

Omega-3 gantz-azidoak eta osasuna

(Omega-3 fatty acids and health)

Naroa Kajarabille¹, Alfredo Fernández-Quintela^{1,2}, María Puy Portillo^{1,2}

¹ Farmazia eta Elikagaien Zientziak Saila. Farmazia Fakultatea, Arabako Campusa. Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

² CIBERobn, Instituto de Salud Carlos III. 28029 Madrid

naroa.kajarabille@ehu.eus

DOI: 10.1387/ekaia.18495

Jasoa: 2017-11-10

Onartua: 2018-03-07

Laburpena: Kate luzeko omega-3 gantz-azido poliasegabeak, azido eikosapentaenikoa (EPA) eta azido dokosaheksaenikoa (DHA) kasurako, kantitate handitan aurkitzen dira arrain koipetsuetan eta haietatik eratorritako arrain-olioan, zeina elikadura-osagarri gisa erabiltzen den (nutrazeutiko gisa, alegia). EPA zein DHA mintz zelularren fosfolipidoei gehitzen zaizkio, non lipooxigenasa eta ziklooxigenasa entzimen bidez jarria daitezkeen, eta zelula babesten duten hanturen kontrako produktuak eratu. Hainbat ikerketaren arabera, EPA eta DHA kontsumitzea baliagarria da zenbait gaixotasun ekiditeko edota haien tratamendurako, hantura-prozesuak eragindako gaixotasunetan bereziki. Hain zuzen ere, EPA eta DHAk hanturaren kontrako propietateak dituzte, bai erresolbina gisako hanturaren kontrako eragileak ekoiztuz, edota hantura eragileak blokeatuz. Ebidentzia zientifiko honen arabera, kate luzeko omega-3 gantz-azidoek zenbait aplikazio izan patologia kliniko edo nutrizional ezberdinen tratamenduan nahiz edota prebentzioan. Alabaina, gaur egun gantz-azido asean kontsumoa zeharo hazi da, eta lipido onuragarrien kontsumoa, berriz, jaitsi egin da; era honetan, populazioaren atal handi batek omega-3 gantz-azidoen gabezia aurkezten du. Frogatu da egoera honek eragin handia duela endekapenezko gaixotasunen garapenean esaterako, gaixotasun kardio-baskullarrak, minbizia, hantura-prozesuak eta bereziki ikusmenaren eta nerbio sistema zentralaren osasunean eta garapenean, non DHA kontzentrazio handiak dauden.

Hitz gakoak: Omega-3 gantz-azidoak, sintesia, elikadura, osasuna.

Abstract: Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids (n-3 LC-PUFA) eicosapentaenoic acid (EPA) and docosaheksaenoic acid (DHA) are found in significant amounts in fatty fish and especially in the oil obtained from these species, which is actually used as a nutritional supplement (nutraceutical). After ingestion, both EPA and DHA are rapidly incorporated into cellular membrane phospholipids where they

can be released by lipooxygenases and cyclooxygenases enzymes and transformed in powerful bioactive products which have cytoprotective and especially anti-inflammatory activities. Clinical and epidemiological evidence have firmly established that consumption of EPA and DHA may contribute to the prevention and/or treatment of a number of diseases, especially those where inflammation process plays a remarkable role in its development. EPA and DHA exhibit potent anti-inflammatory properties, either via the generation of anti-inflammatory products, such as resolvins, or by blocking inflammatory agents. The evidence suggests that omega-3 LC-PUFA may have promising applications in the prevention and/or treatment of different clinical and nutritional pathologies. However, nowadays the consumption of foods rich in saturated fats has increased drastically to the detriment of healthy fatty acids, thus much of the population has a deficiency in omega-3 fatty acids. This has a great impact on the development of degenerative diseases such as cardiovascular diseases, cancer, processes with a strong inflammatory component, and especially on the development and health of the vision and central nervous system, where there is a high concentration of DHA in particular.

Keywords: Omega-3 fatty acids, synthesis, nutrition, health.

1. SARRERA

Kate luzeko omega-3 gantz-azidoak, EPA eta DHA bereziki, eta omega-6/omega-3 gantz-azidoen arteko oreka garrantzi handikoak dira osasunerako. Haien eraginkortasuna zenbait gaixotasunen tratamenduaren kasuan frogatu da, baita zenbait gaixotasun ekiditeko ere: gaixotasun kardibaskularrak, minbizia, endekapenezko gaixotasun mentalak, hesteetako hantura-prozesuak edota artritis erreumatoidea, esaterako. Gantz-azido hauek, zuzenean parte hartzen dute zelularen erantzun immunearen modulazioan, honek eragindako hantura eta kaltea murriztuz, hanturaren aurkako efektua eta zelularen efektu babeslea azalduz.

