

## Efecto del consumo de alimentos con ácidos grasos trans y riesgo cardiovascular

### Effect of the Consumption of Foods with Trans Fatty Acids and Cardiovascular Risk

Dainet Abreu Soto<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1159-6121>

Ariadna Calderín Alfonso<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0002-4244-8340>

María Victoria Luna Martínez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3732-4554>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), Departamento de Registro y Control Sanitario. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [dainet@inhem.sld.cu](mailto:dainet@inhem.sld.cu)

#### RESUMEN

**Introducción:** El consumo excesivo de alimentos con contenidos grasos, acompañado por estilos de vida sedentarios, afecta el peso corporal y la salud. La ingesta de grasa total se relaciona con el índice de masa corporal y el perfil lipídico, por tanto, la reducción de su consumo disminuye el peso, el índice de masa corporal, el colesterol total y el colesterol lipoproteínas de baja densidad. La alteración del perfil lipídico es un factor de riesgo para sufrir enfermedades cardiocerebrovasculares. Los ácidos grasos trans y ácidos grasos saturados se consideran un factor de riesgo para algunos tipos de cáncer.

**Objetivo:** Exponer el efecto del consumo de alimentos con ácidos grasos trans y el riesgo cardiovascular.

**Métodos:** Se realizaron investigaciones en internet mediante buscadores especializados y los descriptores de ciencias de la salud. Los métodos analítico

sintético, inductivo deductivo y análisis documental permitieron realizar el análisis crítico de los documentos. Se recopilaron publicaciones de autores nacionales y extranjeros.

**Resultados:** Se declara la importancia de la reducción del consumo de grasas saturadas para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. Además, la disminución del consumo de ácidos grasos saturados y el aumento de ácidos grasos monosaturados y poliinsaturados puede reducir el colesterol LDL. La normativa regulatoria del contenido de nutrientes de los alimentos debe ser priorizada con medidas eficaces que protejan la salud del consumidor; es así como varios países tienen regulaciones sobre el contenido de grasas.

**Conclusiones:** La evidencia actual demuestra que el consumo de ácidos grasos trans, parcialmente hidrogenados, afecta a las personas y puede ser un factor de riesgo relacionado con las enfermedades cerebrovasculares. De manera significativa acrecienta el riesgo de sufrir un evento cardiovascular.

**Palabras clave:** ácidos grasos trans; regulación sanitaria; enfermedades cardiovasculares; alimentación saludable.

## ABSTRACT

**Introduction:** Excessive consumption of fat-containing foods, accompanied by sedentary lifestyles, affects body weight and health. Total fat intake is related to body mass index and lipid profile; therefore, reducing its consumption decreases weight, body mass index, total cholesterol and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C). Alteration of the lipid profile is a risk factor for cardiocerebrovascular diseases. Trans fatty acids and saturated fatty acids are considered a risk factor for some types of cancer.

**Objective:** To expose the effect of the consumption of foods with trans fatty acids and cardiovascular risk.

**Methods:** Internet research was carried out using specialized search engines and health science descriptors. Synthetic analytical, inductive-deductive and

documentary analysis methods were used to carry out the critical analysis of the documents. Publications of national and foreign authors were collected.

**Results:** The importance of reducing the consumption of saturated fats for the prevention of chronic noncommunicable diseases is declared. In addition, decreasing the consumption of saturated fatty acids, as well as increasing monosaturated and polyunsaturated fatty acids, can reduce LDL-C. Regulatory standards for nutrient content of foods should be prioritized with effective measures that protect consumer health; this is how several countries have regulations on fat content.

**Conclusions:** Current evidence shows that consumption of trans fatty acids, partially hydrogenated, affects people and may be a risk factor related to cerebrovascular diseases. It significantly increases the risk of suffering a cardiovascular event.

**Keywords:** trans fatty acids; health regulation; cardiovascular diseases; health eating.

Recibido: 18/06/2024

Aceptado: 30/08/2024

## Introducción

Los ácidos grasos trans (AGT o TFA, por sus siglas en inglés), también conocidos como grasas trans, constituyen un tipo de ácido graso insaturado que se encuentra en general en los alimentos y su ingesta es en exceso perjudicial para el organismo. Asimismo, se conocen como ácidos grasos trans, aceites parcialmente hidrogenados y grasas. Los alimentos que contienen grasas trans son numerosos y están en los alimentos congelados como los canelones, las pizzas, el yogur helado o el helado; en los productos fritos o empanados; en los productos horneados; en los aperitivos salados como las papas fritas y las galletas; en las

grasas sólidas como las margarinas y mantecas; en los pasteles y tartas; en la comida rápida; y en los sustitutos de crema no lácteos.<sup>(1,2,3)</sup>

El primer efecto de los ácidos grasos trans es aumentar los niveles de colesterol total, sobre todo del colesterol lipoproteínas de baja densidad (LDL), mientras que disminuye el colesterol lipoproteínas de alta densidad (HDL). En comparación con el consumo de cantidades iguales de calorías provenientes de grasas saturadas y grasas insaturadas cis, el consumo de ácidos grasos trans provoca casi el doble de cantidad de LDL. Los niveles de triglicéridos en sangre y la hipertrigliceridemia aumentan. Los factores inflamatorios tienen un papel importante en el desarrollo de la diabetes, la aterosclerosis, la ruptura de placa y la muerte súbita cardíaca.<sup>(3,4)</sup>

Los ácidos grasos trans de origen industrial (AGT-PI) no se presentan de forma natural en los alimentos. Algunos investigadores, los consideran como aditivos y que no aportan ningún valor, pero sí presentan un potencial efecto dañino. Por ello, las estrategias para reducir su presencia deben tener el esfuerzo de todos los implicados: los consumidores, que deben estar informados para reconocer su presencia en los distintos productos y seleccionar así su compra; los fabricantes de alimentos y en los restaurantes, que deben usar las mejores grasas desde el punto de vista de la salud como alternativas; y las autoridades sanitarias competentes, que deben regular las cantidades máximas admisibles y vigilar su presencia en los distintos productos.<sup>(5,6)</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) propusieron en 2019 un plan de acción en 2020-2025 para eliminar los ácidos grasos trans de la producción industrial, en el que se plantea terminar de expulsar estas sustancias nocivas mediante la plena adopción y ejecución de las políticas de eliminación de los AGT-PI en toda la región de las Américas para 2025.<sup>(6)</sup>

