

# Neue Fakten über Leinsamen

## Stoffwechsel von Alpha-Linolensäure

Von Dr. Diane H. Morris

Alpha-Linolensäure (ALA) ist die echte wesentliche Omega-3-Fettsäure und wird in der menschlichen Ernährung benötigt, weil unsere Körper sie nicht selbst herstellen können. ALA spielt eine wichtige Rolle in der Gesundheit des Menschen. Sie schwächt Entzündungen, welche mit vielen chronischen Krankheiten wie z.B. Herzerkrankungen, Schlaganfall und Krebs einhergehen. Sie wird in die Zellwände aufgenommen, fördert die Gesundheit von Blutgefäßen und wird in langkettige Omega-3-Fettsäuren umgewandelt. Junge Frauen scheinen mehr ALA in langkettige Omega-3-Fettsäuren umzuwandeln als Männer das tun, möglicherweise weil ihr Bedürfnis für Omega-3-Fettsäuren während der Schwangerschaft und Stillzeit höher ist. Die Wirksamkeit der ALA Umsetzung wird sowohl in Männern als auch in Frauen von der Ernährung bestimmt. Unsere Körper verwenden ALA und erzeugen Energie für Arbeit und Vergnügen und bauen Ketonkörper, die die Wahrnehmungsfähigkeit in älteren Menschen erhalten können. ALA wird in fetthaltigem Gewebe gespeichert um späteren Energiebedürfnissen entgegen kommen zu können.

Alpha-Linolensäure (ALA) macht ungefähr 57% der Gesamtfettsäuren in Leinsamen aus und macht Leinsamen somit zur reichhaltigsten ALA Quelle der Ernährung.<sup>1</sup> Die Abschnitte unten beschreiben den Stoffwechsel von ALA und deren Rolle in der menschlichen Gesundheit.

### ALA ist die echte wesentliche Omega-3-Fettsäure

ALA ist die ursprüngliche Zusammensetzung aller Omega-3-Fettsäuren. Sie muss in unserer Ernährung aufgenommen werden, weil unsere Körper sie nicht herstellen können.<sup>2</sup> In dieser Hinsicht ist ALA ein wesentlicher Nährstoff so wie z.B. Vitamin C und Kalzium.

### ALA ist wichtig für gute Gesundheit

ALA hat wichtige biologische Auswirkungen und unterstützt in die Vorbeugung und Behandlung von chronischen Krankheiten wie z.B. Herzerkrankungen, Schlaganfällen, Typ II Diabetes, Nierenkrankheit und bestimmten Krebsarten.<sup>1</sup> ALA schwächt Entzündungen, die oft mit chronischen Krankheiten einhergehen<sup>3</sup> und fördert die richtige Funktion von Blutgefäßen, und reduziert somit das Risiko von Herzinfarkt und Schlaganfall.<sup>4</sup>

ALA besteht aus 75-80% der Gesamt-Omega-3-Fettsäuren in Muttermilch, was dessen Bedeutung für Säuglingswachstum und -entwicklung hervorhebt.<sup>5,6</sup> ALA wird auch vom Nervensystem benötigt. Mangel an ALA

im Menschen verursacht vermindertes Wachstum, Taubheitsgefühl, Schmerzen in den Beinen, Schwierigkeiten beim Gehen und verschwommene Sicht.<sup>7</sup> Diese Mangelsymptome können durch das Hinzufügen von ALA zur Nahrung gelindert werden.<sup>1</sup>

### Stoffwechselumsetzung von ALA

ALA in Nahrungsmittel hat mehrere Möglichkeiten in der Stoffwechselumsetzung. Die Liste unten beschreibt, wie ALA im menschlichen Körper genutzt wird.

- **Erhöht den Omega-3-Fettgehalt von Zellwänden.** ALA wird in die Triglyceride und die Phospholipide von Zellwänden aufgenommen, wo sie beeinflusst, wie Nährstoffe von Zellen aufgenommen oder abgestossen werden und wie Zellen untereinander kommunizieren. Eine Studie zeigt, wie gesunde Männer, die 12 Wochen lang täglich ungefähr 2 Esslöffel Leinsamenöl zu sich nahmen, ihren ALA Gehalt um 225% erhöhten, sowie ihren Eikosapentaensäuregehalt (EPA-Gehalt) in den Wänden von roten Blutkörperchen um 150% erhöhten.<sup>8</sup> Eine Erhöhung von Omega-3-Gehalt von Zellwänden macht diese flexibler und verringert die Entzündungsgefahr.<sup>9</sup>
- **Wird in langkettige Omega-3-Fettsäuren umgewandelt.** ALA wird in langkettige Omega-3-Fettsäuren umgewandelt, insbesondere in EPA und Docosapentaensäure (DPA).<sup>10</sup>
- **Produziert Energie.** ALA macht eine  $\beta$ -Oxidation durch um Energie für Muskelarbeit, die Verdauung, die Atmung usw. zu produzieren. In Männern machen ungefähr 24-33% einer aufgenommenen Dosis ALA diese  $\beta$ -Oxidation durch, in Frauen liegt die Zahl bei 19-22%.<sup>1,10</sup>
- **Wird genutzt um Ketonkörper herzustellen.** Als Substrat für Ketogenese scheint ALA Linolensäure (einer Omega-6-Fettsäure) gegenüber bevorzugt zu werden – Ketogenese ist ein Prozess in dem Ketonkörper gebildet werden. Ketonkörper fungieren als alternative Energiequelle für das Gehirn während einer Fastenzeit oder wenn der Körper verhungert. Diese Funktion von ALA kann sich im Hinblick auf die gesunde Wahrnehmung in älteren Menschen als wichtig erweisen.<sup>11</sup>
- **Wird für zukünftige Energiebedürfnisse gespeichert.** ALA wird in fetthaltigem Gewebe gespeichert, wo sie als Energiereserve dient. Frauen speichern durch ihre größere Fettmasse mehr ALA in ihrem fetthaltigen Gewebe als Männer.<sup>12</sup>



## ALA Stoffwechsel

Das Diagramm zeigt Stoffwechselwege von Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren. Die folgende Erörterung richtet ihre Aufmerksamkeit auf die Omega-3-Gruppe der Fettsäuren.

