

# [ r e v i s i ó n ]

## Uso actual de los módulos de nutrientes en clínica (parte 2: grasas y carbohidratos)

José Antonio Irlés Rocamora, Manuel J. Caballero Segura

Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme. UGC Endocrinología y Nutrición. Sevilla. España

### Palabras clave

Nutrición enteral,  
ácidos grasos,  
triglicéridos,  
polisacáridos

### >>RESUMEN

En este artículo se revisa la utilidad, fundamento y opciones disponibles de los diversos módulos de grasas y carbohidratos que se emplean en clínica para suplementación oral o para completar los aportes de nutrientes en nutrición enteral. Los más utilizados de estos módulos son aquellos que contienen triglicéridos de cadena media (MCT), por presentar una serie de características diferenciales en su metabolismo que los hacen especialmente interesantes principalmente cuando es necesaria la restricción de la grasa dietética, aunque también se ha pro-

puesto su aplicación en dietas cetogénicas, en metabolopatías y con menor evidencia, en enfermedades neurodegenerativas o en síndrome metabólico.

*Nutr Clin Med* 2021; XV (2): 77-87

DOI: 10.7400/NCM.2021.15.2.5098

### Key words

Enteral nutrition,  
Fatty Acids,  
Triglycerides,  
Polysaccharides

### >> ABSTRACT

This article reviews the usefulness, and available options of the various fat and carbohydrate modules used in clinic for oral supplementation or enteral nutrition. The most used are those containing medium-chain triglycerides (MCTs), because they have differential characteristics in their metabolism that make them especially interesting mainly when dietary fat restriction is necessary, although it has also been proposed to be applied in ketogenic diets, in

metabolopathies and with less evidence, in neurodegenerative diseases or metabolic syndrome.

*Nutr Clin Med* 2021; XV (2): 77-87

DOI: 10.7400/NCM.2021.15.2.5098

### >>INTRODUCCIÓN

Además de los módulos de proteína y de aminoácidos para su uso clínico en nutrición enteral existen módulos de grasa en forma de triglicé-

dos de cadena media (MCT), de triglicéridos de cadena larga (LCT), y algunos módulos específicos con ácidos grasos. De entre los de carbohidratos disponemos solo de maltodextrinas. Estos módulos se emplean comúnmente como fuente

### Correspondencia

José Antonio Irlés Rocamora.  
Email: 954511095@telefonica.net

de energía, pero también sus efectos los hacen potencialmente útiles en determinadas enfermedades o situaciones metabólicas, y de todos ellos, los más utilizados con diferencia son los MCT.

En este artículo se revisa la aplicación clínica de estos módulos de macronutrientes grasas y carbohidratos empleados para completar los aportes en nutrición enteral o en suplementación oral, excluyéndose los de proteína y aminoácidos que ya han sido tratados en un artículo anterior (Parte I).

## >>MCT

Los triglicéridos de cadena media (MCT) son un tipo de triglicéridos dietéticos que contienen ácidos grasos (MCFAs) de longitud de cadena media, es decir de 6 a 12 átomos de carbono. Representan una mínima parte de la ingesta de grasa dietética habitual, constituida mayoritariamente en un 95% por LCT. Los MCT son triacilglicérols que contienen una diversidad de ácidos grasos de cadena media (MCFAs) como ácido caproico, ácido caprílico, ácido cáprico y ácido láurico, los cuales presentan una serie de características diferenciales en su metabolismo que justifican su uso clínico principalmente cuando es necesaria la restricción de la grasa dietética, aun-

que también se han propuesto como recurso dietético en dietas cetogénicas, en metabolopatías y con menor evidencia de su utilidad, en enfermedades neurodegenerativas y en síndrome metabólico. Su utilización dentro de las dietas limitadas en grasa, permite asegurar un aporte de energía adecuado, mejorar la absorción de vitaminas liposolubles y mejorar las características organolépticas de esta dieta, que de otro modo resulta poco apetecible<sup>1,2,3</sup> (tabla I).

## >>CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DE LOS MCT Y DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA (MCFAs)

La absorción y metabolismo de los MCT difiere significativamente del de los LCT. En aquellas situaciones clínicas en las que está reducida la concentración intestinal de enzimas pancreáticas y sales biliares, la digestión y absorción de los MCT también está reducida, pero a pesar de eso, su menor peso molecular les permite ser más rápida y completamente hidrolizados en comparación con los LCT, y además los ácidos grasos de cadena media (MCFAs) procedentes de esta hidrólisis se absorben en el intestino rápidamente, prácticamente a la misma velocidad que lo hace la glucosa. Otra porción de los MCT ingeridos es capaz de absorberse directamente en los

**TABLA I. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LOS MCT**

Indicaciones		Contraindicaciones
Insuficiencia pancreática exocrina	Pancreatitis crónica, fibrosis quística, resección pancreática, cáncer de páncreas	Pacientes con riesgo de cetoacidosis
Malabsorción de grasas	Insuficiencia biliar, ileitis, enteritis actínica, linfoma, síndrome de intestino corto, enfermedad celíaca, cirugía de resección gástrica	Cirrosis hepática
Trastornos del drenaje linfático	Quilotórax, ascitis quilosa, linfangiectasia intestinal	
Dietas cetogénicas	Epilepsia	
Enfermedades Neurodegenerativas*	Enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson	
Síndrome metabólico*	Hiperlipemias, obesidad	
Metabolopatías	Adrenoleucodistrofia, trastornos de la βoxidación de los ácidos grasos, abetalipoproteinemia, deficiencia de carnitina, deficiencia de citrina	
*Indicación no bien establecida.		

enterocitos como triglicéridos, para luego ser hidrolizados por el sistema lipolítico de la mucosa intestinal en MCFAs y posteriormente absorbidos en la circulación portal, en lugar de ser transportados como quilomicrones a través del sistema linfático como les ocurre a los LCT. En algunos individuos la rápida hidrólisis intraluminal de los MCT en glicerol y MCFAs libres puede provocar diarrea osmótica<sup>4</sup>.