En los últimos años, diferentes investigaciones han asociado el consumo de ácidos grasos trans con efectos adversos para la salud del hombre. Consumir estas grasas aumenta los riesgos de enfermedades cardiovasculares y

cerebrovasculares, la obesidad y la diabetes. En Cuba, las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte desde hace más de una década.<sup>(7)</sup> En la actualidad, en el proceso de Registro Sanitario de Alimentos que se realiza previo a la comercialización de los mismos en el país, la evaluación del riesgo para la salud de estos compuestos se realiza en base a las normas internacionales. Se ha comprobado que la eliminación de los ácidos grasos trans de producción industrial mediante la aplicación de medidas regulatorias, resulta un enfoque de bajo costo, basado en la evidencia que excluye este problema de la salud pública. No existe en el marco regulatorio cubano una norma que regule el límite máximo admisible de ácidos grasos trans de producción industrial en los alimentos. Una de las directrices de la política del país es aumentar la producción nacional de alimentos para disminuir las importaciones mediante la diversificación de los mismos y garantizar la seguridad alimentaria, para lo cual resulta imprescindible disponer de un marco regulatorio nacional con vistas a disminuir o eliminar aquellos compuestos que puedan ocasionar un riesgo a la salud.<sup>(8)</sup> Este trabajo tiene como objetivo explicar el efecto del consumo de alimentos con ácidos grasos trans y el riesgo cardiovascular.

## Métodos

Se realizó un estudio cualitativo durante el primer semestre de 2023, en el cual se efectuó una revisión bibliográfica en internet en torno al tema objeto de estudio. Se utilizaron buscadores especializados en idioma inglés y español como *National Library of Medicine*, Medscape, Elsevier, Access Medicina (Mc Graw Hill). También se emplearon las bases de datos CUMED, PubMed (MedLine), EBSCO, LILACS, SciELO, Public Health y la Biblioteca Virtual de Salud de Cuba (BVS). Para facilitar la búsqueda se usaron los Descriptores de Ciencias de la Salud, relacionados con las palabras clave establecidas en este trabajo y fueron seleccionados artículos de revistas, consensos o recomendaciones de organizaciones reconocidas internacionalmente. Se consideraron las investigaciones publicadas en los últimos

cinco años o que por su relevancia mantuvieran vigencia, aunque estuvieran fuera de este tiempo. Se recopilaron 78 publicaciones y se referenciaron 66 por su relevancia en cuanto a la información que aportaban para la investigación. Para el análisis crítico del contenido de los documentos se utilizaron métodos teóricos como el analítico sintético y el inductivo deductivo, así como el análisis documental como método empírico. Estos permitieron la conformación de las concepciones teóricas expuestas por los autores en el desarrollo del artículo. La investigación cumplió con las declaraciones éticas para este tipo de estudio.

## Resultados

### Características y tipos de ácidos grasos trans AGT

Los ácidos grasos saturados tales como el ácido láurico, mirístico, palmítico y esteárico, consisten en cadenas lineales de carbono e hidrógeno (-CH<sub>2</sub>-) unidos en enlaces sencillos. Son sólidos a temperatura ambiente, debido a que tienen un empaquetado muy compacto lo que hace que tengan un punto de fusión muy elevado. Las grasas insaturadas tienen dobles enlaces carbono-carbono (-CH = CH-) y dependen de la orientación en el espacio de estos dobles enlaces, en las que pueden existir dos configuraciones: cis y trans.<sup>(1,2,3,4,5)</sup>

Las grasas insaturadas de manera natural se encuentran en una forma menos empaquetada, debido a que ellas generalmente están en configuración cis. Estas grasas tienden a ser líquidas a temperatura ambiente y resultan susceptibles al enranciamiento. Por su parte, los dobles enlaces trans producen una configuración más rígida que requiere mucho menos espacio que el doble enlace cis y resultan en un punto de fusión alrededor de la temperatura ambiente (punto intermedio entre las grasas saturadas y las insaturadas en configuración cis). Este punto de fusión es altamente deseable en la manufactura de alimentos, debido a que provee características organolépticas favorables tales como textura y sabor.<sup>(5,6,7,8,9)</sup>

Existen dos fuentes generadoras principales de grasas trans: natural e industrial. En la primera, las grasas trans son formadas en el rumen de animales poligástricos tales como las vacas, las ovejas y las cabras, mediante un proceso de biohidrogenación parcial de los ácidos grasos insaturados. La hidrogenación ocurre por acción de bacterias isomerasas gástricas presentes en el rumen (*Butyrivibrio fibrisolvens* y *Propionibacterium acnes*), las cuales cambian los dobles enlaces cis de las grasas insaturadas a la posición trans<sup>(11,12,13,14)</sup>. Los ácidos oleico, linoleico y linolénico, contenidos en los granos, las hojas, los tallos, las raíces y los piensos, se isomerizan y se transforman en derivados di- y monoinsaturados con isomería trans. Los AGT resultantes son absorbidos por el sistema gastrointestinal e incorporados a los músculos y a la leche producida por estos animales, por ello, se pueden encontrar en pequeñas cantidades en la carne, la leche y sus derivados, y consecuentemente es imposible eliminarlos por completo de una dieta balanceada.<sup>(10,11,12,13,14,15)</sup>

Los principales AGT que contienen la leche, la mantequilla y la carne del ganado vacuno son el ácido vaccénico (18:1, 11t), un isómero del ácido linoleico, y el ácido linoleico conjugado (CLA) (18:2, 9c 11t).<sup>(16,17)</sup> Se estima que, de la dieta, aproximadamente 5 % del consumo total de AGT proviene de las grasas de los rumiantes.<sup>(18)</sup>

