

Susanne Kühnl

Bioverfügbarkeit_ verschiedener Formen von Omega-3 Fettsäuren

Was wird am besten aufgenommen?

Omega-3 Fettsäuren sind nicht gleich Omega-3 Fettsäuren. Sie liegen in verschiedenen strukturellen Formen vor, und je nach Form werden sie auch vom Körper unterschiedlich behandelt und aufgenommen. Die Eigenschaft von Stoffen, vom Körper aufgenommen zu werden, nennt man Bioverfügbarkeit. Dieser Artikel soll einen Überblick über alle wissenswerten Aspekte dieses Themas geben.

Triglyceride – Phospholipide – Ethylester

In der Natur liegen Omega-3 Fettsäuren hauptsächlich als fettes Öl vor, wie auch im natürlichen Fischöl. Im Fischöl sind drei Fettsäuren an ein Molekül, das Glycerin, gebunden, weshalb diese klas-

sische Form auch Triglycerid genannt wird. Üblicherweise enthält ein solches Molekül verschiedene Fettsäuren. Sind Omega-3 Fettsäuren dabei, finden sie sich fast ausnahmslos in der Mitte des Moleküls, an Position 2 der drei Fettsäuren, während die anderen Positionen gesättigte Fettsäuren tragen (Bild 1).

Bei der Herstellung von marinen Omega-3-Konzentraten aus Fisch für den menschlichen Verzehr werden in einem Schritt die Fettsäuren von ihrem Verbindungsmolekül getrennt und erst später erneut zum Triglycerid verknüpft. Dabei ändert sich die Verteilung der Fettsäuren. Die Omega-3 Fettsäuren sind nicht mehr in der Mitte auf Position 2 zu finden, sondern an den Rändern des Moleküls, also auf den Positionen 1 und 3. Das wirkt sich positiv auf die Bioverfügbarkeit der Omega-3 Fettsäuren aus, wie wir später sehen werden. Nicht-konzentrier-



tes Fischöl unterläuft diesen Schritt üblicherweise nicht.

Eine weitere natürlich vorkommende Form von Omega-3 Fettsäuren sind die Phospholipide. Bei dieser Form ist eine Fettsäure-Bindestelle von einer phosphathaltigen Verbindung besetzt, so dass nur noch zwei Fettsäuren pro Molekül enthalten sind. [1]

Ethylester sind eine nicht-natürliche Form der Omega-3 Fettsäuren. Bei dieser Form sind zwei Fettsäuren an das Molekül Ethan-1,2-diol gebunden und es existiert dabei keine dritte Bindestelle. Diese Form ist in der EU bei der Verwendung in klassischen Lebensmitteln als Novel Food eingestuft worden, das genehmigungspflichtig ist. [2] Die Verwendung in Nahrungsergänzungsmitteln ist von der EU ohne Genehmigung erlaubt, wird jedoch von nationalen Vorschriften eingeschränkt. So werden beispielsweise in Deutschland Omega-3 Fettsäure-Ethylester von vielen Sachverständigen und Behörden als nicht zugelassener Zusatzstoff bewertet. Deshalb sind in Deutschland auch Nahrungsergänzungsmittel mit solchen Ethylestern in der Regel nicht verkehrsfähig.

In allen genannten Formen liegt ein Teil der Fettsäuren ungebunden vor, als sogenannte freie Fettsäuren. Diese freien Fettsäuren sind sehr anfällig für Oxidation und können zu Verdauungsbeschwerden führen. Sie sind deshalb in Lebensmitteln unerwünscht und die Hersteller versuchen, den Anteil an freien Fettsäuren in ihren Produkten möglichst gering zu halten.