Los MCT son menos susceptibles de depositarse como reservas de energía porque evitan el paso por los tejidos periféricos como el tejido adiposo, lo que los hace menos susceptibles a la acción de las lipasas hormonosensibles. Al no incorporarse a los quilomicrones, su oxidación no requiere de la acción de la lipoproteinlipasa.

El valor calórico de los MCT es igual al de los LCT, pero como su concentración en los preparados comerciales no es del 100%, el valor calórico de cada preparado dependerá de su concentración. Siendo su valor calórico similar al de los LCT, son una fuente de energía más fácilmente disponible, al poder atravesar la membrana mitocondrial en el hígado y el músculo independientemente del sistema de transferencia de acilcarnitina. Una vez en la mitocondria se oxidan rápidamente y su  $\beta$ oxidación produce gran cantidad de Acetil-CoA, parte de la cual deriva a la producción de cuerpos cetónicos, siendo por esto significativamente más cetogénicos que los LCT. Por sus propiedades cetogénicas su uso está restringido en aquellos pacientes con riesgo de cetoacidosis y en pacientes con cirrosis hepática, en los que los niveles de MCT en sangre pueden elevarse debido a una reducción del aclaramiento hepático<sup>4</sup>.

Los MCT sólo contienen ácidos grasos saturados y no deben emplearse como única fuente de ácidos grasos, por no contener ácidos grasos esenciales. Dentro de los MCFAs el de cadena más larga es el ácido láurico (C12:0), y debido a esto su metabolismo podría diferir de los otros MCFAs de cadena más corta, habiéndose sugerido que se comporte desde un punto de vista metabólico como un ácido graso de cadena media y larga, aumentando las concentraciones de LDL-C y HDL-C, ya que desempeña un papel principal como sustrato para la síntesis ApoA1 y de ApoB, que son las moléculas clave respectivamente en las partículas HDL-C y LDL-C<sup>5</sup>. Habitualmente los preparados comerciales de MCT

contienen cantidades mínimas de ácido láurico, aportando prácticamente solo ácido caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0).

## >> DOSIS Y POSOLOGÍA

La seguridad del consumo dietético humano de MCT hasta niveles de 1 g/kg, se ha confirmado en varios ensayos clínicos<sup>6</sup>. La dosis habitual es de 30-50 g/día, repartido en varias tomas de 10-20 ml, pero se han llegado a administrar hasta 100 g/día. Para mejorar su tolerancia se recomienda incrementar la dosis diaria de forma gradual hasta alcanzar la dosis máxima tolerada. Conviene fraccionar la toma en 3-4 tomas al día, también con el objetivo de mejorar su tolerancia gastrointestinal, ya que en algunos individuos la hidrólisis rápida en MCFAs puede producir como efecto secundario diarrea osmótica. Puede tomarse solo o mezclado con algunos alimentos como zumos, lácteos, cremas de verduras o aliño de ensaladas, también admiten ciertas preparaciones culinarias como salsas, mayonesa, y también puede calentarse, aunque no son aptos para freír ya que con temperaturas muy elevadas adquieren un sabor y olor desagradable. Aunque son incoloros e inodoros, su textura grasa le confiere una baja palatabilidad, lo que puede ser un inconveniente cuando son necesarias dosis altas o en tratamiento prolongados.

Existen preparados de MCT en forma de aceite que es el más utilizado, pero también está disponible como emulsión y en polvo, lo que permite una mejor dilución con líquidos, incluso su administración por sonda.

## >> DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN ENTRE ACEITE MCT Y ACEITE DE COCO

El aceite MCT para uso médico se produce por la hidrólisis, filtrado y reesterificación a partir de aceite de palma o del aceite de coco, por lo que los preparados comercializados como MCT difieren en su composición de ácidos grasos (tablas III y IV). Además, también existen preparados con algún MCFA aislado como el ácido caprílico (*Axona*).

Existen diferencias sustanciales entre los preparados comerciales de MCT y el aceite de coco que

**TABLA II. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE COCO VIRGEN (VCO)**  
\*Modificado de Narayanankutty 2018

Ácidos Grasos	%
Ácido Caproico (C6:0)*	0,6
Ácido Caprílico (C8:0) *	0,8
Ácido Cáprico (C10:0) *	6,4
Ácido Láurico (C12:0) *	48,5
Ácido Mirístico (C14:0)	17,6
Ácido Palmítico (C16:0)	8,4
Ácido Esteárico (C18:0)	2,5
Ácido Linoleico (C18:1)	6,5
Ácido Linolénico (C18:2)	1,5

\*Triglicéridos de cadena Media (MCT).

es importante conocer. El aceite de coco es un aceite comestible que se extrae del grano de cocos maduros cosechados de la palma de coco. Los tipos principales son el aceite de copra (CO), el refinado y desodorizado (RDB), y el aceite de coco virgen (VCO). Los tres tienen perfiles de ácidos grasos similares; sin embargo, por el diferente procedimiento de extracción, este último contiene cantidades más altas de algunos nutrientes como vitamina E, compuestos bioactivos dietéticos como polifenoles y ácidos grasos esenciales. Se ha propuesto como nutraceutico para su uso en higiene oral<sup>7,8</sup> y un metanálisis sugiere su utilidad en dislipemias<sup>9</sup>.