La segunda fuente generadora de ácidos grasos trans es el proceso industrial de hidrogenación de aceites vegetales. Durante este proceso, que se realiza bajo condiciones de presión y temperatura, se adiciona gas hidrógeno al aceite en presencia de un metal catalizador (níquel). En estas condiciones, los dobles enlaces experimentan varias modificaciones estructurales: el doble enlace puede ser hidrogenado y transformado en un enlace simple (saturado), la localización del doble enlace puede modificarse (formación de isómeros posicionales) y el doble enlace puede cambiar de configuración espacial, y dar origen a isómeros trans (formación de isómeros geométricos). Cuando la hidrogenación es completa, el resultado es un producto con 100 % de ácidos grasos saturados. Sin embargo, si la hidrogenación se realiza bajo condiciones controladas (hidrogenación parcial)

se produce una mezcla de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados cis y trans. Los isómeros trans que se forman en una mayor proporción en la hidrogenación parcial de aceites son del ácido linoleico (18:2).<sup>(19,20)</sup> Adicionalmente, se producen cantidades traza de AGT durante el proceso usado para desodorizar o refinar los aceites vegetales. La desodorización es esencialmente un proceso de destilación con vapor que remueve los compuestos volátiles de las grasas que contribuyen a olores y sabores no deseados.<sup>(20)</sup>

### **Consumo de ácidos grasos trans y sus implicaciones en la salud**

Han pasado muchos años desde que la industria de alimentos empezó a utilizar el proceso de hidrogenación para elaborar alimentos alternativos a las grasas saturadas; sin embargo, la prevalencia de enfermedades cardiovasculares en el mundo no ha disminuido. Numerosas investigaciones han mostrado que los ácidos grasos trans tienen un efecto adverso en la salud, incluso mayor al daño producido por las grasas saturadas. Este efecto se ha visto reflejado principalmente en alteraciones del perfil lipídico y del sistema cardiovascular. Además, se ha reportado una relación con la diabetes mellitus, ciertos tipos de cáncer y con la obesidad.<sup>(21)</sup>

### **Enfermedades cardiovasculares y factores de riesgo**

Los estudios epidemiológicos realizados desde los años 70 a la fecha, han mostrado una fuerte asociación entre el tipo de grasa consumida con un aumento en el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular.<sup>(22)</sup>

Varios autores consultados en estudios prospectivos, encontraron que un aumento de 2 % en la ingesta total de la energía diaria proveniente de AGT se asocia con un 23 % de aumento del riesgo de la enfermedad cardiovascular. El estudio de salud de las enfermeras realizado en Estados Unidos (*Nurse's Health Study*), siguió a una cohorte de más de 121,000 mujeres durante 20 años a partir de 1976. Los resultados de esta investigación determinaron que existe una relación entre un



consumo elevado de ácidos grasos trans con un aumento del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares.<sup>(20,21,22)</sup>

## Perfil lipídico

Diversos estudios clínicos demuestran que los AGT tienen un efecto adverso sobre el perfil lipídico, similar a las grasas saturadas. Elevan las concentraciones séricas de los triglicéridos de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de la lipoproteína a [Lp(a)]. Además, disminuyen la concentración sérica de las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Estas se encargan de disminuir los efectos desfavorables del consumo de grandes cantidades de grasas al transportarlas del tejido periférico hacia el hígado para su posterior oxidación, por lo que su disminución contribuye al desarrollo del proceso aterogénico.<sup>(23,24,25,26)</sup>

*Ascherio* y otros<sup>(27)</sup> observaron que el reemplazo de ácido oleico por ácidos AGT aumentó el colesterol de LDL (LDL-C) en 14mg/dl y disminuyó el colesterol de HDL (HDL-C) en 7mg/dl y, por lo tanto, se dio un aumento en la relación LDL-C/HDL-C, que fue significativo en comparación con el consumo de grasas saturadas.

En el estudio de *Hu* y otros<sup>(28)</sup> estimaron que el reemplazo de 5 % de la energía proveniente de la grasa saturada por insaturada podría reducir el riesgo de la enfermedad cardiovascular en 42 % y el reemplazo de 2 % de la energía de AGT por grasas insaturadas no hidrogenadas, lo que podría reducir el riesgo en 53 %. Es decir, en la base de gramo a gramo, la grasa trans confirió un riesgo mayor de enfermedad cardiovascular que la grasa saturada.

*Aro* y otros<sup>(29)</sup> revelaron que la ingestión de elevadas cantidades de AGT (8,7 % de la energía) tiene un mayor efecto adverso sobre las lipoproteínas, comparado con cantidades iguales de ácido esteárico y de grasa láctea; y, a su vez, incrementaron la relación de LDL/HDL y aumentaron la Lp(a), considerada como un fuerte factor de riesgo de enfermedad cardíaca isquémica.

*Mensink* y otros<sup>(30)</sup> llevaron a cabo un meta-análisis en el que incluyeron 60 ensayos y 1672 voluntarios para investigar el efecto del consumo de carbohidratos, así como de diferentes grasas dietéticas sobre los lípidos sanguíneos. El análisis

de la información señaló que cuando 1 % de la energía proveniente de carbohidratos se sustituye por grasas trans se observaba un aumento significativo en LDL-C (1,54 mg/dl) y en la relación colesterol total (CT)/HDL-C (0,22,  $p < 0,05$ ). Dicho aumento se contrastó con el obtenido cuando ese 1 % de la energía de carbohidratos era sustituida con grasa saturada, y se observaba también una elevación de LDL-C, pero en menor cantidad (1,24 mg/dl) y no se obtuvieron cambios en la relación CT/HDL-C. El mismo reemplazo, pero con ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados en configuración cis, mostró que ambas grasas disminuyen tanto el LDL-C como la relación CT/HDL-C.

De igual manera, en un estudio realizado en los países nórdicos en un grupo de 21 hombres sanos, se observó que tras una dieta rica en AGT se produjo un aumento en la vasodilatación mediada por el flujo sanguíneo, así como también en los triglicéridos, además de una disminución del HDL-C.<sup>(31)</sup>

Otro aspecto evaluado con relación a la ingestión de AGT es que a mayor consumo disminuye el tamaño de las partículas de LDL, y resulta en partículas densas y pequeñas, las cuales están directamente relacionadas con el proceso de formación de aterosclerosis.<sup>(25)</sup>

### **Inflamación sistémica y aterosclerosis**

Las grasas trans han mostrado que también pueden afectar los marcadores de inflamación e incluir la proteína C reactiva (PCR), la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ). A su vez, los factores inflamatorios pueden desempeñar un papel importante en el desarrollo de la diabetes, la aterosclerosis, la ruptura de placa y la muerte súbita cardíaca.<sup>(21)</sup> En mujeres en edad postmenopáusica se encontró una relación positiva entre las concentraciones plasmáticas de diversos marcadores de inflamación (PCR, IL-6, TNFR-2, selectina E y moléculas de adhesión) y un alto consumo de AGT. Se concluyó que la alta ingestión de grasas trans, e incluso el consumo de bajas cantidades a largo plazo, puede afectar de manera adversa la función endotelial además del efecto reportado sobre el perfil lipídico.<sup>(26,27,28,29,30,31)</sup>

Empleando dietas controladas *Baer* y otros<sup>(32)</sup> evaluaron el impacto de los AGT en la alteración de las concentraciones de marcadores de inflamación en humanos. Ellos observaron una asociación entre el consumo de AGT con un aumento del riesgo de la enfermedad coronaria, debido a los efectos que tienen sobre las citocinas proinflamatorias, las proteínas de fase aguda y las moléculas de adhesión.