Verdauungsprozess

Triglyceride und Ethylester werden auf komplexe Weise verdaut, was einen großen Einfluss auf die Bioverfügbarkeit hat. Zunächst werden sie durch die Be-

wegungen des Magens und des Dünndarms sehr fein verteilt. Dies ist außerordentlich wichtig, damit sie dann im Dünndarm von Gallensäuren umschlossen und so den Verdauungsenzymen zugänglich gemacht werden können. Die Verdauungsenzyme, Lipasen genannt, spalten nun bei den Triglycerid-Molekülen die Fettsäuren an den Randpositionen ab. Die Abspaltung der mittleren Fettsäure findet nur in geringem Umfang statt. Auch die Ethylester werden aufgespalten, jedoch sehr viel langsamer, was ihre Aufnahme in den Körper behindert. Die entstandenen Bruchstücke werden nun in die Saumzellen der Dünndarmwand aufgenommen. Dort werden sie wieder zu Triglyceriden zusammengesetzt und an Proteine gebunden. So können sie über die Lymphe und den Blutkreislauf zu allen Zellen des Körpers transportiert werden.

Verfügbarkeit für den Körper

Auf ein besonderes Phänomen der Bioverfügbarkeit soll speziell hingewiesen werden. Die marinen Omega-3 Fettsäure-Konzentrate haben im Vergleich zu den nicht-konzentrierten Fischölen eine Bioverfügbarkeit von 124% [3] und sind ihnen damit in doppelter Hinsicht überlegen. Sie enthalten mehr Omega-3 Fettsäuren, und diese liegen in einer besser verwertbaren Form vor. Als zu Grunde liegenden Mechanismus wird diskutiert, dass die ungesättigten Omega-3 Fettsäuren im natürlichen Fischöl fast ausschließlich in der Molekülmitte, an Position 2 zu finden sind. Für die menschlichen Verdauungsenzyme ist es aber kaum möglich, Fettsäuren von dieser Position abzuspalten. Die Aufnahme von Omega-3 Fettsäuren gelingt unserem Körper also besser, wenn die wertvollen Fettsäuren leicht aus den Molekülen freizusetzen sind. Das ist bei Fischöl-Konzentraten der Fall, weil dort die ungesättigten Fettsäuren zu zwei Dritteln an den Molekülrändern gebunden sind. [4]

Omega-3 Fettsäure Ethylester wurden in mehreren Studien mit natürlichem und aufgereinigtem Fischöl verglichen. [5-7] In drei Studien wurde als übereinstimmendes Ergebnis gefunden, dass die Triglyceride besser bioverfügbar sind als die Ethylester. Die Ethylester werden im Darm 10-50fach langsamer gespal-

ten als Triglyceride [8]. In der Untersuchung von Neubronner et al. konnte dieser Effekt sogar bis auf die Ebene der roten Blutkörperchen nachverfolgt werden. Bei der Messung des HS-Omega-3 Index® wurde bestimmt, wie viele der verzehrten Omega-3 Fettsäuren vom Körper erfolgreich in die Zellwände der roten Blutkörperchen eingebaut werden konnten. Die Studie von Reis et al. konnte 1990 keinen Unterschied in der Bioverfügbarkeit von Triglyceriden und Ethylestern feststellen. Heute wird diese Studie jedoch kritisiert, weil darin außergewöhnlich hohe Mengen an Omega-3 Fettsäuren eingesetzt wurden und die Dosierungen in den Probandengruppen nicht vergleichbar waren. Erst kürzlich wurde eine Studie veröffentlicht, in der es Hinweise dafür gab, dass Omega-3 Fettsäure Ethylester sogar den blutdrucksenkenden Effekt der anderen Omega-3 Fettsäure-Formen unterdrücken, also negative Effekte haben können. [9]

Omega-3 Fettsäuren in Form von Phospholipiden werden erst seit kurzer Zeit gewonnen, so dass die Bioverfügbarkeit im Vergleich zu den klassischen Triglyceriden noch nicht abschließend geklärt werden konnte. Es liegen Tierversuche vor, in denen die Phospholipide bessere Ergebnisse erzielten als die Triglyceride. Weil der Organismus vom Tier jedoch nicht identisch mit dem menschlichen ist, sind direkte Schlussfolgerungen für den Menschen immer problematisch. Omega-3 Fettsäuren als Triglyceride sind hauptsächlich als Fischölprodukte auf dem Markt, während Phospholipide überwiegend in Form von Krillöl zur Verfügung stehen. Von den drei Humanstudien, in denen bisher die Bioverfügbarkeit verglichen wurde, konnte nur in einer Studie ein besserer Wert für Krillöl gefunden werden. [10] Umstritten ist das Ergebnis jedoch, weil die Omega-3 Fettsäuredosis in der Fischöl-Gruppe und in der Krillöl-Gruppe nicht gleich war. Das gilt auch für die Studie, die keinen Unterschied in der Bioverfügbarkeit messen konnte. [11] Die letzte Studie konnte bei gleicher Dosis an Omega-3 Fettsäuren eine geringe Differenz in der Bioverfügbarkeit der beiden Formen feststellen, jedoch war der Vorteil des Krillöls so gering, dass er statistisch als nicht signifikant eingestuft wurde. [12] In einer Nachuntersuchung wurde festgestellt, dass die verwendeten Krillöl-Präparate einen höheren Anteil an freien Fettsäuren

