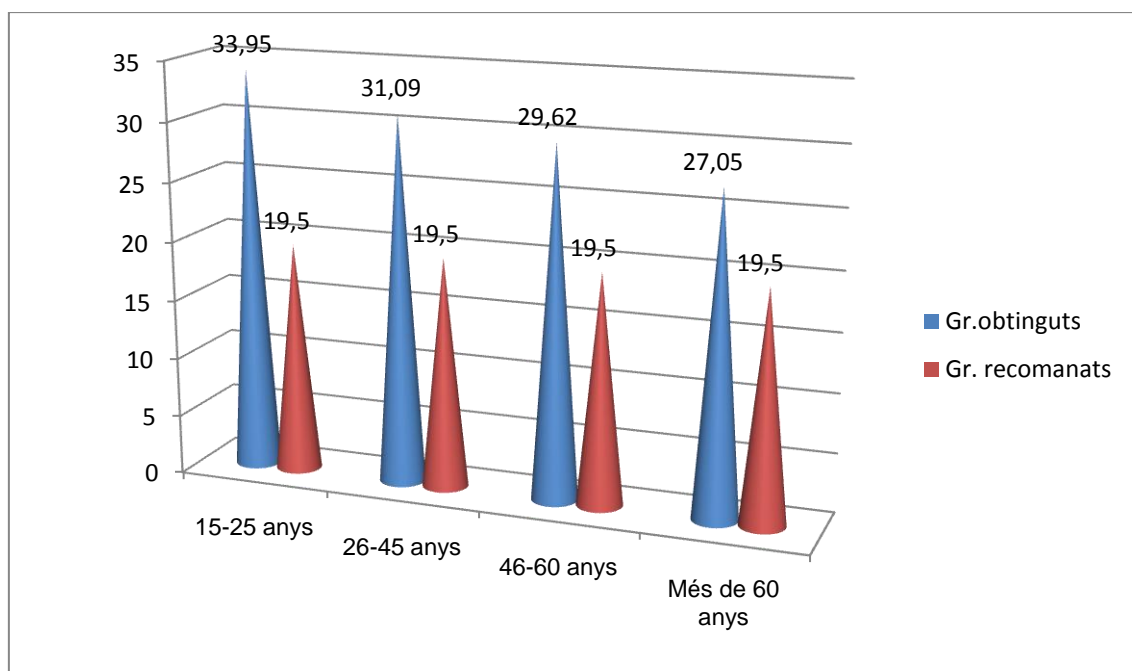
11.2.a- Anàlisi dels resultats

De totes aquestes dades, la primera conclusió que se'n deriva és que tenim ingestes molt superiors a les recomanades de tots els àcids grassos menys dels de la sèrie omega-3.

11.2.a.a- Àcids grassos saturats: Joves i adults fan un consum d'àcids grassos molt superior al recomanat pels experts. Els majors de 60 anys en consumeixen menys, però tot i així la dada és preocupant, ja que aquests àcids grassos són molt perjudicials per la salut. Un excés d'àcids grassos saturats fa que la seva proporció en els fosfolípids de membrana augmenti i per tant també ho fa la rigidesa de la mateixa, que llavors té més dificultats per establir bé les unions entre les proteïnes i els receptors situats a la seva superfície. És el cas del receptor LDL, que veu interferida la seva funció d'absorbir el colesterol LDL per les cèl·lules, i per tant la seva eliminació. La conseqüència directa i immediata és l'augment del colesterol LDL a la sang amb tots els riscos que això comporta. Les dades queden de la següent manera .

	Gr. saturats			
Edat (anys)	15-25	26-45	46-60	>60
Obtingut	33,95	31,09	29,62	27,05
Recomanat	19,50	19,50	19,50	19,50

La seva representació en una gràfica es :

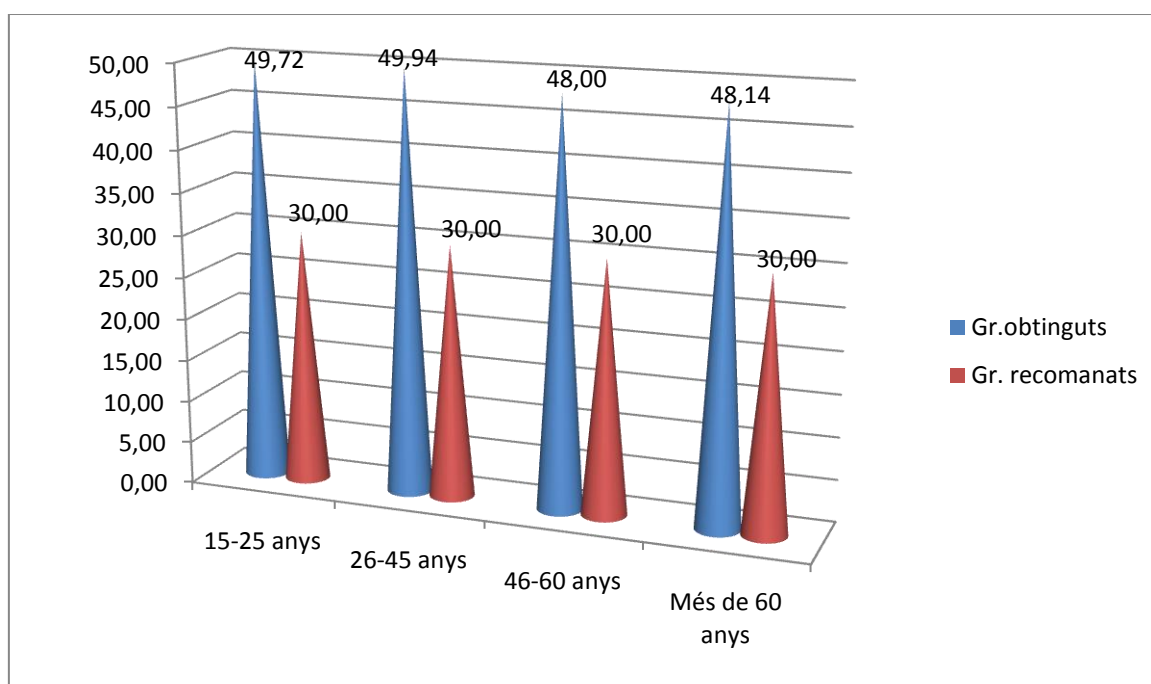


11.2.a.b- Àcids grassos monoinsaturats : Les dades obtingudes també ens reflecteixen un consum més elevat del recomanat en aquests tipus d'àcids grassos. L'àcid gras monoinsaturat més abundant és l'oleic, al qual se li atribueixen bons efectes per la salut. Per aquesta raó, aquest excés no preocupa tant, tot i que sempre és bo mantenir-nos dins els límits que han estat acceptats per comissions d'experts.

Les dades queden de la següent manera .

	Gr. monoinsaturats			
Edat (anys)	15-25	26-45	46-60	>60
Obtingut	49,72	49,94	48,00	48,14
Recomanat	30,00	30,00	30,00	30,00

Les dades les podem veure reflectides en el següent gràfic:

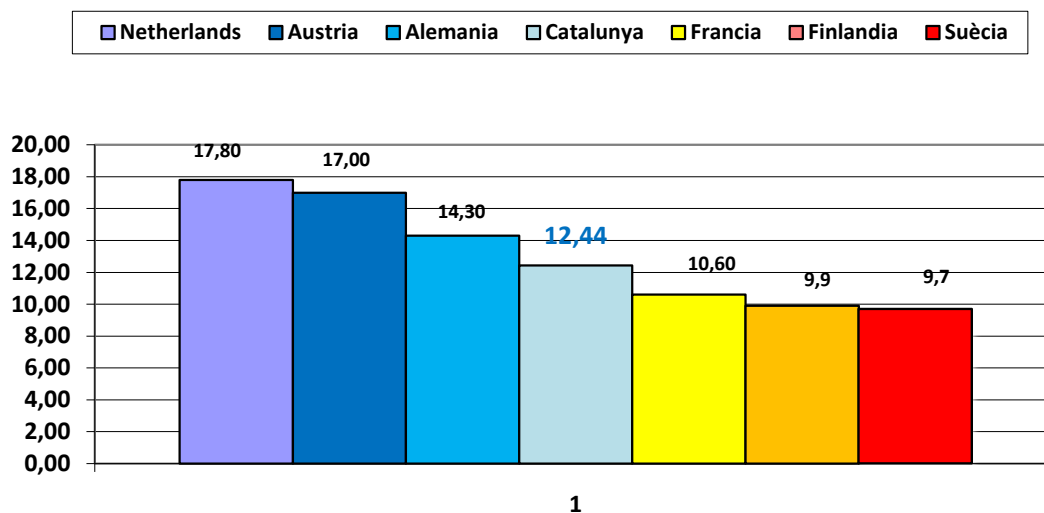


11.2.a.c- Àcids grassos poliinsaturats omega-6: Els àcids grassos poliinsaturats omega-6 inicialment els he referit al valor que fins fa pocs mesos era el recomanat per les diferents associacions dietètiques i m'he quedat horroritzada en veure les dades que em surten.