El aceite de coco contiene menos ácidos grasos MCFAs (56%) que el aceite MCT puro (86%), (tabla II) y mientras que el MCFA mayoritario que contiene el aceite de coco es el ácido láurico (48%), el aceite MCT puro tiene una cantidad considerablemente inferior de este (1-3%) y prácticamente solo ácido caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0).

## >> APLICACIONES CLÍNICAS

Los MCT se introdujeron en clínica con la finalidad de poder aumentar el valor calórico de la ingesta en situaciones en las que es necesaria una reducción de la grasa dietética, y también como parte de la dieta cetogénica, pero han tenido tam-

bién otras aplicaciones que se exponen a continuación (tabla I).

### Insuficiencia pancreática exocrina

La insuficiencia pancreática exocrina (IPE) aparece en pacientes con cáncer de páncreas, pancreatitis crónica, fibrosis quística o resección pancreática. En estos pacientes la insuficiencia de lipasa pancreática limita la absorción de las grasas dietéticas LCT y además se acompaña de un empeoramiento de la sintomatología de dolor o esteatorrea. Aunque el tratamiento básico de la IPE consiste en la administración de enzimas pancreáticas, en ocasiones esta medida no es suficiente para el control de síntomas y el soporte nutricional. En estas circunstancias la administración de MCT permite cubrir las necesidades energéticas de estos pacientes sin que se agrave la sintomatología derivada de la ingestión de grasas LCT.

### Gastrectomía

En los pacientes que han sufrido una gastrectomía parcial o total ocurre con frecuencia un tránsito intestinal acelerado que impide la adecuada mezcla de la secreción biliopancreática con los alimentos, de modo que presentan una malabsorción de grasas que se manifiesta con esteatorrea. Habitualmente este síntoma no tiene una repercusión clínica significativa, pero en aquellos pacientes que sufren de desnutrición, la utilización de MCT permite la mejoría de los síntomas y el mantenimiento del estado nutricional.

### Insuficiencia biliar

En ausencia de una secreción adecuada de bilis se produce una emulsión insuficiente de la grasa dietética lo que dificulta la acción de la lipasa pancreática y su posterior absorción. Esta situación de insuficiencia biliar ocurre cuando hay pérdidas extraordinarias de sales biliares, cuando no es posible la llegada de sales biliares al intestino delgado y cuando existe sobrecrecimiento bacteriano.

En pacientes con resección ileal amplia o que sufren una ileítis extensa por enfermedad inflamatoria intestinal, ocurre la llegada al colon de canti-

**TABLA III. PREPARADOS COMERCIALES DE MCT**

Nombre	% MCT	Kcal/100 ml	Presentación
Aceite MCT (Nutricia)	> 95 (principalmente caprílico y cáprico)	855	500 ml (aceite)
Liquigen (Nutricia)*	> 50	450	250 ml (emulsión)
MCT + Esenciales CN	67	569	1000 ml (aceite)
MCT NM	Caprílico 59% Cáprico 40% Caproico 0,3% Láurico 0,4%	830	Viales 20 ml y botella de 500 ml (aceite)
Axona*	Ácido cáprico		

\*(No financiado en el Sistema Nacional de Salud).

**TABLA IV. PREPARADOS COMERCIALES DE CARBOHIDRATOS Y MEZCLAS DE ESTOS CON MCT**

Nombre	Composición	Kcal/100 g	Presentación
Fantomalt (Nutricia)	Maltodextrina	384	Bote de 400 g
Dextrinomaltosa NM	Maltodextrina	380	6 botes de 500 g Sobres 30 g (no fin.)
Duocal (Nutricia)	Hidratos de carbono y lípidos 35% MCT	492	400 g (polvo)
MCT Procal (Nestle)	62% MCT, 22% Carbohidratos, 12% proteína	657	16 g (polvo)
Módulo D-Manosa (Nutricia)	99,5% monosacárido D-manosa	398	Bote de 250 g

dades importantes de sales biliares que no han sido reabsorbidas, las cuales se reabsorben de forma incompleta en el colon apareciendo diarrea colerética; en estas circunstancias la utilización de MCT permite un mejor control de los síntomas.

En el sobrecrecimiento bacteriano ocurre una desconjugación de las sales biliares que pierden así sus propiedades emulgentes, lo que causa una malabsorción de las grasas. Aunque el sobrecrecimiento bacteriano responde habitualmente a los antibióticos, en ciertos casos los MCT también pueden ser de ayuda para el mejor control de síntomas.

### Malabsorción intestinal

Entre las causas más frecuentes de malabsorción intestinal está la enfermedad de Crohn, la celia-

quía y como menos frecuentes están: el linfoma, la enteritis actínica, la amiloidosis y la resección intestinal o el síndrome de intestino corto. En estas situaciones puede ser recomendable una reducción de la grasa dietética y la sustitución de la misma por MCT.

### Trastornos del drenaje linfático

En adultos se producen cada día 1500 ml de linfa que contiene aproximadamente 70 gramos de grasa y 50 de albúmina y en determinadas enfermedades puede ocurrir una pérdida de linfa intestinal hacia la luz intestinal. En estos casos la ingesta de LCT aumenta todavía más el flujo de linfa incrementándose las pérdidas intestinales de esta.