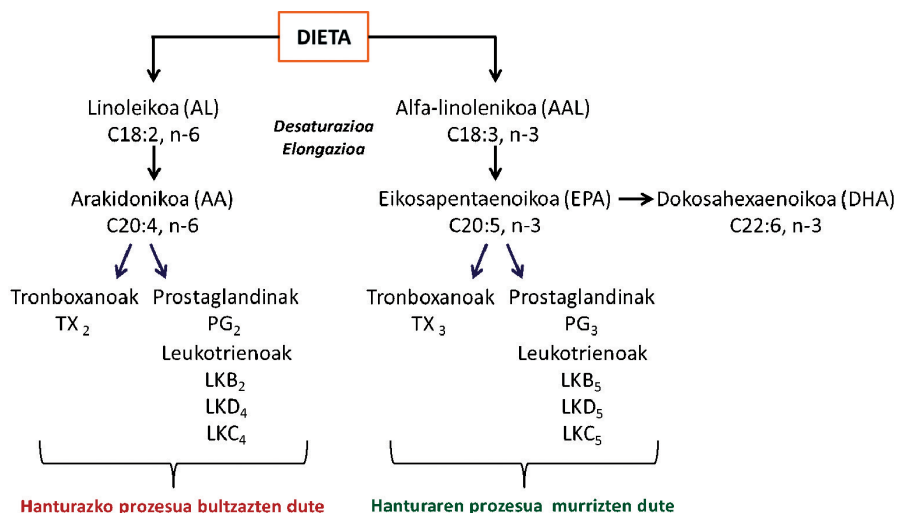
Epidemiologian oinarritutako hainbat ikerketa nutrizionalen arabera, komenigarria litzateke omega-6 gantz-azidoen kontsumoa murriztea bai eta omega-6/omega-3 gantz-azidoen artean gaur egungo dietan dagoen ratio altua jaistea ere; era honetan, garrantzitsua da oso omega-3 gantz-azidoetan aberatsa den arrain urdinaren kontsumoa sustatzea (2-3 ano/astean, dieta orekatu baten barne). Dena dela, omega-3 gantz-azidoen beharrak, pertsonaren egoera fisiologikoaren eta adinaren arabekoak izango dira.

Azkenik, aipatu beharra dago, elikaduraren unitate funtzionala dieta dela; beraz, ez dira elikagai isolatuak, ezta hauen konposatu kimikoak ere, gaixotasunen garapena saihestuko dutenak, dieta bere osotasunean baizik, bestelako faktore eta bizi-ohitura osasuntsuekin batera.

2. OMEGA-3 GANTZ-AZIDOEN SINTESIA

Azido α -linolenikoa (AAL) kate luzeko omega-3 gantz-azido polia-segabeen aitzindaria da, hots, azido eikosapentaenoikoa (EPA) eta azido dokosaheptaenoikoa (DHA). Gantz-azido horiek ezin dira modu eraginkor batean sintetizatu aitzindariaren bidez, organismoak oso kontzentrazio baxuan ekoizten baititu. Hori dela eta, nahitaezko gantz-azido gisa kontsideratzen dira, eta beraz, dietan elikagaien edota gehigarrien bidez hartu behar dira [1, 2].

Omega-3 eta omega-6 familietako gantz-azidoek elkarrekin lehiatzen dute beren sintesirako beharrezkoak diren entzimak direla eta, eta, honen ondorioz, gantz-azido horietatik eratorriak diren prostaglandinak eta eikosanoideak sintesi horren arabera izango dira. Era honetan omega-3 gantz-azidoen kopurua dietan handituz gero, omega-6 gantz-azidoek eragindako jardura fisiologikoa murriztuko da, zeinak hantura eta basokonstriktzioa eragiten duen, tronboen eraketa eta hanturazko prozesuak sustatuz. Hori dela eta, dietako omega-6/omega-3 gantz-azidoen erlazioak garrantzi handia dauka gure dietan, funtsezkoa baita organismoan gertatzen den eikosanoideen sintesi orekatua mantentzeko (1. irudia) [2, 3, 4].



1. irudia. Omega-3 eta Omega-6 gantz-azido polia-segabe sintesia eta haietatik eratorritako eikosanoideak.