Pensant que podia haver errat en el càlcul, he tornat a investigar el tema. La meua sorpresa ha estat trobar un estudi recent que la Comissió Europea va encarregar a l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària al constatar que molts països no complien

els paràmetres establerts En concret se'ls va demanar que revisessin, entre altres àcids grassos, la proposta de 6 grams al dia d'àcid linoleic (havien comprovat que la ingesta mitjana a Europa estava entre els 7 i els 19 grams . Finalment, la Comissió Europea ha considerat oportú augmentar el valor recomanat a una mitja de 10 grams per dia, amb uns marges de 8 a 12.

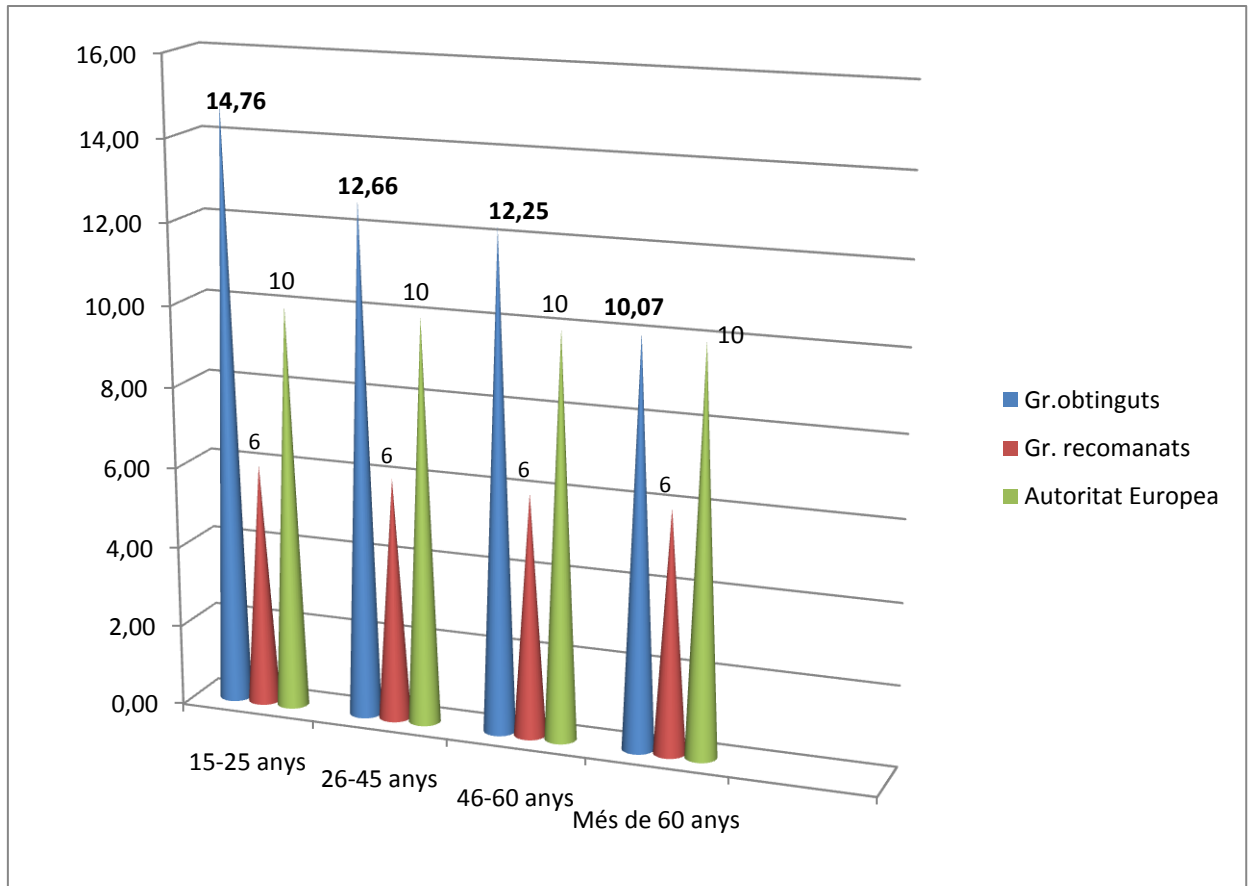
Aquest estudi dona una ingesta mitjana de 12,44 gr./dia que encara està per sobre de la recomanada però que ja no suposa doblar-la tal com passava abans, quan el límit era de 6 grams. En veure les dades que diferents països van subministrar a aquesta Autoritat Europea i que han servit per elaborar l'estudi, he vist que no hi consta cap referent a l'Estat Espanyol ni a Catalunya. I, tot i que no és tema d'aquest treball, he volgut esbrinar com quedaria posicionat respecte a la resta d'Europa. Quedem just enmig, com mostra el següent gràfic.



Les dades, per grups d'edat, són les següents:

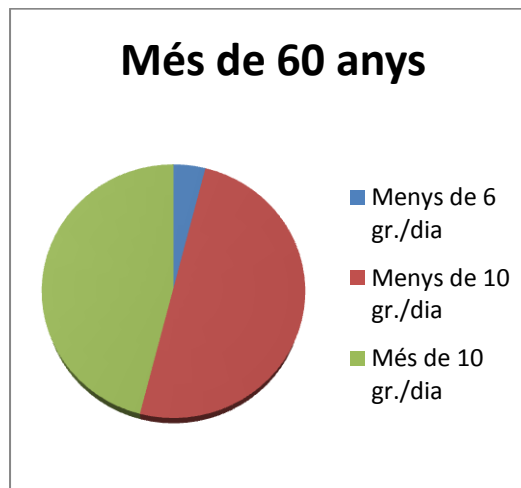
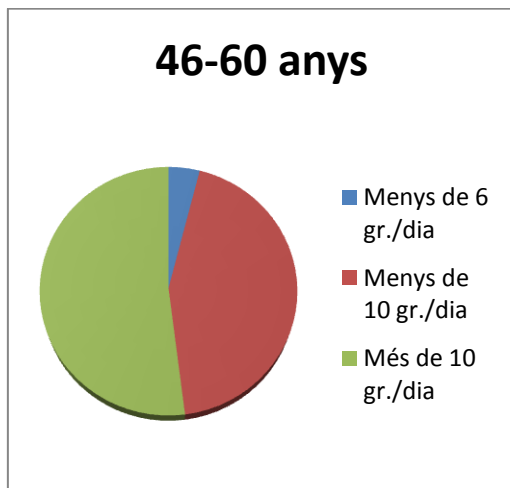
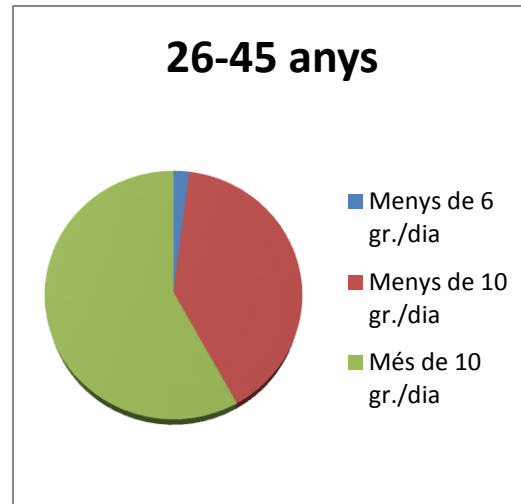
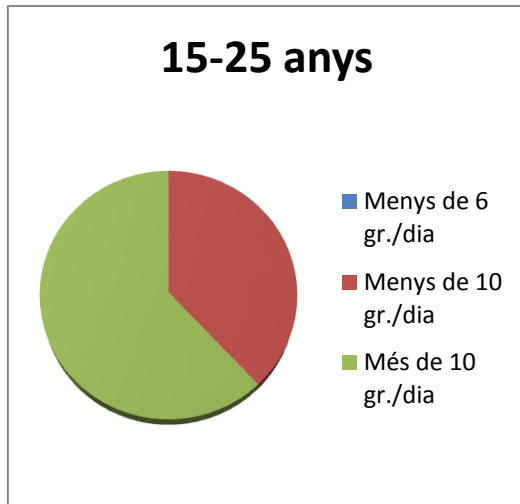
Edat (anys)	Grams àcid linoleic			
	15-25	26-45	46-60	>60
Obtingut	14,76	12,66	12,25	10,07
Recomant	10,00	10,00	10,00	10,00

Reflectides en un gràfic, queden de la següent manera.



Una altra dada important és saber la quantitat de persones que mengen un excés d'aquests àcids a la seva dieta. A continuació ho exposo, referit a les dues dades, en la següent taula.

