





Medizinische Voraussetzungen

von Prof. Dr. med. Werner Richter

Fettverdauung

Fette sind für den Körper lebensnotwendig. Sie werden durch die Nahrung zugeführt und von mehreren Organen auf unterschiedliche Weisen aufgenommen und verwertet.

Die normale Fettverdauung

Fett in der Nahrung ist nicht nur ein Energieträger. Es ist auch wichtig für verschiedene Körperfunktionen. So hat der Fettgehalt in der Nahrung Einfluss auf die Appetitregulation, die Aufnahme von fettlöslichen Vitaminen aus dem Darm und den Fettstoffwechsel.

Die Aufnahme von Fett in den menschlichen Körper und seine Verteilung zu den verschiedenen Geweben geschieht über komplizierte Mechanismen. Daran beteiligt sind

- verschiedene Enzyme
- Galle
- funktionierende Transportwege und
- Aufnahmestellen in die Leber

Schauen wir uns doch genauer an, was wir für die Fettaufnahme in den Körper brauchen.

Das meiste Fett essen wir in Form von Triglyceriden. Das sind chemische Verbindungen aus Glycerin und Fettsäuren. An ein Molekül Glycerin sind drei Fettsäuren gebunden, die Fachleute sprechen von »verestert«. Dabei gibt es verschiedenen lange Fettsäuren. Diese bestehen aus einer Kette von Kohlenstoffatomen, abgekürzt »C«. Ist diese Kette weniger als 6 C-Atome lang, werden sie als kurzkettig bezeichnet, haben sie 6 bis 10 C-Atome sind sie mittelkettig, sind sie länger, dann heißen sie langkettig.

Sind diese C-Atome mit jeweils einer einzigen Bindung verknüpft, sind es

gesättigte Fettsäuren, bei zwei Verknüpfungen zwischen zwei C-Atomen sind es ungesättigte Fettsäuren. Darunter sind die Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) und die Omega-3-Fettsäuren essenziell. Dies bedeutet, dass sie mit der Nahrung zugeführt werden müssen, da der Körper sie nicht selbst herstellen kann.

Im Mund

Kommt das Triglycerid in den Mund, dann beginnt bereits dort die Fettverdauung. Im hinteren Teil der Zunge, dem Zungengrund, finden sich kleine Drüsen, die ein fettspaltendes Enzym freisetzen, die sogenannte Zungengrundlipase. Lange hat man gerätselt, ob dieses Enzym eine wesentliche Bedeutung für die Fettverdauung hat. Seit einigen Jahren weiß man, dass es für bis zu 30 % der Fettverdauung verantwortlich ist.

Gut und lange kauen ist daher eine Voraussetzung für eine gut und vollständig funktionierende Fettverdauung. Und dieses Enzym hat eine wichtige Eigenschaft: Es funktioniert nicht nur in der neutralen Umgebung des Mundes, sondern wirkt weiter im sauren Magensaft und im basischen Dünndarmsaft. Sie kann also im gesamten Verdauungsweg Fettsäuren von Glycerin abspalten und so das Fett für die Aufnahme in die Dünndarmzelle vorbereiten.

Im Magen

Nach dem Hinunterschlucken landet das Fett im Magen. Dort wartet ein weiteres fettabbauendes Enzym, die Magenlipase. Sie wirkt aber nur im sauren Magensaft. Und der saure Magensaft kann auch noch zu Veränderungen am angedauten Fett führen, welche die Aufnahme ins Blut regulieren.

Die Einnahme von Säureblockern greift damit in gewisser Weise ungünstig in die Fettverdauung ein. Und der Magen hat noch eine wesentliche Aufgabe zu erfüllen: Er muss die Speiseanteile extrem verkleinern, damit die Enzyme im Dünndarm die Bestandteile auch komplett verdauen können. Diese Verkleinerung geschieht im Magenausgang, dem Pylorus. Dabei können Teilchen in der Größenordnung von 200 Milliardstel Meter erreicht werden, um die Verdauung geordnet und vollständig ablaufen zu lassen. Gutes Kauen erleichtert also dem Magen die Arbeit.

Im Dünndarm

Danach kommen die angedauten Fette in den Dünndarm. Zur weiteren optimalen Fettverdauung benötigt man nun Galle. Die dort enthaltenen Gallensäuren emulgieren das Fett, und die aus der Bauchspeicheldrüse kommende Lipase setzt die Verdauung fort. Und Sie erinnern sich: Auch die Lipase aus dem Mund wirkt weiter.