Gaur egun, garatutako herrialde gehienetan gehiegi kontsumitzen da omega-6 gantz-azidoa, batez ere ugariak dira aurrez prestatutako janaritan. Ikerketen arabera, mendebaldeko herrialdeetako dietan eta are gehiago

Estatu Batuetako elikadura ereduan, 10:1 (omega-6:omega-3) proportzioak agertzen dira, eta 30:1 izatera ere hel daitezke [1, 5]. Horrek ondorio kaltegarriak dauzka osasunean, gantz-azido horien sintesian desoreka eraginez, eta desaturasa entzimaren lehentasunezko bidezidorra omega-6 gantz-azidoen sintesia izatea eraginez; nahiz eta desaturasa entzimak berez espezifitate handiagoa duen AALrengatik, eta beraz, omega-3 gantz-azidoen sintesiarengatik. Adituen arabera, omega-6:omega-3 arteko proportzioa 1:1 edo 5:1-ekoa izan beharko luke gehienez, gantz-azido hauek osasunerako onuragarriak izan daitezen [1, 2].

Bestalde, AAL-ren konbertsioa EPA eta DHA-n zenbait faktoreren menpe dago: batetik, aipatutako desaturasa entzimaren inhibizio lehiakorren menpe omega-3 eta omega-6 gantz-azidoen sintesian, eta bestetik, gizabanakoaren sexua eta adinaren menpe. Ikusi da gizon helduetan gertatzen den konbertsioa, emakumeetan gertatzen dena baino baxuagoa dela. Are gehiago, estrogenoek desaturasa entziman eragiten duten efektua dela eta, haurdunaldian eta edoskitzaroan DHA kontzentrazioak handitu egiten dira. Alabaina, DHAREN sintesia oso murrizta da jaioberrietan, goiztiarretan bereziki, eta adineko pertsonetan, entzimaren aktibitate baxua dela eta [6, 7].

3. ELIKAGAI ITURRIAK ETA NUTRIZIO-GOMENDIOAK

Lehen aipatu den moduan, omega-3 gantz-azidoak nahitaezko kontsideratzen dira, batetik gizakietan ematen den sintesia mugatua delako, eta bestetik, gaixotasun ezberdinen garapena ekiditeaz gain, organismoan zenbait funtzio gauzatzeko funtsezkoa delako.

Omega-3 gantz-azidoen elikagai-iturri nagusia ur hotzeko arrain urdinak dira, arrain oliotsuak esaterako (izokina, hegalaburra, sardinak, antxo eta abar); EPA eta DHA kontzentrazio altuak dituzte; hauekin batera, fruitu lehorrak (intxaurrak, arbendolak eta abar), hazi oliotsuak (kuia-haziak, lino-haziak, salbia, soia eta abar) eta landare-olioak (linazi, kanola, koltza eta abar), zeintzuk AALan aberatsak diren eta desaturasaren bidez EPA eta DHA bilaka daitekeen [1, 4].

Oinarrizko dieta mediterranearra AALan nahiko aberatsa da dietan barneratutako zenbait elikagaitan ugaria baita: lekaleetan bereziki (babarrunak, dilistak, garbantzuak eta abar), fruitu lehorretan eta hosto berdeko barazkietan (espinakak, zerba, azalorea eta abar) [1, 4]. Elikagai horietan dagoen gantz totalaren kopurua baxua bada ere, nahiko aberatsak dira AALan eta maiz hartzen diren elikagaiak direnez, omega-3 gantz-azidoen ekarpena nabaria izan dadin laguntzen dute. Esaterako, espinaka ano batek 475 mg AAL dauzka, egunero gomendagarria den kopuruaren (1-2 g) %30 [8, 9]. Era berean, 20 g fruitu lehor (intxaurrak, esaterako) AAL-ko

ekarpen esanguratsua izango da; ikusi da nola era honetako kontsumoa hiru astetan zehar mantenduz EPA eta azido AAL mailatan eragina duten gizabanako osasuntsuetan. Esan beharra dago gure dietan ohikoak diren animalia-jatorriko elikagaiek ez dakartela AAL ekarpen handirik [10, 11].

Bestalde, omega-3 gantz-azidoei dagozkien nutrizio-gomendioek gaitoxotasun edota asaldura jakinen garapena ekiditeko beharrezkoak diren kantitateei egiten diete erreferentzia. Kantitate hauek orokorrean ezartzen dira, azken finean, gizabanakoaren bizi-zikloa eta faktore fisiologiko eta patologikoan menpekoak baitira, zeintzuk kantitate horien beharrezko kopuruen areagotzea eragin dezaketen [1, 2, 4].