Edat (anys)	Persones			
	15-25	26-45	46-60	>60
Menys de 6 gr./dia	0	1	2	2
Menys de 10 gr./dia	19	20	22	25
Més de 10 gr./dia	31	29	26	23

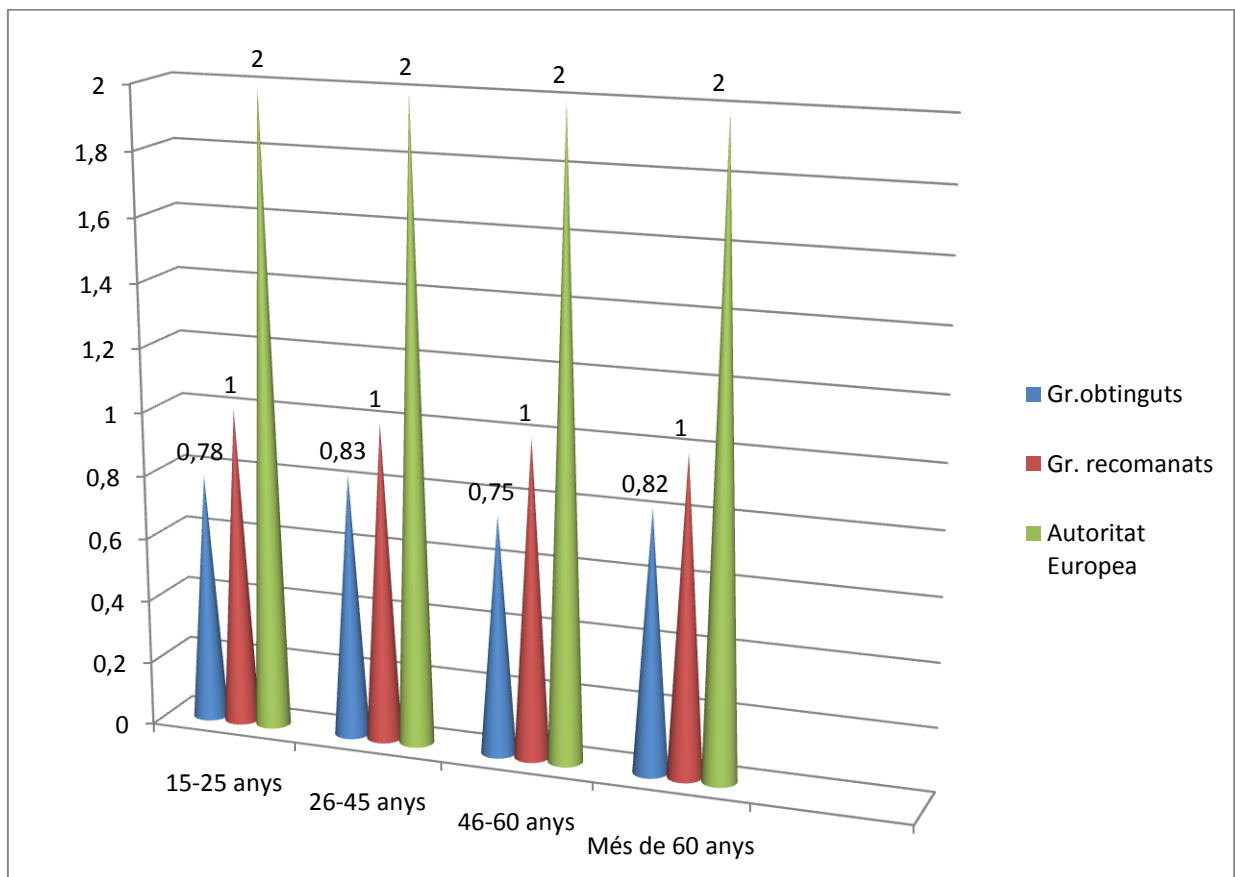


Amb aquests resultats, podem constatar com una franja important de la població no compleix les recomanacions sobre les ingestes adequades. També es veu que va millorant amb l'edat, essent la pitjor franja la del jovent i la millor la dels majors de 60 anys. Aquesta dada es deu, tal com es veu en l'enquesta, a un major consum de plats precuinats i envasats, així com de visites als locals *fast food* per part dels més joves.

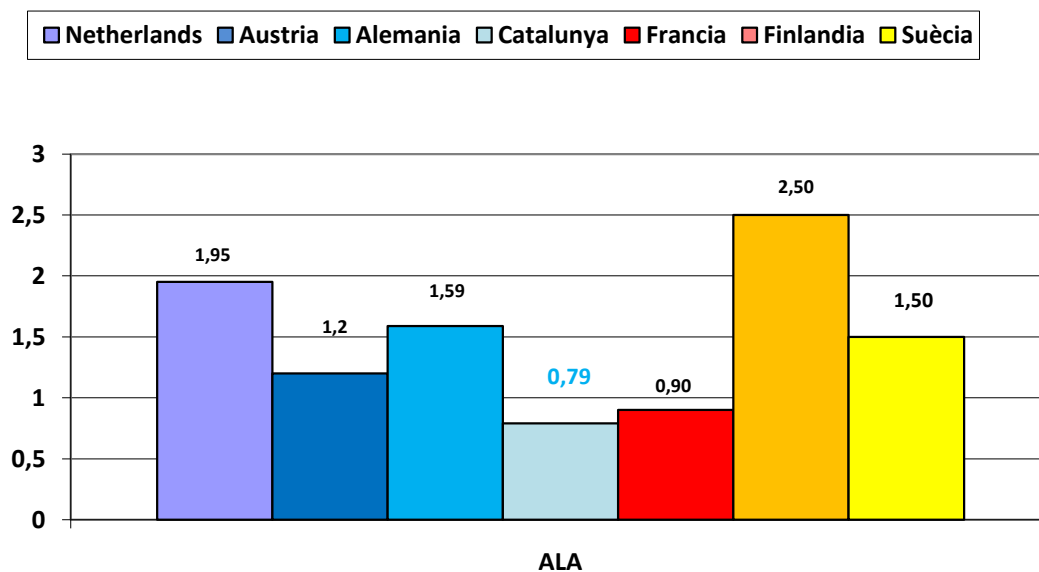
El percentatge de persones que compleixen aquestes noves normes establertes, les de l'Autoritat Europea, és d'un 37%. En canvi, el percentatge analític acceptable és d'un 26,7%.

11.2.a.d- Àcids grassos poliinsaturats omega-3 (àcid linolènic): Els àcids grassos poliinsaturats omega-3, primer els he estudiat en referència al valor d'1 gram per dia de linolènic, i més tard segons els 2 grams proposats per l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària.

Edat(anys)	Grams àcid linolènic			
	15-25	26-45	46-60	>60
Obtinguts	0,78	0,83	0,75	0,81
Recomanat	1,00	1,00	1,00	1,00
Autoritat Europea	2,00	2,00	2,00	2,00

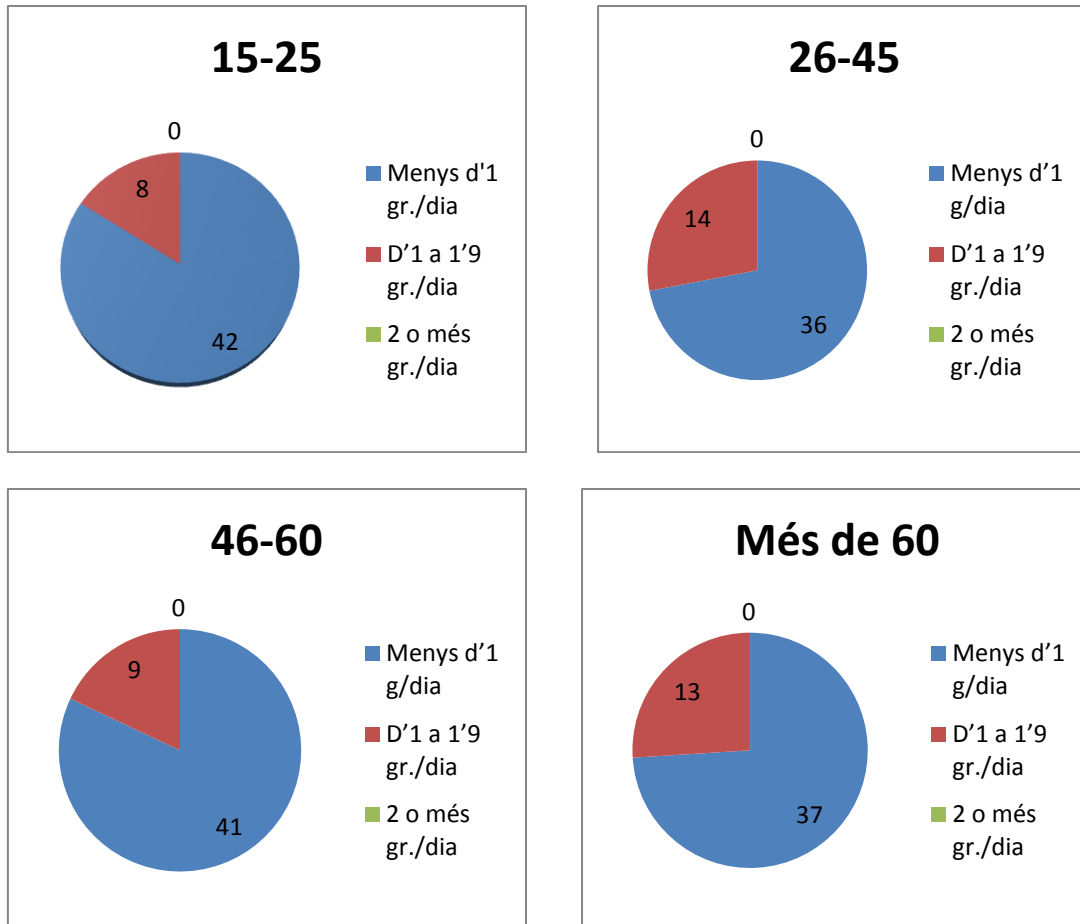


Segons les dades obtingudes a través de l'estadística, el consum mitjà de linolènic és de 0,79 grams al dia, inferior al gram que tal com s'ha anat veient en els diferents estudis científics, és l'aport necessari per a un bon funcionament del nostre cos. Si ho relacionem amb els nous valors de referència establerts per l'Autoritat Alimentària de la Unió Europea es pot constatar fàcilment com de lluny estem dels 2 grams proposats. En aquest cas tampoc hi havia dades de l'Estat Espanyol ni de Catalunya estudiades. Les hi he afegit, en funció dels resultats obtinguts per veure quina és la situació del principat respecte la resta de la comunitat europea.