En Alemania, *Kuhnt* y otros<sup>(33)</sup> reportaron un aumento en diversos marcadores de estrés oxidativo en adultos sanos, tras la suplementación durante seis semanas de los isómeros trans 18:1, 11t y 18:1, 12t. Por su parte, *Mozaffarian* y otros<sup>(34)</sup> observaron una fuerte asociación entre la ingestión de AGT (trans 18:1 y trans 18:2) y el aumento de los marcadores de inflamación sistémica (PCR, IL-6, sTNF-R1 y sTNR-R2), no así el isómero trans 16:1. Estos resultados fueron similares tanto en pacientes ambulatorios con falla cardíaca crónica como en mujeres con un elevado índice de masa corporal (IMC).<sup>(35)</sup>

La aterosclerosis es una enfermedad que se caracteriza por un endurecimiento de las arterias, provocado en parte por el depósito de lípidos y calcio en la pared arterial. Así, la calcificación de las células arteriales es un indicador común de aterosclerosis. Los AGT, principalmente los isómeros trans 18:1 y trans 18:2, aún en bajas concentraciones, aumentan la incorporación de calcio en las células del endotelio vascular cuando existe una ingestión inadecuada de magnesio. Este desempeña un papel crucial en la prevención del flujo de calcio hacia las células. Cuando el magnesio se encuentra en cantidades inadecuadas, aunado a un alto consumo de AGT, se modifican las membranas de las células endoteliales y permiten el aumento del flujo de calcio.<sup>(36)</sup>

*Merchant* y otros<sup>(37)</sup> determinaron que una ingestión mayor a 1 g/d de grasa trans se relaciona con el adelgazamiento de 0,33 mm en la íntima de la arteria carótida. Este efecto es similar al observado con un consumo mayor a 10 g/d de grasa saturada. Debido al adelgazamiento, se facilita la filtración de lípidos a través de la íntima arterial y propicia el proceso de aterosclerosis.

## AGT y deposición de grasa en tejido adiposo

La ingestión de grasa se ha asociado con el desarrollo de obesidad abdominal y por ello con enfermedades cardiovasculares y diabetes.<sup>(38,39,40,41)</sup> Se ha encontrado una asociación positiva entre el consumo de AGT y un modesto incremento en la circunferencia de cintura,<sup>(42)</sup> incluso después de ajustar por índice de masa corporal. También, los AGT se ha relacionado con cambios del peso corporal durante ocho años.<sup>(43)</sup> *Anderson* y otros<sup>(44)</sup> evaluaron el efecto de los AGT en la composición corporal de la madre y su hijo a los tres meses posparto y encontraron que las madres que consumieron 4,5 g/día de AGT resultaron 5,8 veces más propensas (OR = 5,81) de tener un porcentaje de grasa corporal mayor de 30 (medido en BOD POD) y sus hijos fueron dos veces más propensos (OR = 2,13) de tener un porcentaje de grasa corporal mayor de 24 (medido en PEA POD).

En la investigación realizada por *Bendsen* y otros<sup>(45)</sup> llevaron a cabo un estudio doble ciego en 52 mujeres postmenopáusicas para examinar el efecto de una ingesta elevada de AGT [15,7 g/día (7 % del total de la energía)] en la deposición de grasa corporal total, grasa abdominal y hepática y se observó una tendencia a aumentar la grasa corporal total en 0,45 kg ( $p = 0,16$ ) y la circunferencia de cintura de 1,1 cm ( $p = 0,08$ ). Sin embargo, esta tendencia no se reflejó en cambios en la deposición de la grasa abdominal ni en el hígado.

La información obtenida hasta ahora en términos de la posible asociación de los AGT con la deposición de grasa visceral es muy importante a la luz de la epidemia de obesidad en el mundo como un factor involucrado en este proceso, pero no es concluyente por lo que se requieren más estudios en el tema que den una evidencia clara.<sup>(46)</sup>

## Infarto al miocardio

En un estudio de casos-controles realizado en Australia se observó que había una mayor concentración de los isómeros trans del ácido oleico (18:1, 9t; 18:1, 10t; 18:1, 11t) en el tejido adiposo de sujetos que sufrieron un infarto al miocardio (IM), comparado con el de sujetos que no habían tenido un infarto. Sin embargo, luego

de que, en 1996, en ese país, hubo una disminución del contenido de AGT en las principales marcas comerciales de margarinas, las diferencias entre los grupos no fueron significativas. Los niveles de AGT en tejido adiposo disminuyeron 23 % en ambos grupos aun cuando no cambió la ingesta de margarinas.<sup>(46)</sup> Estos estudios respaldan las recomendaciones nutricionales de evitar el consumo de grasas trans.<sup>(46)</sup>

Hallazgos similares se obtuvieron en un estudio de casos y controles con 1061 hombres y mujeres de Costa Rica, en los que los valores de AGT en el tejido adiposo fueron asociados con un aumento del riesgo de infarto al miocardio. La asociación estuvo atribuida a los isómeros trans del ácido linoleico (trans 18:2) que fue el que se encontró en el tejido adiposo de manera más abundante. Dicha asociación se mantuvo después de ajustar por diferentes variables confusoras como la edad, el sexo, el ingreso económico, la actividad física, el consumo de grasa saturada y la energía, entre otros.<sup>(47,48,49)</sup>