La obstrucción del drenaje linfático se manifiesta con esteatorrea y pérdidas intestinales de linfa.

Puede ocurrir en linfangiectasia intestinal, tuberculosis e insuficiencia cardíaca congestiva. En estos casos la grasa dietética no puede ser transportada por el sistema linfático mesentérico y ocurre un drenaje de linfa hacia la luz intestinal. Los MCT pueden estar indicados ya que se absorben por una vía diferente de los LCT y no incrementan el flujo linfático.

La ascitis quilosa puede ocurrir por lesión o compresión de vasos linfáticos después de cirugía abdominal, traumatismos, irradiación pélvica y diálisis peritoneal. El quilotórax puede aparecer como consecuencia de lesión o compresión de vasos linfáticos en tumores mediastínicos o después de cirugía de tórax o de cabeza-cuello. En ambas circunstancias la administración de MCT permite la reducción del flujo linfático, aunque a veces no es suficiente y hay que recurrir a la nutrición parenteral.

### Dietas cetogénicas

La dieta cetogénica se ha propuesto por su potencial terapéutico no sólo en la obesidad, sino en muchas condiciones patológicas como síndrome metabólico, hipertensión, dislipidemia, esteatohepatitis no alcohólica, enfermedad cardiovascular, epilepsia, deterioro cognitivo adquirido, cáncer, acné y síndrome de ovario poliquístico.

La base actual de la dieta cetogénica se estableció tras conocerse que los mismos efectos cetogénicos del ayuno podrían lograrse con una dieta baja en carbohidratos y alta en grasas. Tradicionalmente la dieta cetogénica clásica consiste en un 80% de grasa, 15% de proteína, y 5% de hidratos de carbono, con el objetivo de mantener los carbohidratos netos en menos de 20 g/día. En este contexto los MCT se han empleado por su capacidad de inducir cetosis, potenciando los efectos de la restricción de carbohidratos. La dosis típica es de 10-15 ml de MCT, administrado 3 veces al día siendo su efecto cetogénico proporcional a la dosis. La evidencia sin embargo es débil y solo un único ensayo clínico aleatorizado, realizado en 94 niños con epilepsia no mostró diferencias entre la dieta cetogénica clásica y la suplementada con MCT tanto en eficacia como en tolerancia<sup>10</sup>, siendo por tanto ambas opciones igualmente validas en terapéutica.

### Síndrome metabólico

Se han estudiado las funciones fisiológicas y acciones moleculares de los MCFAs/MCT en el desarrollo de síndrome metabólico. Los estudios experimentales y humanos demuestran que los MCFAs/MCT en la dieta suprimen la deposición de grasa a través de la termogénesis y oxidación de grasa. Otros sugieren que los MCFAs/MCT son inductor dietético de adiponectina (factor sensibilizante a la insulina) en pacientes con diabetes tipo 2, por lo que la investigación de la capacidad de MCFAs/MCT para regular la producción de adipocitoquinas, por ejemplo adiponectina, puede ser de gran interés en el futuro<sup>11</sup>.

Algún estudio aleatorizado sugiere que el consumo de MCT en dosis de 18 g/día como parte de la ingesta diaria de alimentos durante 90 días, se asocia con una reducción del peso corporal, circunferencia de cintura y resistencia a la insulina (HOMA) en sujetos con sobrepeso moderado y diabetes tipo 2<sup>12</sup>.

El ácido láurico (C12:0) es un ácido graso de cadena media, que es el principal componente del aceite de coco, pero su contenido en los preparados comerciales de MCT es muy bajo. En relación con su mayor longitud de cadena 12 carbonos su metabolismo podría diferir de otros ácidos grasos MCFAs de cadena más corta y se ha sugerido que se comporte como un ácido graso de cadena media y larga desde un punto de vista metabólico, aumentando las concentraciones de LDL-C y HDL-C. Desde el punto de vista clínico son solo 2 los estudios clínicos que apoyan su aplicación en hiperlipemia: un ensayo pragmático en 91 individuos en la comunidad a los que se les pidió que consumieran 50 g de grasa o aceite de coco durante 4 semanas<sup>13</sup> y otro que compara el aceite de coco frente al aceite de girasol sobre el riesgo cardiovascular en 200 pacientes con cardiopatía coronaria estable, sugiriendo una mejoría en la relación HDL-C y LDL-C, sin embargo este último estudio se hizo usando también estatinas lo que podría haber alterado el resultado<sup>14</sup>. En general no hay una indicación establecida para los MCT en las hiperlipemias con la excepción de la hiperlipemia de tipo I y V (hipertrigliceridemia) en la que puede usarse los MCT en el contexto de una reducción de la grasa dietética.

Se ha propuesto un efecto saciante de los MCT en comparación con los LCT, basándose en su más

rápida absorción y su efecto anorexígeno asociado a la cetosis que provocan<sup>15,16</sup>. Estos estudios se han hecho en sujetos con sobrepeso con una dosis única de MCT de 26 g/día, es decir superior a la que se utiliza habitualmente, aumentando la saciedad y reduciendo la ingesta de alimentos durante un período de un día comparándose con un control de LCT, pero el breve periodo de administración y el no haberse incluido pacientes obesos en estos estudios puede haber afectado el resultado. En el contexto de pacientes con obesidad un estudio reciente sobre 15 sujetos con normopeso y 14 con obesidad leve (BMI 30,9 ± 3,9 kg/m<sup>2</sup>). observo una reducción del consumo de energía durante 48 h, en el grupo que recibió un desayuno con 26 g de MCT, comparado con aceite vegetal 20 g y CLA 6 g<sup>17</sup>.