Jetzt muss man wissen, dass die innere Oberfläche des Dünndarms von einer dünnen Wasserschicht bedeckt ist. Grund dafür ist, dass der Körper dafür sorgen möchte, dass er von großen Mengen an Fett nicht maßlos überfordert wird. Er muss jetzt die Fettsäuren und die ange-dauten Triglyceride, die jetzt Monoglyceride heißen, in Partikel einbauen, die von einer Hülle von speziellen Fetten umgeben sind, den Phospholipiden, die auch ein wasserliebendes Ende aufweisen. Diese Phospholipide richten sich dann so aus, dass die wasserliebenden Enden nach außen gerichtet sind (Mizelle). Damit können die Fette dann die Wasserschicht auf den Dünndarmzellen durchdringen und so zur Zellmembran gelangen. Dort warten eine Reihe von Transportern, um die Fettbestandteile und die fettlöslichen Vitamine in die Dünndarmzellen aufzunehmen.

Um das gesamte Nahrungsfett aufnehmen zu können, benötigen wir die gesamte Länge des Dünndarms. Für Kohlenhydrate und Eiweiß reichen hingegen kürzere Darmabschnitte. Daher machen sich Probleme bei der Aufnahme von Nährstoffen zuerst in der Regel beim Fett bemerkbar.

In den Lymphen

Die Dünndarmzelle stellt dann gewisse Eiweiße zur Verfügung, mit deren Hilfe

neue Partikel gebildet werden, die Chylomikronen. Die Chylomikronen werden aber nicht direkt in das Blut abgegeben, sondern in die Lymphe. Die Lymphbahnen der verschiedenen Darmabschnitte laufen zusammen und bilden dann eine große Lymphbahn, den Ductus thoracicus. Diese Lymphbahn dringt in den Brustraum ein und mündet kurz vor dem Herzen in die untere Hohlvene.

Im Blut

Jetzt ist also das Fett im Blut in Form von Chylomikronen, aber keine Körperzelle kann damit etwas anfangen. Sie müssen erst zerkleinert werden, damit das Fett in die Leber, das Fettgewebe und die Muskulatur aufgenommen werden kann.

Dieser teilweise Abbau geschieht in den feinsten Blutgefäßen, den Kapillaren. Dort ragt ein Enzym aus der Wand, die Lipoproteinlipase. Diese packt die Chylomikronen und nagt Triglyceride heraus. Da sich die meisten Kapillaren in Fettgewebe und Muskulatur befinden, werden diese Triglyceride dann dem Fettgewebe und in kleinerem Anteil der Muskulatur zur Verfügung gestellt.

Bis zu 85 % des mit der Nahrung aufgenommenen Fetts werden über diesen Weg in das Fettgewebe aufgenommen, nur 15 % gehen den Weg direkt weiter zur Leber.

Komplexer Vorgang Fettaufnahme

Die Fettaufnahme in den Körper ist ein äußerst komplexer Vorgang. Dabei kann es eine Reihe von Fehlern geben, die es erfordern oder sinnvoll machen, entweder möglichst fettarm zu essen oder die eine oder andere fettarme Mahlzeit in den Speiseplan einzufügen.

In der Leber

Die Regulation des Zustroms von Fett zur Leber ist wichtig, kann diese doch nur eine bestimmte Menge an Fett pro Zeiteinheit verarbeiten. Ansonsten würde das Organ mit Fett überlastet und es entstünde eine Leberzellverfettung bis hin zur Fettleber, bei der mehr als 50 % der Leberzellen aus Fett bestehen. Das Fettgewebe speichert also das Fett zwischen und gibt in der Folge wohldosiert Fettsäuren in das Blut ab, die dann an ein Eiweiß, das Albumin, gebunden in erster Linie zur Leber gelangen.

In der Regel wird Ihnen Ihr Arzt bzw. Ihre Ärztin oder Ihr(e) Ernährungstherapeut(in) zur Behandlung der bei Ihnen vorliegenden Störung raten, auf eine fettarme Kost zurückzugreifen.

Die »andere« Fettverdauung

Es gibt aber noch einen anderen Weg, wie Fett in den Körper kommen kann. Dies gilt aber nicht für jedes Fett. Uns interessieren hier die mittelkettigen Fettsäuren.

Sie erinnern sich, das sind Fettsäuren mit 6 bis 10 C-Atomen. Sie werden auch in Form von Triglyceriden gegessen. Deswegen spricht man von mittelkettigen Triglyceriden, im Englischen *medium chain triglycerides* (MCT). Diese Fettsäuren sind entweder relativ gut (C6) oder zu einem kleinen Teil (C8 und C10) wasserlöslich.