La exposición a los AGT también ha sido evaluada a través de su análisis en la membrana de los eritrocitos. *Lemaitre* y otros<sup>(50)</sup> llevaron a cabo un estudio poblacional de casos y controles para evaluar la asociación entre los AGT presentes en la membrana de los eritrocitos y el riesgo de un paro cardíaco primario (PCP). Los investigadores observaron una fuerte asociación entre el contenido de los isómeros trans del ácido linoleico (trans 18:2) en eritrocitos, con el riesgo de PCP. Determinaron que un incremento de estos en el contenido de la membrana de 0,16 a 0,24 % del total de ácidos grasos aumentaba el riesgo en casi tres veces de sufrir un PCP (OR = 2,66; 95% IC, 1,58-4,45).<sup>(51,52,53,54,55,56,57)</sup>

El colectivo de autores consultados constató que en mujeres postmenopáusicas aumenta la tasa catabólica de las apo-A-I (proteínas precursoras de las HDL), lo que lleva a que las HDL permanezcan poco tiempo en la circulación al ser degradadas rápidamente, y disminuye así el factor protector. De manera interesante, se observó una mayor proporción de AGT en sus diferentes fracciones, y se sugirió que el aumento en el catabolismo de las HDL puede deberse a alteraciones en las propiedades de los fosfolípidos de membrana, al propiciar una

falla en el reconocimiento a nivel de receptores, por lo que son catabolizadas antes de concluir su vida media.<sup>(57,58,59,60)</sup>

## Cáncer

Los AGT están relacionados con algunos tipos de cáncer, principalmente de mama y próstata. En mujeres europeas postmenopáusicas, diagnosticadas con cáncer de mama se encontró una asociación entre las reservas de AGT en tejido adiposo con la ocurrencia de cáncer de mama.<sup>(59)</sup> De igual manera, en investigaciones realizadas en Estados Unidos, se reportó que una elevación en las concentraciones séricas de AGT C18:1 y C18:2, estaba asociada a un aumento en el riesgo no agresivo de padecer cáncer de próstata.<sup>(60,61)</sup>

La ingestión del isómero C18:2, 10t 12c estimuló la hiperplasia del epitelio mamario y aceleró el desarrollo del tumor maligno. Además, aumentó la metástasis hacia los pulmones, por lo que se sugiere evitar los suplementos de CLA que contengan dicho isómero.<sup>(62,63,64,65)</sup>

A pesar de los efectos negativos de los AGT en relación con la aparición del cáncer, se requieren más estudios sobre el tema ya que los resultados son inconsistentes.

## Resistencia a la insulina y diabetes mellitus

Tras su absorción, los AGT pueden incorporarse a los lípidos de la membrana celular y afecta sus propiedades físicas y el acoplamiento de enzimas a ella. Lo anterior puede influir en la sensibilidad periférica a la insulina, por una posible alteración en la interacción con su receptor en la membrana.<sup>(63)</sup>

En personas con insulino-resistencia o diabetes, los AGT pueden alterar más la sensibilidad a la insulina que la grasa saturada. *Christiansen* y otros,<sup>(64)</sup> en Dinamarca, realizaron un estudio en personas con obesidad y diabetes mellitus no insulino dependientes. Los participantes fueron sometidos a tres dietas (con 50 % carbohidratos, 20 % proteínas, 30 % grasa), en la que la aportación de ácidos grasos en cada dieta fue: 20 % de ácidos grasos saturados (AGS); 20 % de ácidos grasos monoinsaturados (MUFAS) y 20 % de AGT. Al final del estudio los sujetos que

consumieron la dieta alta en AGT, presentaron un aumento en la respuesta postprandial de insulina sérica y péptido-C en comparación con los que ingirieron la dieta alta en ácidos grasos monoinsaturados.

El estudio anterior difiere de lo observado por *Lichtenstein* y otros,<sup>(15)</sup> quienes llevaron a cabo un trabajo en el que participaron personas con obesidad e hipercolesterolemia. A estas se les asignaron seis dietas con diferente cantidad de AGT, sin encontrar ningún efecto de los AGT sobre la resistencia a la insulina. A su vez, estos resultados son similares a los obtenidos por *Lovejoy* y otros,<sup>(65)</sup> en adultos sanos, quienes consumieron una dieta elevada en AGT durante cuatro semanas y no presentaron una disminución de la sensibilidad a la insulina al finalizar el período de consumo.

La discrepancia en los resultados encontrados en los estudios, pudiera deberse a las diferencias en el diseño de los mismos, ya que en algunos no se realizó una medición directa de la sensibilidad a la insulina. Además, las dietas probadas contenían diferentes porcentajes de grasa, lo cual pudo incidir en los resultados obtenidos.<sup>(63,65)</sup>

De acuerdo a *Risérus*,<sup>(66)</sup> no solo ingerir grandes cantidades de AGT puede inducir a efectos adversos, sino que también el consumo de bajas proporciones durante largos períodos de tiempo alcanza promover la resistencia a la insulina y tener efectos clínicos relevantes en el riesgo de padecer diabetes mellitus. Los mecanismos por los que esto sucede no se conocen bien. Sin embargo, se supone que pueden estar involucrados en un aumento del estrés oxidativo e inflamación, así como una disfunción endotelial. Dicho efecto adverso de los AGT puede deberse, además, a una regulación a la baja de los factores de transcripción requeridos para una sensibilidad óptima a la insulina.

## Las Américas libres de grasas trans

Se realizó un acuerdo entre los representantes de salud pública y los representantes de las industrias líderes en Latinoamérica, en el que los expertos en salud piden a la industria alimentaria acelerar la eliminación de las grasas trans,

producidas de manera industrial, de los alimentos que fabrican y distribuyen, y que, además, se conviertan en socios para promover la alimentación saludable en todos los países de América.<sup>(54)</sup> Entre las empresas representadas en la reunión se encontraban *Burger King Inc.*, *Cargill Inc.*, ConMéxico (Consejo Mexicano de la Industria de Productos de Consumo A.C.), Grupo ARCOR, *KraftFoods*, *Kellogg Company*, *McDonald's Corporation*, *Nestlé*, *PepsiCo*, *SADIA SA*, *Watt's SA* y *Yum! Brands Inc.*, quienes presentaron informes sobre sus iniciativas y logros para eliminar gradualmente las grasas trans producidas. Algunos países participantes fueron Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador y Argentina. El grupo de trabajo de la Organización Panamericana de la Salud formuló las siguientes recomendaciones.<sup>(59,60,61,62,63,64,65,66)</sup>