Kasu zehatz bat triglizerido maila altua eta gantz-azido ase ugari kontsumitzen duten pertsonak dira, zeintzuk omega-3 kontsumo altua izan beharko bailukete. Bestetik, bularreko haurrak daude, zeintzuetan omega-3 gantz-azidoek funtzio garrantzitsuak betetzen dituzten edoskitzaroan. Izan ere, omega-3 gantz-azidoak ezinbestekoak dira garunaren eta erretinaren garapenean, aurrerago azalduko den moduan. Pertsona helduentzat, Europako Giza Elikaduraren Zientzia Batzordeak eguneroko energia ekarpenaren %1 omega-3 gantz-azidoak izan daitezela gomendatu du (eguneko 100 g arrain hartzearen baliokide izango litzakeena (1. Taula) [12, 13].

1. taula. Omega-3 eta omega-6 gantz-azidoen nutrizio-gomendio orokorrak pertsona helduetan eta gantz-azido horien elikagai-iturri nagusiak.

	Jaten dena	Gomendioak (Kcal ekarpen totalarekiko)	Elikagai-iturri nagusiak
Omega-6 (n-6)		%2-2,5	
AL	%5-6		oliba, ekilore eta soia olioak
AA	%0,10		
Omega-3 (n-3)		%0,5-1,2	
ALA	%0,60		arrain urdina barazki freskoak fruitu lehorrak hazi oliotsuak
EPA	%0,03-0,05		
DHA	%0,06-0,09		
n-6:n-3 ratioa	10:1-30:1	1:1-5:1	

4. OMEGA-3 GANTZ-AZIDOEN FUNTZIOAK

Omega-3 gantz-azidoak mintz zelularrean dauden triglizeridoen fosfolipidoetan txertatzen dira, eta zenbait funtzio metaboliko eta funtzional gauzaten dituzte. Batetik, mintz zelularren propietateak modulutzen dituzte, eta bestetik, eikosanoideen aitzindariak izateaz gain, zenbait generen

adierazpena erregulatzen dute. Era honetan, omega-3 gantz-azido poliasegabeek hainbat efektu onuragarri dauzkate osasunean [2, 4]. Ondorengo ataletan esanguratsuenak aipatuko dira.

4.1. Omega-3 gantz-azidoak haurdunaldian eta edoskitzaroan

Omega-3 gantz-azidoen kontsumoa haurdunaldian eta edoskitzaroan funtsezkoa da jaioberriaren garapen neurologikoa eta hazkuntza optimoak ziurtatzeko. Omega-3 gantz-azidoek 2,6 aldiz murrizten dute haurdunaldiari lotutako hipertentsio arriskua, jaioberri goiztiarren funtzio motorea hobetzen dute eta efektu onuragarriak dauzkate pisu baxuko jaioberrien nerbio-sistemaren garapenean. Ostera, jakina da gantz-azido nahitaezkoen urritasunak, hilkortasun perinatal altua eragiten duela eta asaldura larriak eragin ditzakeela gizakiarengan: esaterako, hazkuntzan eta nerbio-sistemaren garapenean, ikusmen-sisteman akatsak, edota atentzio-defizita eraginez [14, 15].

Hortaz, omega-3 gantz-azidoek funtzio garrantzitsuak gauzatzen dituzte edoskitzaroan, haurdunaldian eta haurtzaroan. Mintz zelularrean fosfolipidoen osagai izateaz gain, funtsezkoak dira nerbio-sisteman neuronon mielinazko zuntzak osatzeko. Gantz-azido hauen beharrak aipatutako une hauetan areagotzen dira, ehunen hazkuntza eta garapen handiko aldiak baitira. Ondorioz, gantz-azido nahitaezkoen beharrak bereziki altuak dira emakume haurdunetan, fetuan eta bularreko haurretan [15, 16].

Are gehiago, haurdunaldiko azken hiruhilabetekoan gantz-azido poliasegabeen kontzentrazio handiak (gehienbat DHA) pilatzen dira fetuan, ehun neuronaletan eta erretina osatzen duten zeluletan bereziki. Behar hauek altuak izaten jarraituko dute ume jaioberrian ere. Zehazki edoskitzaroan zehar, non amak 70-80 mg DHA/eguneko metatzen ditu bularrean, amak berez dituen beharrak asetzeaz gain (2. taula). Beraz, aldi honetan zehar, omega-3 gantz-azidoek dietan hartuko den energia totalaren %2 izan beharko dute, hots, haurdun ez dauden emakumeen bikoi-tza [15, 16].

Izan ere, garuna eta nerbio-sistema zentrala DHAn aberatsak dira, esaterako garunaren %60 lipidoak dira, hauen %25 DHA. Hori dela eta, funtsezko osagaia da neuronon mielina zuntzak osatzeko, zeintzuk neuronon arteko komunikaziorako eta ikusmen-sistemaren garapen optimorako ezinbestekoak den [16].