Para el aceite de coco se ha sugerido un efecto saciante menos marcado<sup>15</sup>, lo que no es sorprendente considerando que contiene menos ácidos grasos MCT (56 %), que el MCT puro (86%). Además, la falta de similitud entre los resultados saciantes de MCT y el aceite de coco podría deberse a su diferente composición, ya que el principal MCFA que forma aceite de coco es el ácido láurico (48 %), mientras que el aceite MCT puro tiene un contenido muy bajo de este (1-3%).

La ingesta de aceite de coco ha fallado como una estrategia de pérdida de peso y no debe ser considerado como una estrategia de suplementación para aumentar la saciedad y/o termogénesis. Si uno desea incluir aceite de coco en la dieta, se sugiere un consumo limitado y dentro de las recomendaciones actuales de ingesta de ácidos grasos saturados, que son de hasta el 10% de la ingesta calórica total. Estos hallazgos no alteran las recomendaciones dietéticas actuales para reducir la ingesta de grasas saturadas en general, pero ponen de relieve la necesidad de una mayor investigación de las relaciones entre las diferentes grasas dietéticas y la salud.

### Sarcopenia

Son muy escasas las publicaciones sobre este tema, solo un estudio aleatorizado en 64 ancianos frágiles que recibieron LCT, MCT o un suplemento dietético con leucina, Vitamina D y MCT, sugiere que los MCT a dosis de 6 g/día podrían aumentar la fuerza muscular y la funcionalidad en esta población. El mecanismo propuesto es la

activación de la ghrelina por el ácido caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0), estimulándose de este modo la liberación de hormona de crecimiento<sup>18</sup>.

### Enfermedad de Alzheimer y otras enfermedades neurológicas

En condiciones fisiológicas normales el cerebro utiliza principalmente glucosa para la generación de ATP. Sin embargo, en situaciones en las que la glucosa es escasa, por ejemplo, durante el ayuno prolongado, los cuerpos cetónicos se convierten en una importante fuente de energía para el cerebro. La utilización por el cerebro de las cetonas parece depender principalmente de su concentración en la sangre, y algunas intervenciones dietéticas como las dietas cetogénicas con o sin ingestión de ácidos grasos cetogénicos MCFAs, se asocian con cambios significativos en el metabolismo cerebral y podría mejorar algunas enfermedades neurodegenerativas, como Alzheimer que se caracterizan por un deterioro del metabolismo de la glucosa del cerebro, que es un marcador precoz de esta enfermedad. La mayoría de los estudios clínicos que valoran el papel neuroprotector de los cuerpos cetónicos, se han realizado en pacientes con enfermedad de Alzheimer, donde los estudios de imagen cerebral apoyan su efecto en la mejoría del metabolismo energético cerebral. Estos efectos podrían estar también relacionados con los cambios metabólicos inducidos en algunos ácidos grasos como LysoPC, ácido oleico, linoleico y palmítico<sup>19,20</sup>.

Una revisión sistemática de 2018 que revisa la efectividad de las dietas cetogénicas en enfermedades neurodegenerativas concluye que es una terapéutica preliminar, aunque prometedora, y recoge algunos estudios clínicos con MCT y MCFAs<sup>21</sup>. El más amplio de los estudios es el de Henderson con 152 pacientes, que recibieron ácido caprílico (C:8) durante 90 días, observándose una mejoría cognitiva, que fue mayor en los que fueron APOE4 negativos. Basándose en este estudio se ha comercializado como *medical food* en EEUU para el manejo de pacientes con Alzheimer leve o moderado<sup>21</sup>. Otros estudios con dosis de MCT de 20-30 g/día, pero con menor tamaño muestral de 20-52 pacientes, también encontraron resultados similares.

Más recientemente un metanálisis de 2020 que incluye 12 estudios, sobre 422 participantes con

enfermedad de Alzheimer, sugiere que, en comparación con placebo, los MCT inducen una cetosis moderada con aumento de beta-hidroxibutirato, y mostraron una tendencia hacia la mejoría cognitiva<sup>22</sup>. También otro estudio doble ciego aleatorizado con placebo, en 53 pacientes con 17,3 g/día de MCT, sugiere un efecto positivo sobre la capacidad cognitiva en pacientes con Alzheimer leve a moderado con APOE4 negativo<sup>23</sup>.

Los MCT también se ha utilizado en otras enfermedades neurodegenerativas como enfermedad de Parkinson, con menor evidencia de su utilidad. La dieta cetogénica se ha sugerido como un tratamiento potencial para el trastorno del espectro autista, pero solo un ensayo no aleatorizado con dieta cetogénica sin gluten modificado con MCT suplementario en 15 niños de 2 a 17 años durante 3 meses, sugiere que mejoran las características principales del espectro<sup>24</sup>.

### Déficit enzimático en el sistema de carnitina

La carnitina es una enzima que se sintetiza en hígado y riñón y que es necesaria para la oxidación de los LCT en la mitocondria. En determinadas enfermedades con este déficit enzimático, los MCT están indicados, ya que se oxidan en la mitocondria por un sistema independiente de la carnitina, y son una opción terapéutica en el contexto de una dieta baja en grasas LCT.