Las grasas trans deben eliminarse del suministro de alimentos y promoverse las grasas insaturadas como alternativa:<sup>(58,59,60,61,62,63,64,65,66)</sup>

- Las grasas trans deben limitarse legalmente a menos de 2 % de la grasa total presente en los aceites vegetales y las margarinas blandas, y a menos de 5 % en los otros alimentos.
- Se debe considerar la mención obligatoria en las etiquetas del contenido de grasas trans en los alimentos.
- Se deben establecer normas para reglamentar las afirmaciones sobre propiedades saludables de los alimentos.
- Se debe considerar obligatoria la declaración de los tipos de grasas en los alimentos servidos en los restaurantes, los programas de ayuda alimentaria, de alimentación escolar y otros proveedores de servicios de alimentación.
- Los líderes de salud pública deben trabajar con la industria para acelerar la eliminación gradual de las grasas trans, y promover el uso de aceites y grasas más saludables en la producción de alimentos.
- Los gobiernos deben dar apoyo especial a las industrias y servicios de alimentos pequeños para que eliminen las grasas trans y adopten opciones más saludables.



- La OMS debe encabezar los esfuerzos continentales para el logro de las Américas libres de grasas trans y asignarle a la iniciativa una prioridad alta en la agenda regional y ayudar a los países miembros a formular políticas, reglamentos y leyes necesarias para poner en práctica la iniciativa y medir su avance.

## Conclusiones

La evidencia actual demuestra que el consumo de AGT parcialmente hidrogenados afecta a los factores de riesgo relacionados con las ECV y de manera significativa acrecienta el riesgo de sufrir un evento cardiovascular.

Así como resulta necesario organizar acciones que, incluidas las regulaciones sanitarias y las estrategias de intervención, permitan transformar de manera favorable, a largo, mediano y corto plazos, la alimentación y la salud de la población.

## Recomendaciones

Se recomienda una propuesta de regulación sanitaria cubana sobre el contenido de ácidos grasos trans para su posible adopción como norma cubana.

## Referencias bibliográficas

1. WHO. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation *WHO Technical Report Series No. 916*. Geneva: World Health Organization; 2013 [acceso 10/04/2024] Disponible en: <https://www.redalyc.org>
2. OPS. Las Américas Libres de Ácidos Grasos Trans Declaración de Río de Janeiro. Río de Janeiro: Organización Panamericana para la Salud; 2018 [acceso 14/04/2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org>

3. Stender S, Dyerberg J. The influence of trans fatty acids on health. A report from The Danish Nutrition Council. 4th ed. Copenhagen: Macmillan Publishers Limited; 2013. DOI: <https://doi.org/10.3467/S0717-45182010000100002>
4. Lichtenstein A, Appel L, Brands M, Carnethon M, Daniels S, Franch H, et al. Diet and Lifestyle Recommendations Revision 2006: A Scientific Statement From the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*. 2019 [acceso 14/04/2024];114:82-96. Disponible en: <https://www.redalyc.org>
5. Uauy R, Aro A, Clarke R, L´Abbe M, Mozaffarian D, Skeaff C, et al. WHO Scientific Update on trans fatty acids: summary and conclusions. *Eur J Clin Nutr*. 2019;63:S68-S75. DOI: <https://doi.org/10.3467/S0717-45182010000100002>
6. Katan M. Regulation of trans fats: The gap, the Polder, and McDonald´s French fries. *Atherosclerosis. Supplements*. 2016 [acceso 14/04/2024];7:63-6. Disponible en: <https://www.nutrición.org>
7. L´Abbe M, Stender S, Skeaff CM, Ghafoorunissa, Tavella M. Approaches to removing trans fats in the food supply in industrialized and developing countries. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63(Suppl2):S50-S67. DOI: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.14>
8. Stender S, Dyerberg J. Transfedtsyrers betydning for sundheden. Copenhagen: The Danish Nutrition Council; 2013 [acceso 14/04/2024]. Disponible en: <https://www.nutrición.org>
9. Uauy R. Las Américas libres de Grasas Trans. *Nutrición* 21. 2017 [acceso 14/04/2024]:30-3.
10. FDA. Food labeling: Trans fatty acids in nutrition labeling; nutrient content claims and health claims. In: Administration FaD. ed. 21. CFR Part 101. Washington, D.C.: National Archives and Records Administration; 2021 [acceso 14/04/2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org>
11. Khanal R, Dhiman T. Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acid (CLA): A Review. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2014;3:72-81. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>

12. Noble R, Moore J, Harfoot C. Observations on the pattern on biohydrogenation of esterified and unesterified linoleic acid in the rumen. *Br J Nutr.* 2019;31:99-108. DOI: <https://doi.org/10.3467/S0717-45182010000100002>
13. Polan C, McNeill J, Tove S. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. *J. Bacteriol.* 2019;88:1056-64. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>
14. Fellner V, Sauer F, Kramer J. Effects of ionophores on conjugated linoleic acid in ruminal cultures and the milk of dairy cows. In: Yurawecz M, Mossoba M, Kramer J, Pariza M, Nelson G, eds. *Advances in conjugated linoleic acid research.* Champaign, IL: Am. Oil. Chem. Soc. Press; 2019. DOI: <https://doi.org/10.3467/S0717-45182010000100002>
15. Lichtenstein A, Erkkila A, Lamarche B, Schwab U, Jalbert S, Ausman L. Influence of hydrogenated fat and butter on CVD risk factors: remnant-like particles, glucose and insulin, blood pressure and C-reactive protein. *Atherosclerosis.* 2020;171:97-107. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>
16. Valenzuela A, Morgado N. Trans fatty acid isomers in human health and in the food industry. *Biological Research.* 2019;32:273-87. DOI: <https://doi.org/10.3467/S0717-45583010000100002>
17. Motard-Bélanger A, Charest A, Grenier G, Paquin P, Chouinard Y, Lemieux S, *et al.* Study of the effect of trans fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2018 [acceso 23/03/2024];87:593-9. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-00752015000100002](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752015000100002)
18. Ascherio A, Katan M, Zock P, Stampfer M, Willett W. Trans Fatty Acids and Coronary Heart Disease. *New England Journal of Medicine.* 1999;340:1994-8. DOI: <https://doi.org/10.3467/S0717-45583010000100002>
19. Mozaffarian D, Clarke R. Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with