La quantitat de persones que no arriben als mínims establerts quedaria de la següent manera :

Edat (anys)	Persones			
	15-25	26-45	46-60	>60
Menys d'1 g/dia	42	36	41	37
D'1 a 1'9 gr./dia	8	14	9	13
2 o més gr./dia	0	0	0	0



Ens trobem davant d'un dèficit d'ingesta d'àcid gras omega-3. En general, hi ha una elevada proporció de la gent enquestada que no arriba als mínims. Aquesta dada és molt alarmant en el grup de 15 a 25 anys. Només 8 de cada 50 enquestats menja adequadament aquest tipus d'àcid gras si el referim a 1 gram, i ningú, en cap franja d'edat, arriba als 2 grams proposats.

Pel que fa al tema de pujar la recomanació a 2 grams al dia, crec que és una fita gairabé impossible, ja que tal com acabem de veure, cap persona de les enquestades arriba a aquesta quantitat. No sóc ningú per fer l'afirmació següent, però després d'aquest estudi crec que aquesta decisió és equivocada. Al llarg del treball he anat veient com diferents especialistes en el tema recomanen 1 gram al dia, i crec que l'Autoritat Europea l'ha pujat a 2 grams degut a que també ha pujat la ingesta d'àcid linoleic. Aquesta és la manera que té de mantenir l'equilibri entre l'omega 6 i l'omega 3. A més, si mirem detingudament les dades de consum aportades pels diferents països, es veu com només Finlàndia i un dels dos estudis d'Alemanya els superen.

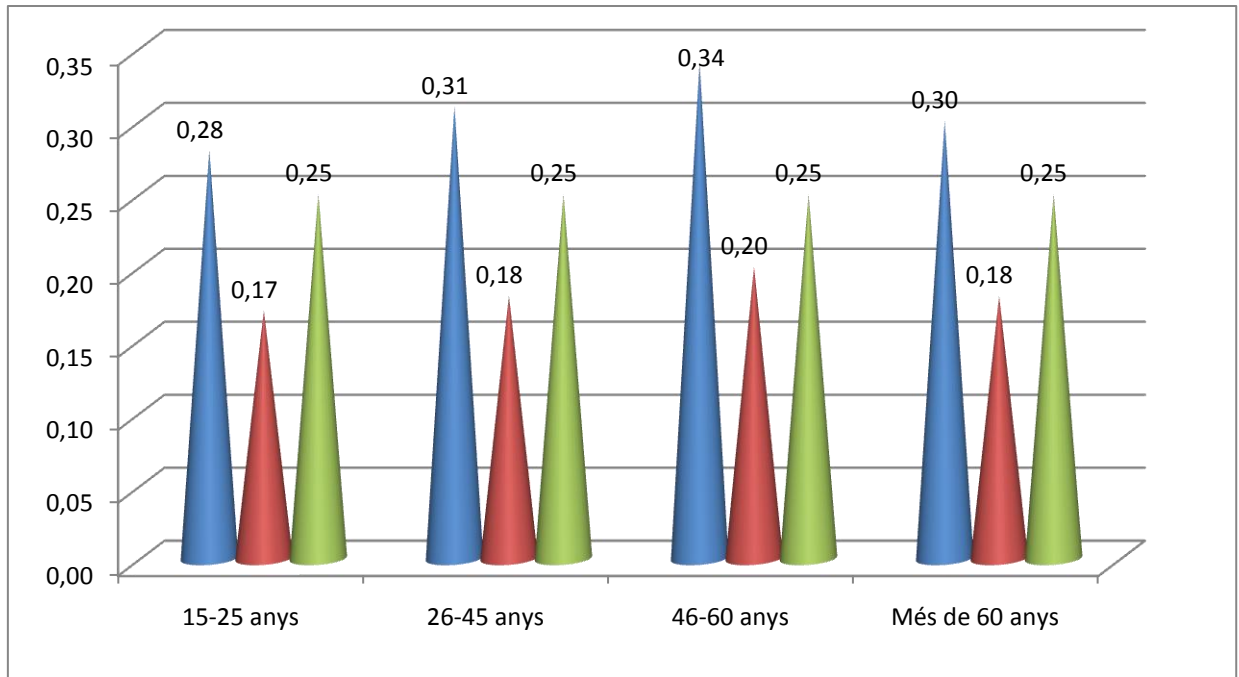
11.2.a.e- Àcids grassos poliinsaturats omega-3 (àcid eicosapentaenoic i àcid docosahexanoic):

Les dades anteriors, es refereixen al consum d'àcid linolènic, però la sèrie omega-3 inclou dos altres àcids molt importants, l'Àcid docosahexanoic (DHA) i l'eicosapentaenoic (EPA) , que si bé són un producte del metabolisme del linolènic, la seva producció és molt poc eficaç i per això és molt important consumir-ne les quantitats necessàries. Aquesta consumició ha quedat reflectida en la pregunta número 7 en la que es preguntava precisament la ingesta de peix blau, que és la única font alimentària que els conté.

Quan hem parlat de les diferents necessitats d'àcids grassos, hem vist com d'una banda s'aconsellava 1 gram d'àcid linolènic i de l'altre 500 mg addicionals per a DHA i EPA,(250 mg per cada un d'ells) corroborant d'aquesta manera la deficiència que té el metabolisme de l'àcid linolènic en la producció mínima necessària d'aquests dos tipus d'Àcids grassos.

Les dades de les ingestes obtingudes d'aquests dos tipus d'àcids grassos són :

Edat(anys)	Miligrams DHA i EPA			
	15-25	26-45	46-60	>60
DHA	0,28	0,31	0,34	0,30
EPA	0,17	0,18	0,20	0,18
Recomanat	0,25	0,25	0,25	0,25

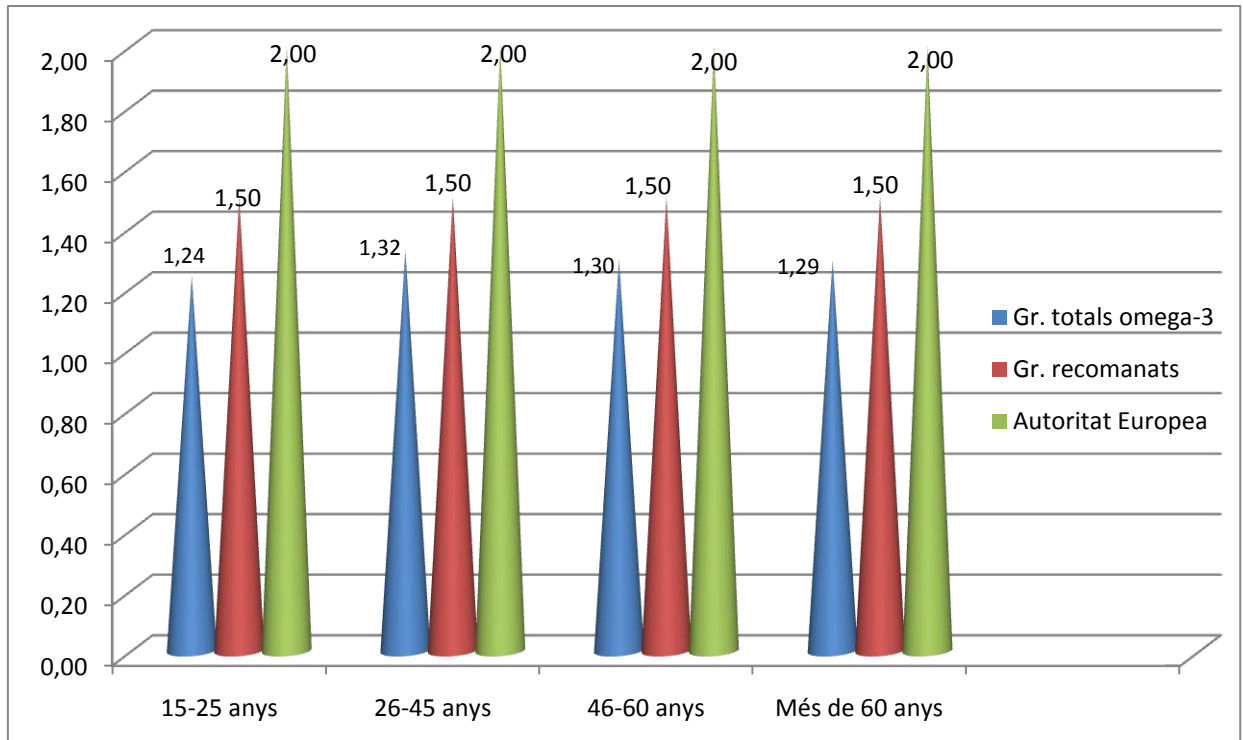


Es constata, doncs, un dèficit generalitzat d'ingesta de EPA, àcid que hem vist abans és essencial per evitar el desenvolupament dels processos inflamatoris, que són la base d'una gran quantitat de malalties tal com s'ha anat veient en la investigació bibliogràfica portada a terme a la primera part d'aquesta investigació.