Jaioberrien pisua. Ikerketa batzuen arabera, haurdunaldian DHA osagarri gisa hartzeak jaiotza goiztiarren kopurua murrizten du. Honek, jaioberriak pisu handiagoa izan dezan laguntzen du; hain zuzen ere, osagarria hartu zuten emakume haurdunen artean, pisu baxuko jaioberri gutxiago egon ziren kontrol taldearekin alderatuz [17, 18, 19].

2. taula. Omega-3 gantz-azidoen nutrizio-gomendioak gizonezko eta emakumezko helduetan, emakume haurdunetan eta haurretan.

	n-3 g/eguneko
Gizonezkoa	1,6
Emakumezkoa	1-1,2
haurdunaldiaren lehenengo 6 hilabeteetan	1,5-2
haurdunaldiaren azken hiruhilabetekoan	2-2,5
edoskitzaroan	2-2,5
Haurrak	
0-6 hilabete bitarte *	0,5
7-12 hilabete bitarte *	0,5
1-3 urte	0,7

* Bular-esnean dauden gantz-azidoak, haurrentzako gomendagarriak diren omega-3 gantz-azido beharrak asetzen dituzte.

Jaioberri goiztiarren nerbio-sistemaren garapena. Hainbat ikerlanen arabera, omega-3 gantz-azidoek eragin positiboa daukate garapen kognitiboan. Ikerketa batean, omega-3 gantz-azidoekin aberastutako formulakin elikatutako jaioberri goiztiarrek garapen indize hobea erakutsi zuten hizkuntzaren gaitasunarekin erlazionatuta dagoen Bayley-ren testean. Era berean, aberastutako formulakin elikaturiko umeei garapen mental indize hobea izan zituzten aberastu gabeko formulak hartzen zituzten haurrekin alderatuz [15, 16].

Ikusmenaren garapena. Arlo honetako ikerlanen arabera, omega-3 gantz-azidoak onuragarriak dira ikusmen-sistemaren garapenerako, eta batez ere, pisu baxuko jaioberri goiztiarretan dituzte onura nabarmenak. Omega-3 dosi altuak hartzen dituzten bularreko haurretan, buruko gaitasun hobe batekin erlazionaturik dagoen seinale bisualaren prozesamendu azkarragoa ikusi da. Beste ikerketa batzuen arabera, garaiz jaiotako haurrek ere informazioaren prozesamendu hobea eta, beraz, ikusmen gaitasun handiagoa izaten dute omega-3 gantz-azidoak osagarri gisa hartuta [19, 20].

4.2. Omega-3 gantz-azidoen funtzioak sistema kardiobaskularrean

Kate luzeko omega-3 gantz-azidoek hainbat eragin onuragarri dituzte sistema kardiobaskularrean: plasman dagoen kolesterol maila murrizten dute, eta arteriosklerosia ekidin [21, 22]; arterien paretetan plaketen itsas-tea ekiditen dute [21, 23]; hipertentsioaren tratamendurako eraginkorrek dira, odol-presioa murrizten dutelako [24]; tronboen eta arritmien kontrako efektuak dituzte [25, 26]; triglizeridoen kontzentrazioak murrizten dituzte

plasman, eta azkenik, kolesterol totalaren eta dentsitate oso baxuko lipoproteina (VLDL) mailak murrizten dituzte [21].

4.3. Omega-3 gantz-azidoak eta hanturazko prozesua

Organismoan hanturazko erantzun bortitz eta desegokiek hainbat gaixotasun garatzen dituzte; esaterako, hezurdurarekin lotutako gaixotasunak, osteoartritis edota artriris reumatoidea kasurako, hesteetako gaixotasunak, gingibitisa eta hantura-prozesuekin erlazionatutako hainbat patologia (aterosklerosia, diabetesa eta sindrome metabolikoa, gaixotasun neurodegenetatiiboak eta abar) [27]. Prozesu hauetan guztietan, gantz-azidoek hantura-prozesuaren garapenean eragina daukate. Bestalde, aipatu den moduan, omega-3 gantz-azidoek efektu onuragarriak dituzte hantura-prozesuek eragindako gaixotasunen kasuan (hesteetako gaixotasunak, Crohn-en gaixotasuna, artritis erreumatoidea eta bakterio eta birusek eragindako neumonia), ikerketek frogatu duten moduan [27, 28].

Zenbait ikerketaren arabera, omega-3 gantz-azidoek efektu positiboak dituzte asma pairatzen duten pertsonen kasuan, eta biriken funtzioa hobetzen laguntzen dute [28]. Omega-3 gantz-azidoak pertsona osasuntsuetan biriken funtzioetarako ere onuragarriak dira, biriken zahartze-prozesuan eta biriketan hantura-prozesuen eraginez garatu daitezkeen patologiak ekiditeko [28, 29].