- other fats and oils. *Eur J Clin Nutr.* 2019;63:S22-S33. DOI: <https://doi.org/34.4467/S0456-45583010000100002>
20. Mozaffarian D, Aro A, Willett W. Health effects of trans-fatty acids: experimental and observational evidence. *Eur J Clin Nutr.* 2019;63:S5-S21. DOI: <https://doi.org/34.4467/S0456-45583010000100002>
21. Mozaffarian D, Katan M, Ascherio A, Stampfer M, Willett W. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *N Engl J Med.* 2016;354:1601-13. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
22. Oh K, Hu F, Manson J, Stampfer M, Willett W. Dietary Fat Intake and Risk of Coronary Heart Disease in Women: 20 Years of Follow-up of the Nurses' Health Study. *American Journal of Epidemiology.* 2015;161:672-9. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>
23. Oomen C, Ocké M, Feskens E, Erp-Baart M, Kok F, Kromhout D. Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study: a prospective population-based study. *The Lancet.* 2021;357:746-51. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
24. López-García E, Schulze M, Meigs J, Manson J, Rifai N, Stampfer M. Consumption of trans fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. *J Nutr.* 2015;135:562-6. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
25. Mauger J, Lichtenstein A, Ausman L, Jalbert S, Jauhiainen M, Ehnholm C. Effect of different forms of dietary hydrogenated fats on LDL particle size. *Am J Clin Nutr.* 2023 [acceso 23/03/2024];78:370-5. Disponible en: [https://www.pangea.org/anep/conf\\_preencion.htm](https://www.pangea.org/anep/conf_preencion.htm)
26. Matthan N, Welty F, Barrett P, Harausz C, Dolnikowski G, Parks J, et al. A. Dietary Hydrogenated Fat Increases High-Density Lipoprotein apoA-I Catabolism and Decreases Low-Density Lipoprotein apoB-100 Catabolism in Hypercholesterolemic Women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2014; 4:1092-7. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>

27. Ascherio A, Hennekens C, Buring J, Master C, Stampfer M, Willett W. Trans fatty acids intake and risk of myocardial infarction. *Circulation*. 2014 [acceso 23/03/2024];89:94-101. Disponible en: [https://www.pangea.org/anep/conf\\_prevencion.htm](https://www.pangea.org/anep/conf_prevencion.htm)
28. Hu F, Stampfer M, Manson J, Rimm E, Colditz G, Rosner B. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N Eng J Med*. 2019;337:1491-9. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>
29. Aro A, Jauhiainen M, Partanen R, Salminen I, Mutanen M. Stearic acid, trans fatty acids, and dairy fat: effects on serum and lipoprotein lipids, apolipoproteins, lipoprotein (a), and lipid transfer proteins in healthy subjects. *Am J Clin Nutr*. 2019;65:1419-26. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>
30. Mensink R, Zock P, Kester A, Katan M. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2013 [acceso 23/03/2024];77:1146-55. Disponible en: [https://www.pangea.org/anep/conf\\_prevencion.htm](https://www.pangea.org/anep/conf_prevencion.htm)
31. De Roos N, Siebelink E, Bots M, van Tol A, Schouten E, Katan M. Trans monounsaturated fatty acids and saturated fatty acids have similar effects on postprandial flow-mediated vasodilation. *Eur J Clin Nutr*. 2022;56:674-9. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
32. Baer D, Judd J, Clevidence B, Tracy R. Dietary fatty acids affect plasma markers of inflammation in healthy men fed controlled diets: a randomized crossover study. *Am J Clin Nutr*. 2014;79:969-73. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
33. Kuhnt K, Wagner A, Kraft J, Basu S, Jahreis G. Dietary supplementation with 11trans- and 12trans-18:1 and oxidative stress in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2016;84:981-88. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>

34. Mozaffarian D, Pischon T, Hankinson S, Rifai N, Joshipura K, Willett W. Dietary intake of trans fatty acids and systemic inflammation in women. *Am J Clin Nutr.* 2004;79:606-12. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
35. Mozaffarian D, Rimm E, King I, Lawler R, McDonald G, Levy W. Trans fatty acids and systemic inflammation in heart failure. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:1521-5. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
36. Kummerow F, Zhou Q, Mahfouz M. Effect of trans fatty acids on calcium influx into human arterial endothelial cells. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2019;70:832-8. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
37. Merchant A, Kelemen L, de Koning L, Lonn E, Vuksan V, Jacobs R. Interrelation of saturated fat, trans fat, alcohol intake, and subclinical atherosclerosis. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2018;87:168-74. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
38. Kavanagh K, Jones K, Sawyer J, Kelley K, Carr J, Wagner J. Trans fat diet induces abdominal obesity and changes in insulin sensitivity in monkeys. *Obesity (Silver Spring).* 2017;15:1675-84. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
39. Colandré M, Diez R, Bernal C. Metabolic effects of trans fatty acids on an experimental dietary model. *British Journal of Nutrition.* 2013;89:631-8. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>
40. Dorfman S, Laurent D, Gounarides J, Li X, Mullarkey T, Rocheford E, *et al.* Metabolic Implications of Dietary Trans-fatty Acids. *Obesity.* 2019;17:1200-7. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100002>
41. Machado R, Stefano J, Oliveira C, Mello E, Ferreira F, Nunes V, *et al.* Intake of trans Fatty Acids Causes Nonalcoholic Steatohepatitis and Reduces Adipose Tissue Fat Content. *The Journal of Nutrition.* 2021 [acceso 23/01/2024];140:1127-32. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-00752015000100002](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752015000100002)