El consum total de la sèrie omega-3 (suma de l'Àcid linolènic, EPA i DHA) quedaria doncs, de la següent manera .

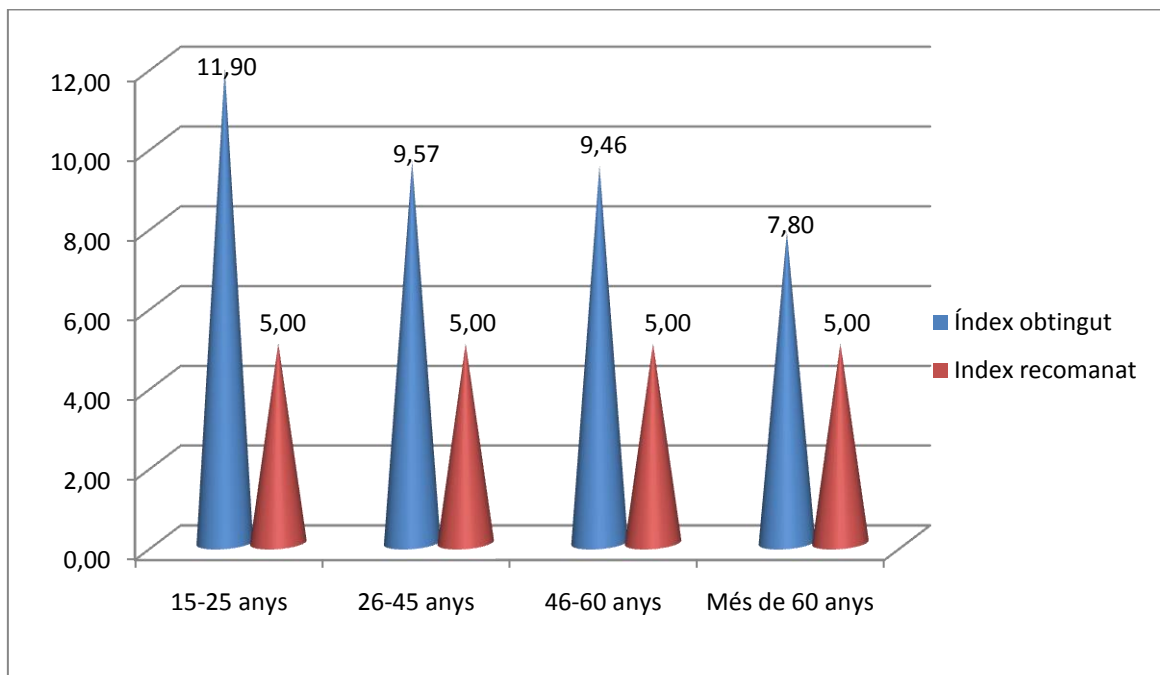
Edat(anys)	Grams sèrie omega-3			
	15-25	26-45	46-60	>60
Omega-3	1,24	1,32	1,30	1,29
Recomanat	1,50	1,50	1,50	1,50
Autoritat Europea	2,00	2,00	2,00	2,00

El valor recomanat en aquest cas és 1,50 ja que les ingestes de cada àcid gras de la sèrie omega-3 són 0,250 gr. per a DHA, 0,25gr per a EPA i 1 gr, per a linoleic.



11.2.a.f- Quocient omega-6/omega-3:L'índex òptim ha de ser inferior a 5. Els càlculs demostren que la mitjana de cada grup d'edat és molt superior.

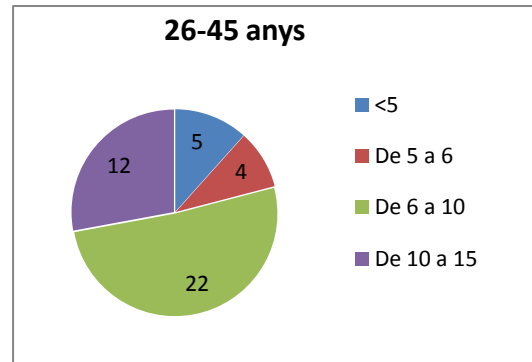
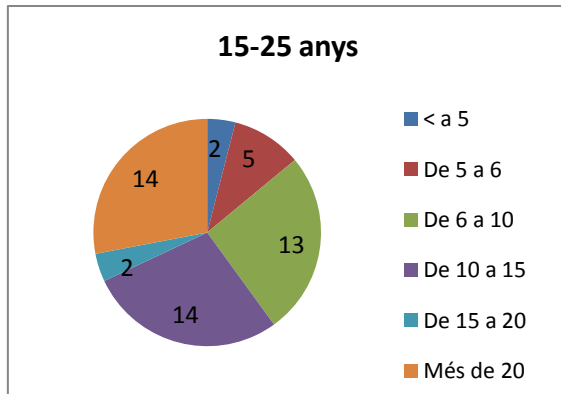
Valor	EDAT			
	15-25	26-45	46-60	>60
Obtingut	11,90	9,57	9,46	7,80
Recomanat	5,00	5,00	5,00	5,00



Analitzant cada una de les persones enquestades hem trobat la següent distribució dels índexs

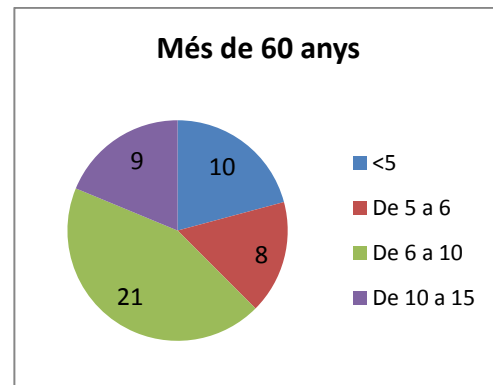
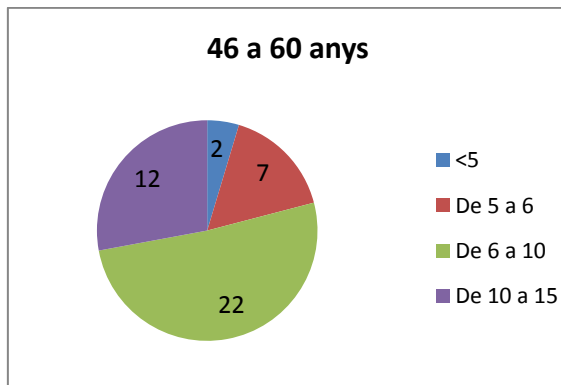
Índex	EDAT			
	15-25	26-45	46-60	>60
3 a 5	2	5	2	10
5 a 6	5	4	7	8
6 a 7	6	6	2	2
7 a 8	2	2	4	1
8 a 9	2	6	1	7
9 a 10	3	8	3	11
10 a 11	3	7	6	3
11 a 12	6	2	8	2
12 a 13	4	1	5	4
13 a 14	0	1	3	
14 a 15		1		
15 a 16	1			
16 a 17				
17 a 18				
18 a 19	1		2	
19 a 20		2		1
20 a 21	1			
21 a 22	1			
22 a 23	2		1	
23 a 24	2			
24 a 25		1		
25 a 26			2	
26 a 27	1	1	2	
27 a 28	3	2		1
28 a 29	2			
29 a 30				
Més de 30	3	1	1	

Una vegada hem repartit totes les persones estudiades en base al quocient ω_6/ω_3 podem veure com a la franja de 15-25 anys, només hi ha 2 persones amb un índex inferior a 5, mentre que 3 el tenen superior a 30. A la franja dels majors de 60 anys trobem 10 persones amb un índex inferior a 5 i cap que arribi a 30