### Abetalipoproteinemia

Esta enfermedad consiste en un déficit de una proteína necesaria para la formación de apolipoproteína B. Los pacientes tienen problemas en la absorción de las grasas debido a la incapacidad para formar quilomicrones y presentan anorexia, vómitos, diarrea y esteatorrea. El tratamiento dietético consiste en una reducción de la grasa dietética LCT a un 10% y su sustitución por MCT, que se absorben por un mecanismo independiente de los quilomicrones.

### Adrenoleucodistrofia

La adrenoleucodistrofia ligada al cromosoma X (ALD) es un trastorno hereditario del metabolismo peroxisomal, caracterizada por una inca-

pacidad para metabolizar los ácidos grasos de cadena muy larga (AGCML). El tratamiento dietético de esta enfermedad incluye una reducción dietética de los AGCML y la sustitución de la grasa de la dieta con Aceite de Lorenzo una mezcla de gliceriltrioléato (GTO) y gliceriltrierucato (GTE) en una proporción 4:1. También se ha empleado aceite MCT, para aumentar el valor calórico de la dieta, siendo necesario suplementarla por otra parte con ácidos grasos esenciales.

### Trastornos de la $\beta$ oxidación de los ácidos grasos

Los trastornos de la  $\beta$  oxidación de los ácidos grasos son metabolopatías que se caracterizan por hipoglucemia no cetósica, con mala tolerancia a los periodos de ayuno. El tratamiento dietético consiste en la reducción del aporte graso y aumento del de carbohidratos. Se restringen los LCT a menos del 10% del VCT y se sustituyen los AGCL y AGCML por MCT que no requieren del sistema de carnitina para entrar en la mitocondria y además son oxidados fácilmente. La cantidad a aportar de MCT es del 10-20% del valor calórico total de la dieta.

### Deficiencia de citrina

Es un trastorno metabólico con manifestaciones clínicas dependientes de la edad. Causa colestasis intrahepática neonatal (NICCD) y citrulinemia de tipo II de inicio en el adulto (CTLN2). Los pacientes con NICCD presentan colestasis intrahepática en el período neonatal y generalmente responden al tratamiento con suplemento de triglicéridos de cadena media (MCT) y fórmula restringida en lactosa. En la edad adulta, CTLN2 se desarrolla en menos de 10 % de los pacientes, que muestran encefalopatía hiperamoniémica<sup>25</sup>.

## >>USO CLÍNICO ACTUAL DE OTROS MÓDULOS: LCT

La nutrición enteral modular de los años 80-90 está actualmente muy restringida en su uso clínico, especialmente en adultos, por la aparición de múltiples fórmulas comercializadas que cubren un amplio espectro de situaciones clínicas, haciendo menos necesaria esta modalidad de Nutrición Enteral<sup>26,27</sup>. Existen varias opciones



**TABLA V. PREPARADOS COMERCIALES DE LCT Y OTROS MÓDULOS DE LÍPIDOS**

Nombre	Composición	Kcal/100 ml	Presentación
Módulo de Aceite GTO (Nutricia)	GTO (90% ácido oleico, trazas de AGCML)	819	500 ml
Módulo de Aceite GTE (Nutricia)	GTE (90-96,8% de ácido erúcico)	801	500 ml
Aceite de Lorenzo (Nutricia)	GTO y GTE 4:1	807	500 ml
Supracal (Nutricia)	LCT	450 kcal/g	Botella de 500 ml (emulsión)

Glicerol trioleato (GTO); glicerol trierucicato (GTE). AGCML: ácidos grasos de cadena muy larga.

comercializadas de módulos de LCT y ácidos grasos (tabla V) y la Asociación Americana de Nutrición Parenteral y Enteral (ASPEN) mantiene unas recomendaciones para su uso, orientadas principalmente a protocolos de seguridad, en su guía de nutrición enteral por sonda de 2017<sup>28</sup>, en la que se la indica principalmente en situaciones con problemas de tolerancia al líquido (pacientes pediátricos<sup>29</sup>; pacientes con insuficiencia renal o insuficiencia cardíaca), que podrían necesitar fórmulas base suplementadas con un macronutriente modular, para por ejemplo, aumentar las calorías sin añadir líquido adicional, y también en pacientes que requieren una restricción de proteínas, y que pueden beneficiarse de los módulos de carbohidratos, lípidos o fibra.

En la población adulta, estos productos modulares generalmente se administran directamente al paciente en cantidades prescritas y con directrices de administración específicas, pero su aplicación está limitada por la potencial interacción con la estabilidad de la mezcla, y también por el riesgo de contaminación por su mayor manipulación. Perry y col concluyeron que la adición de unidades modulares a un sistema de nutrición enteral abierto puede asociarse a riesgo de contaminación en entornos hipertérmicos<sup>30</sup>.

## >>CONCLUSIONES

Los módulos de grasa se emplean comúnmente como fuente de energía pero también sus efectos los hacen potencialmente útiles en determinadas enfermedades o situaciones metabólicas y de todos ellos los más utilizados con diferencia son

los MCT, principalmente en el contexto de las dietas limitadas en grasa LCT, permitiendo de este modo asegurar un aporte de energía adecuado, mejorar la absorción de vitaminas liposolubles y mejorar las características organolépticas de esta dieta, que de otro modo resulta muy poco apetecible.