42. Koh-Banerjee P, Chu N, Spiegelman D, Rosner B, Colditz G, Willett W. Prospective study of the association of changes in dietary intake, physical activity, alcohol consumption, and smoking with 9-y gain in waist circumference among 16 [thinsp] 587 US men. *Am J Clin Nutr.* 2003 [acceso 23/03/2024];78:719-27. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-00752015000100002](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752015000100002)
43. Field A, Willett W, Lissner L, Colditz G. Dietary Fat and Weight Gain Among Women in the Nurses/ Health Study[ast]. *Obesity.* 2017;15:967-76. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>
44. Anderson A, McDougald D, Steiner-Asiedu M. Dietary trans fatty acid intake and maternal and infant adiposity. *Eur J Clin Nutr.* 2010 [acceso 23/03/2024];64:1308-15. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-00752015000100002](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752015000100002)
45. Bendsen N, Chabanova E, Thomsen H, Larsen T, Newman J, Stender S, *et al.* Effect of trans fatty acid intake on abdominal and liver fat deposition and blood lipids: a randomized trial in overweight postmenopausal women. *Nutrition and Diabetes.* 2011 [acceso 23/03/2024];1:e4. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>
46. Clifton P, Keogh J, Noakes M. Trans fatty acids in adipose tissue and the food supply are associated with myocardial infarction. *J Nutr.* 2014;134:874-9. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>
47. Baylin A, Kabagambe E, Ascherio A, Spiegelman D, Campos H. High 18:2 Trans-Fatty Acids in Adipose Tissue Are Associated with Increased Risk of Nonfatal Acute Myocardial Infarction in Costa Rican Adults. *The Journal of Nutrition.* 2013 [acceso 23/03/2024];133:1186-91. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>
48. Colon-Ramos U, Baylin A, Campos H. The relation between trans fatty acid levels and increased risk of myocardial infarction does not hold at lower levels of

trans fatty acids in the Costa Rican food supply. *J Nutr.* 2006;136:2887-92. DOI: <https://doi.org/10.6056/P0717-75111010000113002>

49. Xu J, Eilat-Adar S, Loria C, Goldbourt U, Howard B, Fabsitz R, *et al.* Dietary fat intake and risk of coronary heart disease: the Strong Heart Study. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2006 [acceso 23/02/2024];84:894-902. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>

50. Lemaitre R, King I, Raghunathan T, Pearce R, Weinmann S, Knopp R. Cell membrane trans fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. *Circulation.* 2022 [acceso 23/03/2024];105:697-701. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>

51. Sun Q, Ma J, Campos H, Hankinson S, Manson J, Stampfer M. A prospective study of trans fatty acids in erythrocytes and risk of coronary heart disease. *Circulation.* 2017 [acceso 23/03/2024];115:1858-65. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>

52. Counil E, Julien P, Lamarche B, Château-Degat M, Ferland A, Dewailly E. Association between trans-fatty acids in erythrocytes and pro-atherogenic lipid profiles among Canadian Inuit of Nunavik: possible influences of sex and age. *British Journal of Nutrition.* 2009;102:766-76. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJWH.S67130>

53. Subbaiah P, Subramanian V, Liu M. Trans unsaturated fatty acids inhibit lecithin: cholesterol acyltransferase and alter its positional specificity. *Journal of Lipid Research.* 1998 [acceso 30/05/2024];39:1438-47. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>

54. Abbey M, Nestel P. Plasma cholesteryl ester transfer protein activity is increased when trans-elaidic acid is substituted for cis-oleic acid in the diet. *Atherosclerosis* 1994;106:99-107. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJWH.S67130>

55. Khosla P, Hajri T, Pronczuk A, Hayes K. Replacing Dietary Palmitic Acid with Elaidic Acid (t-C18:1 9) Depresses HDL and Increases CETP Activity in Cebus Monkeys. *The Journal of Nutrition.* 2019;127:531S-36S. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJWH.S67130>



56. Van Tol A, Zock P, van Gent T, Scheek L, Katan M. Dietary trans fatty acids increase serum cholesterylester transfer protein activity in man. *Atherosclerosis*. 2020 [acceso 30/05/2024];115:129-34. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>
57. Fusegawa Y, Kelley K, Sawyer J, Shah R, Rudel L. Influence of dietary fatty acid composition on the relationship between CETP activity and plasma lipoproteins in monkeys. *Journal of Lipid Research*. 2001;42:1849-57. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>
58. Chen C, Tetri L, Neuschwander-Tetri B, Huang S, Huang J. A mechanism by which dietary trans fats cause atherosclerosis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2011;22:649-55. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJWH.S67130>
59. Kohlmeier L, Simonsen N, van't Veer P, Strain J, Martin-Moreno J, Margolin B, *et al*. Adipose tissue trans fatty acids and breast cancer in the European Community Multicenter Study on Antioxidants, Myocardial Infarction, and Breast Cancer. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2017;6:705-10. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>
60. King I, Kristal A, Schaffer S, Thornquist M, Goodman G. Serum Trans-Fatty Acids Are Associated with Risk of Prostate Cancer in beta-Carotene and Retinol Efficacy Trial. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2019;14:988-92. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>
61. Chavarro J, Stampfer M, Campos H, Kurth T, Willett W, Ma J. A Prospective Study of Trans-Fatty Acid Levels in Blood and Risk of Prostate Cancer. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2019;17:95-101. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>
62. Ip M, McGee S, Masso-Welch P, Ip C, Meng X, Ou L, *et al*. The t10,c12 isomer of conjugated linoleic acid stimulates mammary tumorigenesis in transgenic mice overexpressing erbB2 in the mammary epithelium. *Carcinogenesis*. 2017 [acceso 30/05/2024];28:1269-76. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>

63. Saravanan N, Haseeb A, Ehtesham N, Ghafoorunissa. Differential effects of dietary saturated and trans-fatty acids on expression of genes associated with insulin sensitivity in rat adipose tissue. *Eur J Endocrinol.* 2021;153:159-65. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>
64. Christiansen E, Schnider S, Palmvig B, Tauber-Lassen E, Pedersen O. Intake of a diet high in trans monounsaturated fatty acids or saturated fatty acids. Effects on postprandial insulinemia and glycemia in obese patients with NIDDM. *Diabetes Care.* 2017 [acceso 30/05/2024];20:881-7. Disponible en: <https://www.ima.org.il/FilesUpload/IMAJ/0/175/87761>
65. Lovejoy J, Smith S, Champagne C, Most M, Lefevre M, DeLany J. Effects of diets enriched in saturated (palmitic), monounsaturated (oleic), or trans (elaidic) fatty acids on insulin sensitivity and substrate oxidation in healthy adults. *Diabetes Care.* 2022;25:1283-8. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>
66. Risérus U. Trans fatty acids, insulin sensitivity and type 2 diabetes. *Scandinavian Journal of Food and Nutrition.* 2021;50:161-5. DOI: <https://doi.org/11.4067/I0717-71192050003200002>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.