enthielten als vom Hersteller angegeben. Diese könnten das Ergebnis zum Nachteil der Fischöle verfälscht haben. [4]

Bei der Betrachtung von Krillöl ist auch zu bedenken, dass es zwar damit beworben wird, Omega-3 Fettsäuren in Form von Phospholipiden zu enthalten, tatsächlich ist dies aber nur bis zu 40% der Fall. Die anderen 60% der Omega-3 Fettsäuren sind genau wie beim Fischöl als Triglycerid gebunden oder liegen als freie Fettsäuren vor. Dabei liegt der Preis für Krillöl bis zu zehnmal höher als für Fischöl. [13]

Außerdem sind die Gehalte an Omega-3 Fettsäuren bei Krillöl insgesamt deutlich niedriger als bei hochwertigen Fischölkonzentraten. Das führt dazu, dass man mit nur einer Kapsel konzentriertem Fischöl die empfohlene Tagesdosis an Omega-3 Fettsäuren aufnehmen kann, von Krillöl jedoch drei Kapseln nötig sind. In Summe bedeutet das, dass der Preis für die gleiche Menge an Omega-3 Fettsäuren bis zu 30-mal höher sein kann, wenn Krillöl verwendet wird.

Bedeutung

Omega-3 Fettsäuren tragen entscheidend zur Erhaltung der Gesundheit bei. Da sie unverzichtbare Bestandteile der Zellwände sind, beeinflussen sie den ganzen Körper. Omega-3 Fettsäuren erhalten nachweislich die Herzfunktion und einen normalen Cholesterinspiegel. Außerdem tragen sie bereits von der Entwicklung im Mutterleib an zur Entwicklung und Erhaltung der menschlichen Gehirnfunktion und Sehkraft bei. Um den Bedarf an Omega-3 Fettsäuren zu decken, wird empfohlen, zweimal wöchentlich fetten Seefisch zu verzehren, beispielsweise Sardine, Makrele, Lachs oder Hering. Sollte das nicht möglich sein, kann man dieses Defizit mit hochwertigen Nahrungsergänzungsmitteln ausgleichen. Dabei sollte jedoch beachtet werden, die Kapseln zusammen mit einer fetthaltigen Mahlzeit einzunehmen. Dann werden viele geeignete Verdauungsenzyme ausgeschüttet und die Omega-3 Fettsäuren können optimal aufgenommen werden. Menschen, die Obst, Müsli oder Marmeladenbrot frühstücken, nehmen Omega-3 Nahrungsergänzungsmittel am besten zur ihrer Hauptmahlzeit am Mittag oder am Abend ein.

natürliches Triglycerid mit zwei gesättigten Fettsäuren (orange) in den Positionen 1 und 3 und einer ungesättigten Fettsäure (grün) in Position 2	
Triglycerid nach Konzentrationsprozess mit zwei ungesättigten Fettsäuren (grün) in den Positionen 1 und 3 und einer gesättigten Fettsäure (orange) in Position 2	
Ethylester mit einer ungesättigten Fettsäure (grün) und einer gesättigten Fettsäure (orange) in gleichberechtigten Positionen	
Phospholipid mit einem phosphathaltigen Rest in Position 1 und einer gesättigten Fettsäure (orange) in den Positionen 1 und 3 sowie einer ungesättigten Fettsäure (grün) in Position 2	
freie Fettsäure liegt ungebunden vor	