Hasieran aipatu den moduan, gantz asean kontsumoa (haragiak, heste beteak, gozo industrialak eta abar), gantz asegabeen (barazkiak, oliba-olioa, arrain urdina eta abar) kontsumoarekiko areagotzen ari da gaur egun. Egin diren ikerlan batzuen arabera, omega-3 gantz-azido poliasegabeen kontsumoak gibelean ematen den gehiegizko gantzen pilaketa ekiditen dute eta hantura-prozesuak eragiten dituzten substantzien sintesia mugatzen dute, omega-3 gantzetatik eratorritako zenbait konposatu metabolikok hantura-erantzun eskasa eragiten baitute, omega-6 gantzetatik eratorritakoekin alderatuz [26, 27].

Bestalde, hantura-prozesuekin lotutako azaleko gaixotasunak (psoriasis, dermatitisa edota ekzemak edo antzeko afekzioek garatutako sintomak) omega-3 gantz-azidoen kontsumo egokiarekin hobetu daitezke [30].

4.4. Omega-3 gantz-azidoak eta minbizia

Elikadura orekatu batek zenbait minbizi motaren garapena ekiditen lagundu dezake; era honetan omega-3 gantz-azidoak ere onuragarriak direla frogatu da. Omega-3 gantz-azidoen kontsumo egokia minbizi-zelulen hazkuntzaren murrizketarekin erlazionatu da, koloneko eta bularreko minbiziaren kasuan, eta baita melanomaren eta leuzemiaren kasuetan ere [2, 31]. *In vitro* probetan ikusi da, DHA dosi altuek apoptosia (zelulen heriotza)

eragiten dutela minbizi-zeluletan, zelula osasuntsuetan kalterik eragin gabe [32]. Zenbait ikerketaren arabera, omega-3 gantz-azidoek minbizi-zelulen hazkuntza murrizteko gaitasuna dute eta immunitate-sistema indarberritzen laguntzen dute minbizia duten pertsonetan (koloneko eta bularreko minbiziaren kasuan, eta baita melanoma eta leuzemia kasuetan). Hain zuzen ere, omega-3 gantz-azidoek minbizi-zelulen mugikortasuna mugatzen dute, eta ondorioz, metastasi arriskua murrizten dute [31, 32, 33]. Dirudieenez, metastasia ekiditeko eta immunitate-sistema sendotzeko ere lagungarriak izan daitezke. Aipatutako azken eragin hau garrantzizkoa da immunitate-sistemaren ahultasunarekin erlazionatzen diren gaixotasunetan ere, giza immunoeskariaren sidromearen kasuan, esaterako. Omega-3 gantz-azidoek erantzun immunea erregulatzen dute, eta beraz, eragin onuragarria izan dezakete gaixotasun autoimmuneen kasuan, zeinak oraindik sakontasunez ikertzeko dauden [2, 26].

4.5. Omega-3 gantz-azidoak neuronen babesle gisa

Omega-3 gantz-azidoen efektua neuronen babesle gisa, gizakian, animalietan eta *in vitro* (zelula kultiboetan) frogatu izan da [4].

Omega-3 gantz-azidoek nerbio sistema zentralean duten funtzio babeslea hainbat faktoreekin erlazionatzen da. *In vitro* probetan esaterako, omega-3 gantz-azidoek kaltzioaren pilaketa ekiditen dute, neuronen kaltea eta apoptosia eragiten duten seinaleak blokeatuz [4, 34].

Gantz-azido poliasegabeek daukaten egitura kimikoa dela eta (karbono atomoen arteko lotura bikoitz ugari) estres oxidatiboaren aurrean ahulagoak izan daitezkeen arren, zeluletan oro har eta neuronetan bereziki oxigeno erradikal askeek eragindako kaltea murriztu dezakete DHAtik eratorritako neurona babesleei esker. Are gehiago, omega-3 gantz-azidoak gene neurobabesleen adierazpena erregula dezakete [35].

Diabetesak eragindako neuropatiak dituzten gaixoen kasuan, omega-3 gantz-azidoek dituzten efektu babesleak hainbat modutan eragin ditzake: nerbio-ehunetan odol-fluxua mantenduz; sodio-potasio ATPasa bonbaren funtzioa mantenduz; neurona-mintzen konposaketa lipidikoa eraldatuz edota neuronetan lipidoen metabolismoa eraldatuz [4, 35].