In Magen und Dünndarm

Sie können schon im Magen aufgenommen werden. Dies geschieht aber auch im Dünndarm. Die Aufnahme in die Zellen des Magens oder des Dünndarms soll über Wasserkanäle erfolgen. Von dort werden sie direkt ins Blut abgegeben und kommen über die Pfortader, in der sich das Blut aus Magen und Darm sammelt, zur Leber. Dabei werden sie an ein Eiweiß gebunden, das Albumin. Im Gegensatz zur Aufnahme der langkettigen Fettsäuren aus dem Darm ist hier die Aufnahme in die Leber jedoch nicht reguliert. Das heißt, dass jede aufgenommene mittelkettige Fettsäure auch in der Leber ankommt.

Daher wäre es günstig, die MCT auf die verschiedenen Mahlzeiten zu verteilen und nicht die gesamte vorgesehene Menge auf einmal zu verzehren. Da die Leber eine bestimmte Kapazität zur Fettverbrennung und Freisetzung von Fett ins Blut hat, kann sich sicher jeder vorstellen, dass sie mit kleineren Mengen an MCT besser fertig wird als mit einer großen. Man gibt ihr damit mehr Zeit.

In der Leber

In der Leber angekommen, werden die mittelkettigen Fettsäuren bevorzugt für die Energiegewinnung eingesetzt. Dies bedeutet, dass nur wenige dieser Fettsäuren die Leber verlassen und im Fettgewebe gespeichert oder in der Muskulatur zur Energiegewinnung herangezogen werden. Diese Bevorzugung der mittelkettigen Fettsäuren in der Leber resultiert aber in einer Minderverbrennung der langkettigen Fettsäuren, die permanent, auch während des Essens, aus dem Fettgewebe in der Leber anfluten. Wenn diese nicht verbrannt werden, muss die Leber sie ausscheiden, sonst würde

sich ja eine Leberverfettung entwickeln. Und die Leber hat nur eine Möglichkeit, diese Fettsäuren loszuwerden, indem sie Fett-Eiweiß-Partikel bildet und diese in das Blut abgibt.

VLDL Diese Partikel heißen very low density lipoprotein (VLDL), bestehen bei Gesunden zu 55 % aus Triglyceriden und bestimmen die Konzentration der Triglyceride im Blut. Jetzt müssen wir uns aber vergegenwärtigen, dass Menschen eine unterschiedlich große Freisetzungskapazität für VLDL aus der Leber aufweisen können. Wenn diese überschritten wird, dann lagert sich das Fett in die Leberzellen ein.

Bevor daher größere Mengen an MCT verzehrt werden, sollte man durch eine Untersuchung der Blutfette ausschließen, dass eine geringe Freisetzungskapazität der VLDL vorliegt.

Eine solche Störung nennt man Hypobetalipoproteinämie, die immerhin 5 % der Bevölkerung betrifft. Während bei dieser

Fettzufuhr mit MCT regulieren

Bei der Verwendung von mittelkettigen Triglyceriden muss die Regulation der Fettbelastung der Leber also bewusst durch Sie stattfinden.

MCT langsam einführen

Werden sofort größere Mengen gegessen, kann es durch die dann deutlich mehr zur Verfügung stehende Energie zur Blutgefäßweiterstellung und damit zum Blutdruckabfall kommen.

Störung das Risiko für einen Herzinfarkt sehr niedrig ist, kann sich eben bei Überlastung der Leber eine Verfettung der Leberzellen und im ungünstigsten Fall daraus eine Leberzirrhose entwickeln.

Stoffwechselstörung ausschließen

Wenn aber eine Störung im Stoffwechsel der Triglyceride vorliegt, dann muss der Verzehr von MCT sorgfältig überlegt werden. Eine solche Störung weisen in Deutschland in unterschiedlicher Ausprägung etwa 70 % der Menschen auf. Sie kann genetisch oder durch Übergewicht bedingt sein, tritt aber auch dann auf, wenn z. B. ein Teil des Dünndarms entfernt werden musste. Da eine hohe Konzentration der Triglyceride auch akute Gesundheitsgefährdungen auslösen kann, wie z. B. eine Bauchspeicheldrüsenerkrankung oder eine Durchblutungsstörung des Dünndarms (mehr dazu im Kapitel »Einfluss des Lebensstils«, Seite 21), sollte man vor dem regelmäßigen Verzehr von größeren Mengen an MCT seine Triglyceridkonzentration im Blut kennen. Bei einer Konzentration über 300 mg/dl (3,41 mmol/l), oder wenn die Störung im Stoffwechsel der Triglyceride auch bei niedrigeren Konzentrationen ungünstig für das Herz ist, sollte vorsichtig agiert werden.

Fehlfunktion der Fettsäuretransporter?