Foto und Abbildung: Goerlich Pharma, Edling

Goerlich Pharma GmbH & Epax AS

Die Omega-3 Konzentrate von Epax AS sind durch nunmehr über 100 durchgeführte klinische Studien die am besten untersuchten marinen Omega-3 Produkte auf dem Markt. Basierend auf diesen umfangreichen klinischen Daten wurden verschiedene DHA/EPA Konzentrate entwickelt, die genau auf bestimmte Indikationsgebiete abgestimmt sind. Diese unterscheiden sich in ihren DHA- und EPA-Konzentrationen, aber auch in den Verhältnissen der beiden Fettsäuren. Einige der heute am gründlichsten erforschten Indikationsgebiete für marine Omega-3 Fettsäuren sind die Augengesundheit, Herzkreislauferkrankungen, die kognitive Leistungsfähigkeit und eine gesunde Kindesentwicklung. Auch die EFSA hat den gesundheitlichen Nutzen der Omega-3 Fettsäuren in diesen Bereichen in ausführlichen Gutachten unter die Lupe genommen und positiv bewertet.

Die Firma Goerlich Pharma, ein inhabergeführtes Unternehmen südöstlich von München, ist seit nunmehr 15 Jahren mit dem Unternehmen Epax AS verbunden und der exklusive Vertriebspartner für die Länder Deutschland, Österreich und die Schweiz. Goerlich Pharma ist ein kompetenter Full-Service-Partner nach dem „Alles aus einer Hand-Prinzip“ für die Realisierung der Produktideen, von der Formulierung bis hin zum verkaufsfertigen Endprodukt zu einem marktgerechten Preis-/Leistungsverhältnis.

Kontakt

Ausführliche Informationen zu den EPAX Omega-3 Konzentraten erhalten Sie bei der Goerlich Pharma GmbH.

Ihre Ansprechpartnerin:
Frau Bettina Steinbichl;
b.steinbichl@goerlich-pharma.com
www.goerlich-pharma.com

Referenzen

1. H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle: Lehrbuch der Lebensmittelchemie (2001) Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 5. Auflage
2. [http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/nfnweb/mod_search/index.cfm?](http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/nfnweb/mod_search/index.cfm?seqfce=299&verify=Ethyl+esters+%28concentrated+from+fish+oils%29%2C299&action=mod_search.details&fldProdNam=Ethyl+esters+%28concentrated+from+fish+oils%29#settings)

3. J. Dyerberg, P. Madsen, J. M. Møller, I. Aaredstrup, E. B. Schmidt: Bioavailability of marine n-3 fatty acid formulations (2010) Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids 83(3):137-141
4. C. von Schacky, P. Calder, A. Hahn, W. S. Harris, J. P. Schuchard: Omega-3 Fettsäuren und kardiovaskuläre Erkrankungen (2012) UNI-MED Verlag AG Bremen, 1. Auflage
5. J. B. Hansen, J. O. Olsen, L. Wilsgard, V. Lyngmo, B. Svensson: Comparative effects of prolonged intake of highly purified fish oil as ethyl ester or triglycerides on lipids, haemostasis and platelet function in normolipemic men (1993) Eur J Clin Nutr 47(7):497-507
6. J. Neubronner, J. P. Schuchardt, G. Kressel, M. Merkel, C. von Schacky, A. Hahn: Enhanced increase of omega-3 index in response to long-term n-3 fatty acid supplementation from triacylglycerides versus ethyl esters (2010) Eur J Clin Nutr 65(2):247-254
7. G. J. Reis, D. I. Silverman, T. M. Boucher, M. E. Sipperly, G. L. Horowitz, F. M. Sacks, R. C. Pasternak: Effects of two types of fish oil supplements on serum lipids and plasma phospholipid fatty acids in coronary artery disease (1990) Am J Cardiol 66(17):1171-1175
8. L. Y. Yang, A. Kuksis, J. J. Myher: Intestinal absorption of menhaden and rapeseed oils and their fatty acid methyl and ethyl esters in the rat (1990) Biochem Cell Biol 68(2):480-491
9. T. Hoshi, B. Wissuwa, Y. Tian, N. Tajima, R. Xu, M. Bauer, S. H. Heinemann, S. Hou: Omega-3 fatty acids lower blood pressure by directly activating large-conductance Ca²⁺-dependent K⁺ channels (2013) Pros Nat Acad Sci, published online ahead of print
10. K. C. Maki, M. S. Reeves, M. Farmer, M. Griinari, K. Berge, H. Vik, R. Hubacher, T. M. Rains: Krill oil supplementation increases plasma concentrations of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in overweight and obese men and women (2009) Nutr res 29:609-615
11. S. M. Ulven, B. Kirkhus, A. Lamglait, S. Basu, E. Elind, T. Haider, K. Berge, H. Vik, J. I. Petersen: Methabolic Effects of Krill Oil are Essentially Similar to Those of Fish Oil but at Lower Dose of EPA and DHA, in Healthy Volunteers (2011) Lipids 46: 37-46
12. J. P. Schuchardt, I. Schneider, H. Meyer, J. Neubronner, C. von Schacky, A. Hahn: Incorporation of EPA and DHA into plasma phospholipids in response to different omega-3 fatty acid formulations – a comparative bioavailability study of fish oil vs. krill oil (2011) Lipids Health Dis 10:145
13. http://www.nutraingredients.com/Research/Battle-of-the-omega-3-forms-Triglycerides-ethyl-esters-or-phospholipids/?utm_source=newsletter_custom_special_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%2BCustom%2BSpecial%2BNewslette&c=k4Pcl7wta0rSkfDsdT4P7qShown8bol