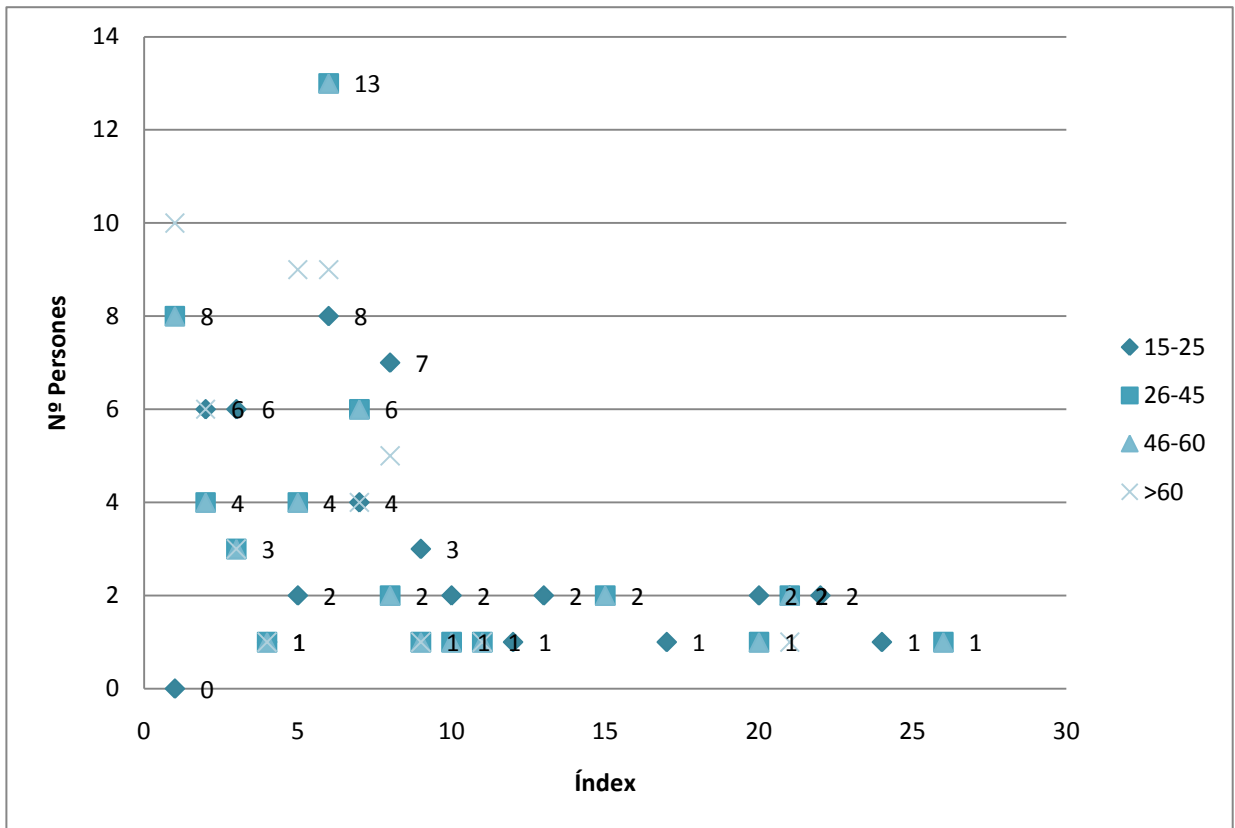
L'anàlisi de la franja compresa entre els "26 i els 45 anys", mostra 5 "persones amb un índex inferior a 5, "31" persones amb un índex inferior a 10 i "5" persones sobrepassen el llindar de 20.

Trobem valors similars a la franja dels "46-60 anys".



És a la franja dels majors de 60 anys que ja tornem a trobar diferències, així ja hi ha 10 persones amb un índex inferior a 5, "38" persones amb l'índex inferior a 10. De les 12 persones que el sobrepassen només "1" "supera l'índex de 20

Aquestes últimes dades, són molt representatives de fins a quin punt tenim descontrolades les ingestes d'omega-3 i d'omega-6. Aquests índexs justifiquen l'allau de malalties inflamatòries que hi ha actualment.



11.2.a.f- Suplements a base d'omega-6 i omega-3. Una de les preguntes de l'enquesta fa referència al consum d'oli omega-3 i omega-6 en forma de suplements. L'objectiu d'aquesta pregunta es veure el coneixement real que té la gent respecte a la necessitat d'una correcta ingesta d'aquests àcids. La conclusió que se'n pot treure és que hi ha un desconeixement molt gran ja que de les 200 persones enquestades només "6" prenen omega -3 i "17" ho fan amb l'omega-6; per tant aquestes 17 persones estan desequilibrant encara més l'índex omega-6/omega-3 , ja molt descompensat amb la dieta , tal com s'ha vist en tot l'estudi anterior.

12- CASSOS CLÍNICS

Aquesta part consta d' casos clínics on es mostra que regulant les ingestes d'omega-3 i d'omega-6 s'arriba a aconseguir una millora de salut sense prendre medicaments.

12.1- Depressió.

Dona de 57 anys que acut a la consulta mèdica amb un Dr. especialista en àcids grassos. Té depressió i tensió arterial mal controlada, seguia un tractament Standard des de feia temps sense notar millories. Ella explica que ha perdut les ganes de viure i li ha baixat molt l'autoestima. El Dr. la pesa i la medeix amb el resultat d'un índex de massa corporal de 36% (pesa 76,9 kg) . També se li pren la tensió arterial i les pulsacions amb uns resultats de 190-100 i 90 respectivament.

Se li aconsella una analítica de sang per veure com té els nivells d'àcids grassos en eritròcits. Els resultats van ser els següents:

Descripción	Resultado	Valores indicativos de normalidad	Unidades
ACIDOS GRASOS EN SUERO			
ACIDOS GRASOS SATURADOS			
Mirístico (C14:0)		25,5	15-60 mcg/mL
Palmitico (C16:0)		422,4	320-1.075 mcg/mL
Estearico (C18:0)		147,1	127-305 mcg/mL
ACIDOS GRASOS TRANS			
Elaidico (t-C18:1n9)		< 10	<10 mcg/mL
ACIDOS GRASOS MONOINSATURADOS			
Palmitoleico (C16:1n7)		38,6	33-125 mcg/mL
Oleico (C18:1n9)		396	260-1.250 mcg/mL
ACIDOS GRASOS DE CADENA LARGA n6			
Linoleico (C18:2n6) Esencial		809,6	576-1.300 mcg/mL
Dihomo-gamma-Linolénico (C20:3n6)		44,2	38-105 mcg/mL
Araquidónico (C20:4n6)		276,3	295-650 mcg/mL
gamma-Linolénico (C18:3n6)		6,3	4-42 mcg/mL
ACIDOS GRASOS DE CADENA LARGA n3			
alfa-Linolénico (C18:3n3) Esencial		8,8	3-21 mcg/mL
Eicosapentanoico (C20:5n3)		6,8	5-73 mcg/mL
Docosahexaenoico (C22:6n3)		20,7	36-160 mcg/mL
RATIOS			
n6/n3		31,3	5-10
Araquidónico/Eicosapentanoico		40,6	<10
Paciente	Nombre	Petición	Fecha registro
			Impreso

És destacable el valor dels rats d'omega 6 / omega 3 i araquidònic/ Eicosapentanoic

Surt de la consulta amb el següent tractament: 6 càpsules al dia d'omega-3, tècniques de relaxació i dieta zona.

Torna al cap d'un any i els resultats són els següents: Pesa 57.9 kg, té un índex de massa corporal del 31%, ha deixat la medicació tant per la depressió com per la hipertensió i la seva tensió és de 10-6 i 72 pulsacions. Es troba perfectament bé.

Es repeteix l'analítica d'àcids grassos i es mostra el següent resultat:

Descripción		Resultado	Valores indicativos de normalidad	Unidades
ACIDOS GRASOS EN SUERO				
ACIDOS GRASOS SATURADOS				
Mirístico (C14:0)		10,8	15-60	mcg/mL
Palmitico (C16:0)		328,1	320-1.075	mcg/mL
Estearico (C18:0)		129,7	127-305	mcg/mL
ACIDOS GRASOS TRANS				
Elaidico (t-C18:1n9)		1,3	<10	mcg/mL
ACIDOS GRASOS MONOINSATURADOS				
Palmitoleico (C16:1n7)		24	33-125	mcg/mL
Oleico (C18:1n9)		456,3	260-1.250	mcg/mL
ACIDOS GRASOS DE CADENA LARGA n6				
Linoleico (C18:2n6) Esencial		397,8	576-1.300	mcg/mL
Dihomo-gamma-Linolénico (C20:3n6)		37	38-105	mcg/mL
Araquidónico (C20:4n6)		305,9	295-650	mcg/mL
gamma-Linolénico (C18:3n6)		4,9	4-42	mcg/mL
ACIDOS GRASOS DE CADENA LARGA n3				
alfa-Linolénico (C18:3n3) Esencial		3,6	3-21	mcg/mL
Eicosapentanoico (C20:5n3)		109,5	5-73	mcg/mL
Docosahexaenoico (C22:6n3)		70,3	36-160	mcg/mL
RATIOS				
n6/n3		4,1	5-10	
Araquidónico/Eicosapentaenoico		2,8	<10	

Paciente	Nombre	Petición	Fecha registro	Impreso
0140133834	BOB MARC MARC G...

Fixem-se amb els ratis n6/n3 i el de l'àcid araquidònic/Eicosapentaenoic. Es troben en la proporció adequada, encara que alguns àcids n6 es vegin baixos.

El que s'ha confirmat en aquest cas és que el que ha d'estar correcte per un bon funcionament del nostre organisme és la proporció n6/n3.

12.2- Asma

Home de 63 anys que acut a la clínica del Dr. Xevi Verdaguer. Va patir tuberculosi als 15 anys i ara té emfisema. Es prenia Spiriva (broncodilatador), Plusven (broncodilatador i cortisona) i Singulair (Broncodilatador).

Se li aconsella fer-se unes anàlisis d'intolerància alimentàries i unes altres d'àcids grassos.

Els resultats demostren intoleràncies a bastants aliments i dèficit d'omega-3 amb un rati elevat. Davant d'aquest resultat es procedeix a fer un tractament de desintoxicació i una dieta, que consisteix amb només verdures i peix. Se li recepta oli de krill (omega-3), vitamina C i Resveratrol (en la dosis equivalent al contingut saludable de 66 ampolles de vi al dia).

Al cap d'un temps torna a la clínica i la seva millora de salut és impressionant. Ha deixat tots els medicaments i l'únic que es pren és una càpsula d'oli de krill al dia. La pressió arterial ha baixat de 9.13 a 7.13.

12.3- Dermatitis seborreica

Acut a la clínica "Tot Físio" per dermatitis seborreica. Pren antihistamínic, dues pomades de corticoides i un xampú exprés per la dermatitis.