A diferencia de los LCT, los MCT son fácilmente digeridos y absorbidos, y lo hacen de forma independiente del sistema linfático, lo que permite su utilización en situaciones de malabsorción intestinal y en trastornos del drenaje linfático como ascitis quillosa y quilotórax. Son una fuente de energía rápidamente disponible, pero como su oxidación produce gran cantidad de cuerpos cetónicos son significativamente cetogénicos, por lo que su uso está restringido en pacientes con riesgo de cetoacidosis y en cirrosis hepática. Pero precisamente esta propiedad de inducción de cetosis, los hace especialmente indicados en el contexto de dietas cetogénicas, utilizadas principalmente en epilepsia y recientemente también en enfermedades neurodegenerativas principalmente en Alzheimer leve moderado, aunque la evidencia que sustenta esta última indicación es débil. También se ha propuesto su uso en síndrome metabólico y en hiperlipemias basándose en su propiedad de suprimir la deposición de grasa, y también por su efecto saciante, sin embargo no existen suficientes estudios que sustenten esta indicación.

La dosis habitual de MCT es de 30-50 g/día, repartido en varias tomas de 10-20 ml. Su principal inconveniente además de su baja palatabilidad es que pueden provocar diarrea osmótica, por lo

que su administración deber realizarse de forma fraccionada y progresiva. Hay que recordar también que no deben de emplearse como única fuente de ácidos grasos, por no contener ácidos grasos esenciales.

Los preparados comerciales de MCT contienen principalmente MCFAs, ácido caprílico y cáprico y se obtienen a partir de aceites tropicales de

palma o coco, pero es importante diferenciar su composición del aceite de coco virgen, que se ha propuesto como nutracéutico en dislipemias. Pero para esta indicación, principalmente en nuestro entorno, tenemos otra alternativa para la prevención de enfermedad cardiovascular que es la dieta mediterránea y que se sustenta con estudios de una mayor evidencia científica que el aceite de coco virgen.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Greenberger NJ, Skillman TG. Medium-chain triglycerides. *N Engl J Med*. 1969 May; 280(19): 1045-58. doi: 10.1056/NEJM196905082801906. PMID: 4888178.
2. Virgili Casas N y Fisac Martínez C. Dietas controladas en triglicéridos de cadena larga y triglicéridos de cadena media. *Nutrición y dietética clínica*. Chp 37. Eds. Salas-Salvado J. Elsevier 2019.
3. Virgili Casas N y Burgos Peláez R. Quilotorax y ascitis quilosa. Dietas modificadas en triglicéridos de cadena larga y cadena media. *Dietoterapia, Nutrición Clínica, y Metabolismo*. Chp 20, pg 353. Eds De luis Román DA, Bellido Guerrero D, García Luna PP, Olveira Fuster G. Madrid .Aula Médica 2017.
4. Aoyama T, Nosaka N, Kasai M. Research on the nutritional characteristics of medium-chain fatty acids. *J Med Invest*. 2007 Aug; 54(3-4): 385-8. doi: 10.2152/jmi.54.385. PMID: 17878693.
5. Santos HO, Howell S, Earnest CP, Teixeira FJ. Coconut oil intake and its effects on the cardiometabolic profile - A structured literature review. *Prog Cardiovasc Dis*. 2019; 62(5): 436-443. doi: 10.1016/j.pcad.2019.11.001
6. Traul KA, Driedger A, Ingle DL, Nakhasi D. Review of the toxicologic properties of medium-chain triglycerides. *Food Chem Toxicol*. 2000 Jan; 38(1): 79-98. doi: 10.1016/s0278-6915(99)00106-4. PMID: 10685018.
7. Wallace TC. Health effects of coconut oil-a narrative review of current evidence. *J Am Coll Nutr*. 2019; 38(2): 97-107. doi: 10.1080/07315724.2018.1497562.
8. Narayanankutty A, Illam SP 2, Raghavamenon AC. Health impacts of different edible oils prepared from coconut (*Cocos nucifera*): A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology* 2018, 80; 1-7
9. Teng M, Zhao YJ, Khoo AL, Yeo TC, Yong QW, Lim BP. Impact of coconut oil consumption on cardiovascular health: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev*. 2020 Mar 1;78(3):249-259. doi: 10.1093/nutrit/nuz074. PMID: 31769848.
10. Neal EG, Chaffe H, Schwartz RH, Lawson MS, Edwards N, Fitzsimmons G, et al. A randomized trial of classical and medium-chain triglyceride ketogenic diets in the treatment of childhood epilepsy. *Epilepsia*. 2009 May; 50(5): 1109-17. doi: 10.1111/j.1528-1167.2008.01870.x. PMID: 19054400.
11. Nagao K, Yanagita T. Medium-chain fatty acids: functional lipids for the prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Pharmacol Res*. 2010 Mar;61(3):208-12. doi: 10.1016/j.phrs.2009.11.007. PMID: 19931617.
12. Han JR, Deng B, Sun J, Chen CG, Corkey BE, Kirkland JL, et al. Effects of dietary medium-chain triglyceride on weight loss and insulin sensitivity in a group of moderately overweight free-living type 2 diabetic Chinese subjects. *Metabolism* 2007; 56:985-91.
13. Khaw KT, Sharp SJ, Finikarides L, et al. Randomised trial of coconut oil, olive oil or butter on blood lipids and other cardiovascular risk factors in healthy men and women. *BMJ Open*. 2018 Mar; 8(3): e020167. doi:10.1136/bmjopen-2017-020167
14. Vijayakumar M, Vasudevan DM, Sundaram KR, Krishnan S, Vaidyanathan K, Nandakumar S, et al. A randomized study of coconut oil versus sunflower oil on cardiovascular risk factors in patients with stable coronary heart disease. *Indian Heart J*. 2016 Jul-Aug;68(4):498-506. doi: 10.1016/j.ihj.2015.10.384. PMID: 27543472; PMCID: PMC4990731.
15. Kinsella R, Maher T, Clegg ME. Coconut oil has less satiating properties than medium chain triglyceride oil. *Physiol Behav*. 2017 Oct 1; 179:422-426. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.07.007. PMID: 28689741.
16. St-Onge MP, Mayrsohn B, O'Keefe M, Kissileff HR, Choudhury AR, Laferrère B. Impact of medium and long chain triglycerides consumption on appetite and food intake in overweight men. *Eur J Clin Nutr*. 2014 Oct;68(10):1134-40. doi: 10.1038/ejcn.2014.145. PMID: 25074387; PMCID: PMC4192077.
17. Maher T, Deleuse M, Thondre S, Shafat A, Clegg ME. A comparison of the satiating properties of medium-chain triglycerides and conjugated linoleic acid in participants with healthy weight and overweight or obesity. *Eur J Nutr*. 2021 Feb; 60(1):203-215. doi: 10.1007/s00394-020-02235-y. PMID: 32248292.