Hainbat ikerlanek ondorioztatu dutenaren arabera, kate luzeko omega-3 gantz-azidoak, DHA bereziki, tratamenduaren parte gisa erabil daitezke zenbait patologiarren kasuan: diabetesak eragindako gaitz neuronalak, Alzheimer gaixotasuna, Parkinson gaixotasuna, esklerosi anizkoitza, depresioa eta eskizofrenia [4, 36].

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] GIL, A. 2010. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tratado de Nutrición. Editorial Médica Panamericana, Mexico.
- [2] ZÁRATE R, JABER-VAZDEKIS N, TEJERA N, PÉREZ JA eta RODRÍGUEZ C. 2017. «Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health». *Clinical and Translational Medicine*, **6**, 25.
- [3] VENEGAS-CALERÓN M, BEAUDOIN F, SAYANOVA O, NAPIER JA. 2007. «Co-transcribed genes for long chain polyunsaturated fatty acid biosynthesis in the protozoan perkinsus marinus include a plant-like FAE1 3-ketoacyl coenzyme a synthase». *Journal of Biological Chemistry*, **282**, 2996-3003.
- [4] VALENZUELA R, TAPIA G, GONZÁLEZ M, VALENZUELA A. 2011. «Omega-3 fatty acids (EPA and DHA) and its application in diverse clinical situations». *Revista Chilena de Nutrición*, **38**, 356-367.
- [5] PLOURDE M, CUNNANE SC. 2007. «Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements». *Applied Physiology in Nutrition Metabolism*, **32**, 619-634.
- [6] DEFILIPPIS AP eta SPERLING LS. 2006. «Understanding omega-3's». *American Heart Journal*, **151**, 564-570.
- [7] ABEDI E eta ALI-SAHARI M. 2014. «Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties». *Food Science & Nutrition*, **2**, 443-463.
- [8] GALLI C eta MARANGONI F. 2006. «Omega-3 fatty acids in the Mediterranean diet». *Prostaglandins Leukotriene and Essential Fatty Acids*, **75**, 129-133.
- [9] MARANGONI F, MARTIELLO A, GALLI C. 2007. «Dietary fat intake of European countries in the Mediterranean area: An update». *World Reviews in Nutrition and Diet*, **97**, 67-84.
- [10] MARANGONI F, COLOMBO C, MARTIELLO A, POLI A, PAOLETTI R, GALLI C. 2007. «Levels of omega-3 fatty acid eicosapentaenoic acid in addition to those of alpha-linolenic acid are significantly raised in blood lipids by the intake of four walnuts a day in humans». *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, **17**, 457-461.
- [11] USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 20. 2007, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>
- [12] Nordic Council of Ministers. Nordic Nutrition Recommendations. Integrating nutrition and physical activity. 2004. Denmark. <http://www.norden.org/pub/velfaerd/livsmedel/sk/N2004013.pdf>
- [13] WHO (World Health Organisation). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of the WHO/FAO Joint Expert Consultation. 2003. Geneva. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_916.pdf.
- [14] KAJARABILLE N, HURTADO JA, PEÑA-QUINTANA L, PEÑA M, RUIZ J, DIAZ-CASTRO J, RODRÍGUEZ-SANTANA Y, MARTIN-ALVAREZ E, LÓPEZ-FRIAS M, SOLDADO O, LARA-VILLOSLADA F, OCHOA JJ.