Se li aconsella fer-se una anàlisis d'intolerància alimentària, de femta i d'àcids grassos.

Els resultats demostren un desequilibri del rati n-6/n-3 i es comença el tractament amb una desintoxicació hepàtica i amb càpsules d' EPA (antiinflamatori) + GLDH (hidratant)

.Al cap d'un temps torna a la clínica. Ha abandonat tant la medicació, com el xampú, com les pomades. El seu estat de salut és favorable.

12.4- Hiperactivitat

Nena de 12 anys que acut a la clínica per hiperactivitat. Quan tenia 5-6 anys se li van injectar sis vacunes en un període de divuit mesos. Mig any més tard, va començar a tenir problemes de concentració. Als 8 anys comença un tractament: Rubifen.

Al cap de quatre anys sense haver notat cap milloria, decideix acudir a "Tot Físio".

A partir d'aquí, se li aconsella fer-se un analítica d'intolerància alimentària, una de metalls pesats i una d'àcids grassos. Els resultats són els següents: té els nivells de níquel elevats i el rati n-6/n-3 a 6.43.

El tractament al qual se la sotmet, consisteix en estar-se un temps prenent-se EPA+DHA (gama n-3) i després només DHA.

Des de fa dos mesos, aquesta nena ha deixat el medicament convencional, ja que només amb els suplementes esmentats ha deixat de patir hiperactivat.

13- ENTREVISTA A XEVI VERDAGUER, FISIOTERAPEUTA

El Dr. Verdaguer és un fisioterapeuta especialitzat en tractaments que es basen en assegurar l'equilibri del cos per tal d'aconseguir un bon funcionament de l'organisme, fent que aquest sigui capaç de solucionar els problemes per si mateix.

És el director del centre "Tot fisio" i professor de les universitats de fisioteràpia de Vic, Terrassa i Girona.

El Dr. Verdaguer ha arribat a curar moltes patologies en les que la medicina convencional havia fracassat com la hiperactivitat o l'asma, entre altres.

-Què el va fer interessar-se especialment en tractaments que no estan fonamentats per la medicina convencional i que es basen en el mateix equilibri de l'organisme a través de mètodes totalment naturals?

-Em vaig començar a interessar per aquests tractaments quan vaig veure molts casos de persones que es tractaven amb la medicina convencional i no acabaven de resoldre mai el seu problema. Vaig pensar que potser la qüestió era que es tractava d'un desequilibri per part de l'organisme i que per tant, el que calia fer era intentar corregir les deficiències o excessos de substàncies pròpies que s'havien vist alterades per un canvi d'hàbits al qual el nostre cos no havia tingut temps d'adaptar-se genèticament.

-Creu que és important portar una bona dieta per tal de millorar patologies?

Crec que moltes patologies es veuen reforçades per un mal hàbit alimentari.

Conseqüentment, penso que una bona dieta és indispensable per tal d'evitar o millorar patologies, ja que el nostre cos funciona amb el que nosaltres ingerim, i si no ingerim el que ell necessita, no pot funcionar bé. Així que és impossible estar saludable sense portar una bona dieta.

-Quins són els pacients que vostè considera que han de portar una bona dieta amb suplementos i quins són els que vostè utilitza normalment?

Com he dit abans, penso que un bon hàbit alimentari és bàsic, així que tots els pacients necessiten donar-li al seu organisme el que més necessita per funcionar bé. Els suplementos que utilitzo varien segons la patologia del pacient, però sempre recepto omega-3, ja que penso que és necessari per a tothom perquè pràcticament no es troba a la nostra dieta.

-En quines patologies es mostra més interessant la regulació d'omega-3 i omega-6?

Penso que és indispensable regular aquestes substàncies en trastorns d'ansietat i depressió, o trastorns inflamatoris ja que la majoria de població té excessos d'omega-6 i deficiències d'omega-3 i això fa que s'inhibeixi l'activitat dels àcids que deriven de l'omega-3 i que són totalment necessaris per regular la inflamació i les transmissions neuronals del cervell.

-Quina dieta creu que és la més adequada i quins suplementes dietètics s'haurien de prendre amb regularitat independentment de l'estat de salut?

Un multivitamínic, multimineral, multinutriente i omega-3.

14- AGRAIMENTS

Voldria agrair tota la ajuda i el suport que m'ha donat el tutor del treball de recerca, per la seva paciència quan el trucava en els moments més inoportuns, per fixar-se en aquells detalls que a mi em passaven desapercebuts i per tot el temps que m'ha dedicat sense distingir si eren o no hores lectives.

També m'agradaria donar les gràcies a la Dra. Glòria Sabater Sales i a la Mercè Serrano, dels laboratoris Grup Sabater Anàlisis. A la Gloria per resoldre totes les consultes i dubtes que li anava plantejant mentre ha durat aquest estudi i a la Mercè per haver-me proporcionat les dades dels 570 anàlisis sense els quals no hagués estat possible l'estadística. Moltes gràcies a totes dues.

Dono els meus agraïments a en Xevi Verdaguer, a qui vaig acudir perquè em parlés del tema i me n'informés. També li dono les gràcies per la seva opinió sempre que l'he necessitada i pels cassos clínics i l'entrevista que m'ha proporcionat.

També voldria donar les gràcies a la dietista de l'hospital Sant Jaume d'Olot, Laura Padró que em va ajudar a realitzar l'enquesta, ja que sense ella no me n'hauria sortit.

Gràcies, també a la direcció d'OLOT Anàlisis per proporcionar-me imatges de sèrums, deixar-me'ls fotografiar i presentar en aquest treball. També agraeixo la seva ajuda quan l'he necessitada.

Agrair, també, a Jose Emilio Ruiz Olivar, dels laboratoris Ferrer, per tota la informació proporcionada.

Per últim, donar les gràcies a totes aquelles persones que han aportat idees i a les dues-centes persones que amb tota la seva amabilitat han contestar a les meves enquestes.

MOLTES GRÀCIES A TOTHOM!

15- CONCLUSIÓ

Els àcids grassos són uns components essencials del nostre cos, que en la seva proporció adequada ens doten de salut. Quan succeeix el contrari, quan en tenim un excés o un dèficit, poden aparèixer problemes que es poden convertir, amb temps, en determinades malalties.

Amb l'inici de la industrialització, a mitjans del segle XIX, van començar a aparèixer patologies d'ordre inflamatori a Europa, relacionades amb els canvis d'hàbits alimentaris derivats de la nova estructura econòmica i social del vell continent. Les llargues jornades laborals feien impossible dedicar temps als fogons, l'entrada de la dona al mercat de treball –que era l'encarregada d'alimentar a la família- va reduir el temps per anar a l'hort a cercar hortalisses o al mercat a comprar la carn i el peix, el trasllat de moltes famílies a la ciutat per treballar a les fàbriques (abandonant el camp) els va obligar a anar a buscar els aliments en altres llocs...

Aquesta dinàmica s'ha mantingut *in crescendo* al llarg de tot el segle XX, i de moment, sembla que continua el XXI. Cada vegada anem més accelerats i busquem productes que es puguin traslladar directament de la llauna al plat, sense haver-los-hi de dedicar ni temps ni esforç. També busquem anar de vacances, comprar-nos un cotxe, o una nova televisió. Els salaris són els que són i si es vol tenir tot en algun lloc haurem d'escatimar. La carn de pollastre envasada del supermercat segur que és més barata que un tall de salmó de la peixateria del mercat.

Que hi ha una relació entre els canvis alimentaris i els problemes de salut, per tant, és evident. Però el que he descobert va molt més enllà. Amb l'ajuda de 200 persones que m'han respost un qüestionari, doctors que m'ha facilitat casos clínics i laboratoris que m'han fet arribar resultats d'anàlisis, he pogut constatar que l'equilibri entre els àcids grassos omega-6 i omega-3, tant important per la salut, està realment alterat en la major part de la població predisposant a tenir problemes inflamatoris que poden derivar en malalties perilloses i importants.

Aquesta és la conclusió més important i inesperada a la que he arribat. Mentre en començar el treball em plantejava demostrar que la falta d'omega-3 provoca problemes, a mesura que avançava en la investigació he anat veient que era cert, i que al darrera hi havia més. Tenir l'omega-3 als nivells recomanats no serveix de res si l'omega-6 no està, també, on toca. Afegeixo, després d'analitzar molts casos, que la relació òptima entre aquests àcids grassos ha de ser de 5 (omega-6) a 1 (omega-3).

L'àmbit de referència de la meua investigació és Catalunya. L'enquesta realitzada a 200 persones deixa en manifest que la consciència sobre la necessitat de menjar peix blau, per exemple, és pràcticament nul·la.

L'excés de consum de productes làctics, carn i ous incideix en un índex d'àcids grassos saturats molt superior al recomanat. També hi ha un excés de consumició de productes envasats. La quantitat de persones que visiten locals *fast-food* massa sovint parla per si sola en l'enquesta.

És quan filo prim quan veig que 4 de cada 10 persones (un 37% de la població) menja massa omega-6 i menys d'una tercera part de la població consumeix els omega-3 recomanats. Per tant, i amb gravetat, dic i afirmo que només un 10% de la població manté l'equilibri recomanat en la ingesta d'aquests dos tipus d'àcids. I, per tant, un 90% està exposada a tenir problemes inflamatoris si no canvia els seus hàbits alimentaris.