Während für die Aufnahme von langkettigen Fettsäuren in die Zellen und die Zellkraftwerke, die Mitochondrien, spezi-

elle Transporter benötigt werden, ist dies bei den mittelkettigen Fettsäuren nicht der Fall. Wenn daher eine Fehlfunktion der Fettsäuretransporter vorliegt und damit die Energiegewinnung in den Zellen gering ist, kann durch die MCT dieser Defekt umgangen werden. Ein solcher Defekt macht sich in erster Linie durch eine chronische Müdigkeit bemerkbar. Wenn Sie daran leiden, sollten Sie vorsichtshalber mit einer geringen Menge an MCT beginnen, z. B. mit 1–2 g.

Auch um Durchfälle zu vermeiden, sollte mit einer kleinen Dosis an MCT begonnen werden und diese dann nach Verträglichkeit bis zum gewünschten Maß gesteigert werden.

Wie schon gesagt, auch mittelkettige Fettsäuren essen wir als Triglycerid. Um die Aufnahme der Fettsäuren zu ermöglichen, müssen diese daher erst vom Triglycerid abgespalten werden. Wir benötigen also auch beim Verzehr von MCT Lipasen. Wirksam sind hier zunächst die Zungengrundlipase und die Magenlipase.

Gründlich kauen

Gut und gründlich zu kauen, um viel Zungengrundlipase freizusetzen, ist daher auch hier eine wichtige Voraussetzung für die optimale Verdauung.

Diese spalten effektiv die Fettsäuren vom Glycerin ab.

Auch fehlende Magensäure durch Medikamente oder eine chronische Magenschleimhautentzündung können die komplette Freisetzung der Fettsäuren erschweren.

Fazit: Der große Unterschied der beiden Fettaufnahmewege liegt also darin, dass quasi jede mittelkettige Fettsäure in kurzer Zeit zur Leber kommt und dort verarbeitet werden muss, während unmittelbar nur ein relativ kleiner Anteil der langkettigen Fettsäuren die Leber erreicht. Hier dient das Fettgewebe quasi

als Zwischenspeicher. Die Aufnahme von MCT erfordert aber keine Galle, nicht unbedingt Pankreasenzyme, keine Chylomikronen und keine Lipoproteinlipase.

Aber man muss dem Darm Zeit und Gelegenheit geben, sich an die MCT zu gewöhnen. Denn wenn die Menge an MCT in der Mahlzeit zu groß ist, dann werden die mittelkettigen Fettsäuren doch auch in Chylomikronen eingebaut. Damit verliert man also den Vorteil bei der Aufnahme von Fett aus dem Darm. Und es kann zu Durchfällen, Blähungen und Bauchschmerzen kommen. Deshalb langsam anfangen und immer erst nach einigen Tagen die Menge erhöhen.

Was müssen wir beachten, wenn wir »fettfrei« essen?

Wie erwähnt, sind Fette für die Aufrechterhaltung einiger Körperfunktionen lebenswichtig. Daher gilt bei einer fettarmen Ernährung einiges zu beachten.

Gallensteinen vorbeugen

Die Gallenblase muss regelmäßig entleert werden, sonst dickt die Galle ein und es kommt zur Bildung von Gallensteinen. Mikrosteine in der Gallenblase kann man beim Fasten schon nach wenigen Tagen mit dem Ultraschall feststellen. Die Gallenblase entleert sich, wenn Fett in der Nahrung vorhanden ist. Die dafür notwendige minimale Menge an Fett liegt bei etwa 1,6 g. Es würde sich empfehlen, zumindest jeden zweiten oder dritten Tag ein klein wenig Fett in die Kost zu integrieren, um die Entleerung der Gallenblase auszulösen. Dies ist bei einer fettarmen Kost immer gewährleistet. Wenn das aber absolut nicht möglich ist, kann durch die regelmäßige Einnahme

von Ursodesoxycholsäure der Gallensteinbildung vorgebeugt werden.

Kaloriengehalt beachten

Eine fettarme Kost muss eine größere Menge an Kohlenhydraten und Eiweiß enthalten, um den Energiebedarf zu decken. Diese werden in der Leber in gewissem Umfang zur Fettneubildung eingesetzt, der Lipogenese. Dabei entsteht die gesättigte Fettsäure Palmitinsäure. Wenn das Fettgewebe zu etwa 30 % Palmitinsäure enthält, dann wird dabei die ebenfalls gesättigte Stearinsäure gebildet. Der Körper kann also selbst Fettsäuren herstellen. Nur zwei nicht, die mehrfach ungesättigte Linolsäure und Omega-3-Fettsäuren.