2016. «Omega-3 LCPUFA supplement: a nutritional strategy to prevent maternal and neonatal oxidative stress». *Maternal & Child Nutrition*, **13**.
- [15] CARLSON SJ, FALLON EM, KALISH BT, GURA KM ETA PUDER M. 2012. «The Role of the ω -3 Fatty Acid DHA in the Human Life Cycle». *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, **37**.
- [16] GROOTENDORST-VAN MIL NH, TIEMEIER H, STEENWEG-DE GRAAFF J, KOLETZKO B, DEMMELMAIR H, JADDOE V, STEEGERS E, STEEGERS-THEUNISSEN R. 2017. «Maternal plasma n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids during pregnancy and features of fetal health: fetal growth velocity, birth weight and duration of pregnancy». *Clinical Nutrition*.
- [17] RUMP P, MENSINK RP, KESTER AD, HORNSTRA G. 2001. «Essential fatty acid composition of plasma phospholipids and birth weight: a study in term neonates». *The American journal of clinical nutrition*, **73**, 797-806.
- [18] OLSEN SF, OSTERDAL ML, SALVIG JD, WEBER T, TABOR S. 2007. «Duration of pregnancy in relation to fish oil supplementation and habitual fish intake: a randomised clinical trial with fish oil». *European Journal of Clinical Nutrition*, **61**, 976-85.
- [19] MAKRIDES M, GIBSON RA, MCPHEE AJ, YELLAND L, QUINLIVAN J, RYAN P; DOMInO Investigative Team. 2010. «Effect of DHA supplementation during pregnancy on maternal depression and neurodevelopment of young children: a randomized controlled trial». *JAMA: the journal of the American Medical Association*, **304**, 1675-1683.
- [20] INNIS SM eta FRIESEN RW. 2008. «Essential n-3 fatty acids in pregnant women and early visual acuity maturation in term infants». *The American journal of clinical nutrition*, **87**, 548-557.
- [21] HANDELSMAN Y eta SHAPIRO MD. 2017. «Triglycerides, atherosclerosis, and cardiovascular outcome studies: focus on omega-3 fatty acids». *Endocrine Practice*, **23**, 100-112.
- [22] HJERKINN EM, ABDELNOOR M, BREIVIK L, et al. 2006. «Effect of diet or very long chain omega-3 fatty acids on progression of atherosclerosis, evaluated by carotid plaques, intima-media thickness and by pulse wave propagation in elderly men with hypercholesterolaemia». *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, **13**, 325-333.
- [23] HUANG T, LI K, ASIMI S, CHEN Q, LI D. 2015. «Effect of vitamin B-12 and n-3 polyunsaturated fatty acids on plasma homocysteine, ferritin, C-reaction protein, and other cardiovascular risk factors: a randomized controlled trial». *Asia Pac Journal of Clinical Nutrition*, **24**, 403-411.
- [24] SHANTAKUMARI N, ELDEEB RA, IBRAHIM SA, SREEDHARAN J, OTOUM S. 2014. «Effect of PUFA on patients with hypertension: a hospital based study». *Indian Heart Journal*, **66**, 408-414.
- [25] WATANABE Y, TATSUNO I. 2017. «Omega-3 polyunsaturated fatty acids for cardiovascular diseases: present, past and future». *Expert Review of Clinical Pharmacology*, **10**, 865-873.

- [26] JIANG J, LI K, WANG F, YANG B, FU Y, ZHENG J, LI D. 2016. «Effect of Marine-Derived n-3 polyunsaturated fatty acids on major eicosanoids: a systematic review and meta-analysis from 18 randomized controlled trials». *PLoS One*, **25**.
- [27] BARDEN AE, MAS E, MORI TA. 2016. «n-3 Fatty acid supplementation and proresolving mediators of inflammation». *Current Opinion in Lipidology*, **27**, 26-32.
- [28] KAJARABILLE N, DÍAZ-CASTRO J, HIJANO S, LÓPEZ-FRÍAS M, LÓPEZ-ALIAGA I, OCHOA JJ. 2013. «A new insight to bone turnover: role of ω -3 polyunsaturated fatty acids». *Scientific World Journal*.
- [29] DUVALL MG eta LEVY BD. 2016. «DHA- and EPA-derived resolvins, protectins, and maresins in airway inflammation». *European Journal of Pharmacology*, **785**, 144-155.
- [30] REESE I eta WERFEL T. 2015. «Do long-chain omega-3 fatty acids protect from atopic dermatitis?» *Journal of the German Society of Dermatology*, **13**, 879-885.
- [31] KAUR G, GUO XF, SINCLAIR AJ. 2016. «Short update on docosapentaenoic acid: a bioactive long-chain n-3 fatty acid». *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, **19**, 88-91.
- [32] YU J, LIU L, ZHANG Y, WEI J, YANG F. 2017. «Effects of omega-3 fatty acids on patients undergoing surgery for gastrointestinal malignancy: a systematic review and meta-analysis». *BMC Cancer*, **17**, 271.
- [33] MURPHY RA, MOURTZAKIS M, MAZURAK VC. 2012. «n-3 polyunsaturated fatty acids: the potential role for supplementation in cancer». *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, **15**, 246-251.
- [34] HÖGYES E, NYAKAS C, KILIAAN A, FARKAS T, PENKE B, LUITEN PG. 2003. «Neuroprotective effect of developmental docosahexaenoic acid supplement against excitotoxic brain damage in infant rats». *Neuroscience*, **119**, 999-1012.
- [35] LUKIW WJ, CUI JG, MARCHESELLI VL, BODKER M, BOTKJAER A, GOTLINGER K. 2005. «A role for docosahexaenoic acid-derived neuroprotectin D1 in neural cell survival and Alzheimer disease». *Journal of Clinical Investigation*, **115**, 2774-2783.
- [36] CALON F, COLE G. 2007. «Neuroprotective action of omega-3 polyunsaturated fatty acids against neurodegenerative diseases: evidence from animal studies». *Prostaglandins Leukotriend and Essential Fatty Acids*, **77**, 287-93.