La manera de solucionar això no és inflar les arques de la indústria farmacèutica. La manera és dedicar més temps al menjar. Perquè del que hi ha al nostre plat en depèn, en gran part, la nostra salut. Cal menjar més peix blau i treure-li l'etiqueta de que "engreixa". Cal menjar més fruits secs (amb moderació): nous, alvocats, ametlles, etc. I cal menjar menys carn i més fruita i verdura. L'oli també s'ha de tenir present i recordar que el de gira-sol és ric en omega-6, mentre que l'oli d'oliva és majoritàriament àcid oleic. Tots aquests canvis han de substituir d'armaris, neveres i congeladors productes precuinats, envasats i congelats.

L'estudi estadístic de les 570 mostres de sang analitzades m'ha servit per confirmar la que ja era la meua tesi i la hipòtesi inicial del treball. També m'ha tranquil·litzat en adonar-me que no m'he equivocat fent els càlculs dels resultats de l'enquesta. I és que em semblava tan sorprenent que la dieta fos tan desequilibrada que dubtava de mi mateixa. Però es dona la circumstància que en aquestes 570 mostres de sang els percentatges de dèficit o excés en omega-3 i omega-6 coincideix.

A més, està provat que diversos tractaments amb omega-3 i omega-6 funcionen per curar malalties tant diverses com hiperactivitat, depressió o obesitat a persones d'edats ben diferents. Són només alguns dels exemples clínics que he afegit al meu treball de recerca i que crec que confirmen la meua hipòtesi.

Per acabar, només em queda dir que la revolució que va començar fa 2 segles a les fàbriques a partir d'avui ha de continuar al cistell de la compra. Que cuinar pot ser un plaer i no una tortura, que la creativitat a vegades s'amaga a les cassoles i que els límits se'ls posa cadascú.

16-BIBLIOGRAFIA

16.1- Bibliografia de llibres:

- Lehninger, Albert L. *Bioquímica*. 2ª ed. Barcelona: Omega S.A, 1995.
- Mosby. *Diccionario de medicina y ciencias de la salud*. Madrid: DoymaLibros, 1995.
- Van Holde, Mathews. *Bioquímica*. 2ª ed. Barcelona: Interamericana, 2000.
- B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter. *Biología molecular de la célula*. 4ª ed. Barcelona: Omega, 2003.
- L.Berk, M. Udaira, B. Darnell. *Biología celular y molecular*. 4ªed. Barcelona: Panamericana, 2002.
- H. Curtis, N. S. Barnes. *Biología*. 6ª ed. Barcelona: Panamericana, 2000.
- Roitt, J. Brostoff, D. Male. *Inmunología*. Madrid: Medsi, 1986.
- S. Ochoa, L.F. Leloir, J. Oró. *Bioquímica y Biología molecular*. Barcelona: Salvat, 1989.
- Bauer. *Análisis clínicos: Métodos e Interpretación*. Barcelona: Reverté, 1986.

16.2- Bibliografies de revistes i tesis doctorals:

- S. Brunton, N. Collins. "Differentiation prescription Omega 3 Acid Ethyl Esters (P-OM3) from dietary-supplement omega-3 fatty acids.." *Cabarrus Family Residency.*, May, 2007.
- Ros, Emilio. "Oli de peix i àcids grassos omega-3." *Medicina Clínica Monogràfica*, Agost, 2007, 1-2
- Calder, Philip C.. "Efectos antiinflamatorios y de estabilización de la placa de ateroma de los ácidos grasos omega-3." *Medicina Clínica: Monografías*, Agost, 2007, 25-30.

- C. Galli, P.C. Calder. "Effects of Fat and Fatty Acid Intake on Inflammatory and Immune Responses: A Critical Review." *Annals of Nutrition&Metabolism*, Setembre,2009, 1-17.
- J. Sabater, G. Sabater. "Acidos grassos: Importancia metabólica." Notas informativas, Juny, 2006, 1-6.
- J. Sabater, G. Sabater. "Antienvjecimiento." Notas informativas, Juny, 2004, 1-6.
- Crespo, Azavache et al.. "Cambios en la composición lipídica de las membranas mitocondriales de corazón de ratas inducidos por la ingesta de aceite de pescado y su relación con la actividad mitocondrial." *Revista de la facultad de medicina*, 2002, 1-15.
- Bourre. "Papel de los Acidos Grasos Insaturados (especialmente omega-3) en el cerebro a distintas edades y durante el envejecimiento.." *Nutrition of Health and Aging*, 2004, 163-174.
- J.M. Rodriguez. "Los alimentos que salvaran su memoria." *El periódico Médico* 929, (setembre, 2008): 40-42.
- Tovar, Armando. "Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud." *Revista de investigación clínica* 57, (Maig- Juny, 2005): 3-5.
- Mataix, Beatriz. "Efectos de los ácidos grasos de la dieta y la suplementacion con coenzima Q10 sobre el estrés oxidativo cerebral durante el envejecimiento." 2005.

16.3- Bibliografies de pàgines d'internet.

- Alfaro, Javier. "Els àcids grassos omega 3. Propietats." *SaludBio*.
*<http://saludbio.com/ca/els-%C3%A0cids-grassos-omega-3-propietats>.
- Gomez, Monica. "El Krill Antártico Neptuno." *Dieta Metabolica*.
<http://www.dietametabolica.es/krillNeptune.htm>.
- L.J. "Aceite de Krill, el nutritivo secreto de las aguas Antárticas." *Discovery Dsalud*. <http://www.dsalud.com/index.php?pagina=articulo&c=411>.

- "Ácido graso omega-3." Wikipedia.
http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_graso_omega_3.
- "Boquímica básica de los ácidos grasos, Ácidos grasos fisiológicamente relevantes, Omega-3 y 6, Ácidos grasos poliinsaturados."
themedicalbiochemistrypage.
<http://themedicalbiochemistrypage.org/spanish/lipids-sp.html>.
- Sears, Barry. "Omega 3." Botanical. <http://www.botanical-online.com/medicinalesomega3.htm>.
- Licata, Marcela. "Lípidos - Grasas en la nutrición." Zonadiet.
<http://www.zonadiet.com/nutricion/grasas.htm>.
- Wyn Snow. "Estructura de los ácidos grasos. Resistencia a la insulina y diabetes tipo 2." AF (Al final). <http://www.alfinal.com/Salud/omega3.php>.
- Martínez, Yaiza. "La violencia humana está relacionada con los hábitos alimenticios." Tendencias. http://www.tendencias21.net/La-violencia-humana-esta-relacionada-con-los-habitos-alimenticios_a1189.html.*
- Marc Boada. "Colesterol, Omega3 i Contaminants : Què, qui, com." TV3.
<http://http://www.tv3.cat/pprogrames/quequicom/qqcSeccio.jsp?seccio=home>.
- "Membrana Plasmàtica." Wikipedia.
http://http://es.wikipedia.org/wiki/Membrana_plasm%C3%A1tica.
- La membrana celular: determinador de individualidad." Fenix. <http://enfenix.webcindario.com/biologia/celula/membrana.html>.
- Escriba, Pablo. "Una molècula dissenyada per biòlegs de la UIB demostra ser vint vegades més efectiva que l'Àcid Oleic per tractar la hipertensió". UIB.
<http://www.uib.es/servei/comunicacio/sc/projectes/arxiu/nousprojectes/hidroxiolèic/hidroxiolèic.pdf>.
- Departamento de Agricultura. "Aspectos sobre la digestión y el metabolismo de las grasas." Depósito de documentos de la FAO.
<http://http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s07.htm>.

- "La célula." Curso de fisiología.
http://www.iqb.es/cbasicas/fisio/cap3/cap3_1.htm.
- Tavella. "Ácidos grasos trans: Concepto e implicaciones clínicas." Nutrinformación.
<http://www.nutrinformacion.com>.
- "Grasas que curan." Prama.
http://www.prama.com.ar/alimentos_saludables/acidograsos.htm.
- Torre, Antolín. "Ácidos omega-3 y omega-6, los protectores del sistema circulatorio." Biofarm. <http://www.biofarm.es/node/45>.
- Brunser, Oscar. "Ácidos grasos esenciales." Nutriguía.
<http://www.nutriguia.com.uy/boletines/mayo07/nestle/nota.doc>.
- Y. Artega, L.T. Carballo. "Lípidos." Monografías.com.
<http://www.monografias.com/trabajos31/lipidos/lipidos.shtml>.
- M.Moya. "Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga en el desarrollo de la función visual." sepeap.
http://www.sepeap.org/archivos/libros/OFTALMOLOGIA/actualizacionoftpediatrica/Ar_1_8_51_APR_6.pdf.
- Neuringer, N.Connor. "N3 fat acid in the brain and retina. Evidence for their essentiality. ." Interscience, 1986, 285-294.
- J.A Villegas, I. Villegas. "Ácidos grasos omega-3 en las enfermedades cerebrales. ¿Una posible terapéutica?." Revista de toxicomanías, 2004. <http://www.cat-barcelona.com/pdfret/RET38-1.pdf>.

“Que l’aliment sigui la teva única medicina.”
Hipòcrates

“La dosis fa el verí.”
Paracelso

“Menjar malament atonta”
Jean-Marie Bourre (Neurobiòleg)

“La biologia no té sentit sense la llum de l’evolució”
Theodosius Dobzhansky