Autorin:
Susanne Kühnl ist Managerin Projekte und Entwicklung bei der Goerlich Pharma GmbH. Sie hat an der Technischen Universität München den Studiengang Lebensmittelchemie absolviert und schließt in Kürze an der Universität Innsbruck ihre Promotion über neue entzündungshemmende und immunmodulierende Naturstoffe ab.

Heiko Seyberth

Magnesiumcitrat

Pellets mit verzögerter Freisetzung



Foto: Constantin Yuganov; Fotolia.com

Magnesium erlebt momentan eine Renaissance und rückt mehr und mehr in den Fokus der Wissenschaft und der Verbraucher. Und das zu Recht. Bisher wurde Magnesium lediglich für Sportler und gegen Muskelkrämpfe propagiert, doch dieses Mineral kann viel mehr.

Magnesium ist ein essentieller Nährstoff, d.h. es ist für den menschlichen Organismus unentbehrlich und muss über die Nahrung aufgenommen werden. Der Körper eines Erwachsenen enthält etwa 20 g Magnesium, weshalb dieser Mineralstoff auch als Mengenelement bezeichnet wird. Über die Hälfte ist in den Knochen eingelagert, der größte Teil des Restbestands im Körpergewebe nur etwa 0,3 Prozent befinden sich im Serum. Der normale Magnesiumspiegel im Plasma

beträgt 0,73 bis 1,06 mmol/l. Der Tagesbedarf an Magnesium beträgt 300 – 400 mg Magnesiumionen pro Tag. Etwa 70% der deutschen Bevölkerung können ihren Tagesbedarf an Magnesium über die Nahrung decken.

Funktionen des

Magnesiums im menschlichen Körper

Magnesium dient als Cofaktor für mehr als 300 Enzyme in einer Vielzahl von biosynthetischen Prozessen und erfüllt dadurch vielfältige Funktionen. Ihm kommt eine bedeutende Rolle im Energiestoffwechsel, im Mineralstoffgleichgewicht sowie im Calciumstoffwechsel zu. Es ist an der Reizübertragung an

Muskelzellen und innerhalb des zentralen Nervensystems beteiligt, wie auch an der Synthese von Eiweiß und Nucleinsäuren (Bausteine der DNS) sowie dem Aufbau von Knochen und Zähnen.

Magnesium ist der Gegenspieler des Calciums und ein Zuviel an Calcium kann das Magnesium zurückdrängen.

Magnesium: Bedarf und Mangel

Generell ist Magnesium zwar in einer Vielzahl von Lebensmitteln enthalten, und der Tagesbedarf kann theoretisch auch über die normale Ernährung gedeckt werden. Der tägliche Bedarf an Magnesium wird auf 300 – 400 mg