18. Abe S, Ezaki O, Suzuki M. Medium-chain triglycerides (8:0 and 10:0) are promising nutrients for sarcopenia: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2019 Sep 1;110(3):652-665. doi: 10.1093/ajcn/nqz138. PMID: 31334544.
19. Chatterjee P, Fernando M, Fernando B, Dias CB, Shah T, Silva R et al. Potential of coconut oil and medium chain triglycerides in the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *Mech Ageing Dev.* 2020 Mar; 186:111209. doi: 10.1016/j.mad.2020.111209. PMID: 31953123.
20. Fernando WM, Martins IJ, Goozee KG, Brennan CS, Jayasena V, Martins RN. The role of dietary coconut for the prevention and treatment of Alzheimer's disease: potential mechanisms of action. *Br J Nutr.* 2015 Jul; 114(1):1-14. doi: 10.1017/S0007114515001452. PMID: 25997382.
21. Taylor MK, Swerdlow RH, Sullivan DK. Dietary Neuroketotherapeutics for Alzheimer's Disease: An Evidence Update and the Potential Role for Diet Quality. *Nutrients.* 2019 Aug 15;11(8):1910. doi: 10.3390/nu11081910. PMID: 31443216; PMCID: PMC6722814
22. Avgerinos KI, Egan JM, Mattson MP, Kapogiannis D. Medium Chain Triglycerides induce mild ketosis and may improve cognition in Alzheimer's disease. A systematic review and meta-analysis of human studies. *Ageing Res Rev.* 2020 Mar; 58:101001. doi: 10.1016/j.arr.2019.101001. PMID: 31870908; PMCID: PMC7050425.
23. Xu Q, Zhang Y, Zhang X, Liu L, Zhou B, Mo R, et al. Medium-chain triglycerides improved cognition and lipid metabolomics in mild to moderate Alzheimer's disease patients with APOE4-/-: A double-blind, randomized, placebo-controlled crossover trial. *Clin Nutr.* 2020 Jul;39(7):2092-2105. doi: 10.1016/j.clnu.2019.10.017. PMID: 31694759.
24. Lee RWY, Corley MJ, Pang A, Arakaki G, Abbott L, Nishimoto M, et al. A modified ketogenic gluten-free diet with MCT improves behavior in children with autism spectrum disorder. *Physiol Behav.* 2018 May 1; 188:205-211. doi: 10.1016/j.physbeh.2018.02.006. PMID: 29421589; PMCID: PMC5863039.
25. Hayasaka K, Numakura C. Adult-onset type II citrullinemia: Current insights and therapy. *Appl Clin Genet.* 2018 Dec; 11:163-170. doi: 10.2147/TACG.S162084
26. Wanden-Berghe C. Calidad, Innovación y Desarrollo tecnológico en nutrición enteral en el siglo XXI [Quality, Innovation and Technological Development in Enteral Nutrition in the XXI Century]. *Nutr Hosp.* 2015 May;31 Suppl 5:67-75. doi: 10.3305/nh.2015.31.sup5.9133
27. Gil Hernández Á. Innovación en la incorporación de macronutrientes en fórmulas de nutrición enteral [Innovation in the incorporation of macronutrients to enteral nutrition formulas]. *Nutr Hosp.* 2018; 35(Spec no2):4-12. doi: 10.20960/nh.1954
28. Boullata JI, Carrera AL, Harvey L, Escuro AA, Hudson L, Mays A, et al; ASPEN Safe Practices for Enteral Nutrition Therapy Task Force, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. ASPEN Safe Practices for Enteral Nutrition Therapy. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017 Jan; 41(1):15-103. doi: 10.1177/0148607116673053. PMID: 27815525.
29. Daly A, Evans S, Ashmore C, Chahal S, Santra S, MacDonald A. The challenge of nutritional profiling of a protein-free feed module for children on low protein tube feeds with organic acidaemias. *J Hum Nutr Diet.* 2017 Jun;30(3):292-301. doi: 10.1111/jhn.12455. PMID: 28294445.
30. Perry J, Stankorb SM, Salgueiro M. Microbial contamination of enteral feeding products in thermoneutral and hypothermal ICU environments. *Nutr Clin Pract.* 2015;30(1):128-133.