**Entsättigung und Verlängerung.** ALA wird durch eine Serie von sich abwechselnden Entsättigungen und Verlängerungen in langkettige Fettsäuren umgewandelt. Die Entsättigung fügt durch den Entzug von Wasserstoff eine Doppelbindung hinzu, die Verlängerungen geben zwei Kohlenstoffatome bei.

Eine tiefergehende Erörterung des Stoffwechsels von Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie Information über ihre Rollen bzgl. der Gesundheit des Menschen können Sie im Buch *Flax-A Health and Nutrition Primer* beim Flax Council of Canada finden. Das Buch ist auf der Website des Councils unter [www.flaxcouncil.ca](http://www.flaxcouncil.ca) erhältlich.

Der erste Schritt im ALA Stoffwechsel ist die Entsättigung, die durch Delta-6-Entsättigung katalysiert wird. Dieser Schritt wird als rateneinschränkend eingestuft, denn er wird am meisten von Nährstoff-, Hormon- und Stoffwechselfaktoren beeinflusst.<sup>13</sup>

Die Entsättigungs- und Verlängerungsschritte finden im Endoplasmatischen Retikulum der Zelle statt. Die Entsättigungsschritte sind meist langsam, die Verlängerungsschritte dagegen recht schnell. Aus diesem Grund ist die Gewebekonzentration von fettartigen Säuren generell niedrig, denn sie wird langsam durch die Entsättigung gebildet und dann schnell in andere Metaboliten verlängert.<sup>14</sup>

**Konkurrenz zwischen den Fettsäuregruppen.** Säugetiere können Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren nicht ineinander umwandeln. Das heißt, Omega-3-Fettsäuren können nicht zu Omega-6-Fettsäuren werden und umgekehrt. Überdies hinaus gibt es einen Konkurrenzkampf zwischen den beiden Gruppen. Ein Überschuss einer Gruppe von Fettsäuren kann die Verarbeitung der anderen behindern und deren Konzentration im Gewebe und die biologischen Auswirkungen verändern.<sup>14</sup>

**Wirkungsgrad der Umwandlung von ALA.** Schätzungen der Umwandlung von ALA in EPA bewegen sich zwischen 0,2% bis 8%,<sup>12,15</sup> wobei junge Frauen eine Umwandlungsrate von bis zu 21% aufzeigen.<sup>16</sup> Die Umwandlung von ALA in DPA wird auf 0,13% bis 6%<sup>10</sup> geschätzt, wobei Frauen zur höheren Umwandlungsrate tendieren (6%).<sup>16</sup>

ALA Umwandlung in DHA scheint auf Menschen begrenzt zu sein; die meisten Studien zeigen eine Umwandlungsrate

von ungefähr 0,05%,<sup>10,17</sup> obwohl eine Studie eine Rate von 4% meldet.<sup>18</sup> Auch hier scheinen junge Frauen mehr ALA in DHA umzuwandeln als Männer das tun – bis zu 9% der aufgenommenen ALA kann in jungen Frauen in DHA umgewandelt werden.<sup>16</sup>

## Faktoren, die die ALA Umwandlung beeinflussen

Verschiedene Faktoren beeinflussen die Umwandlungsrate von ALA. Eine innovative Reagenzglasstudie von menschlichen Brustzellen fand, dass weniger ALA in EPA und DHA umgewandelt wurde, wenn Zigarettenrauch in den Wachstumsstoff eingeblasen wurde; das Enzym, das am meisten von der Zigarettenrauchkonzentration betroffen war, war Delta-5-Desaturase.<sup>19</sup> Zwei weitere Faktoren, die die ALA Umwandlung beeinflussen – Geschlecht und Ernährung – werden unten beschrieben.

**Geschlecht.** Junge Frauen wandeln mehr ALA in langkettige Omega-3-Fettsäuren um, möglicherweise weil ihr besonderes Hormonprofil sie empfindlicher auf Ernährung reagieren lässt, als das bei Männern der Fall ist. Ihre bessere Fähigkeit, ALA in DHA umzuwandeln ist unter Umständen während der Schwangerschaft und Stillzeit von Wichtigkeit.<sup>20,21</sup>

**Ernährung.** Eine Ernährung, die reichhaltig an Linolensäuren ist, senkt die ALA Umwandlung um mehr als 40%.<sup>18</sup> Eine schwangere Frau mit hoher Aufnahme von Linolensäuren senkt die EPA- und DHA-Spiegel im Nabelschnurplasma, was reduzierte ALA Umwandlung nahe legt und damit die Verfügbarkeit von Omega-3-Säuren für den heranwachsenden Fötus.<sup>22</sup> Gesättigte Fette, Ölsäuren, Transfettsäuren und Cholesterin in Nahrungsmitteln behindern die ALA Entsättigung und Verlängerung. Hohe Aufnahme von EPA und DHA – sogar von ALA selbst – kann die Umwandlungsrate vermindern.<sup>13</sup>

## ALA Stoffwechsel: Was nun erforderlich ist

Die Tatsache, dass die ALA Umwandlung in EPA, DPA und DHA vom Geschlecht, vom Rauchen und der Ernährung beeinflusst werden, legt nahe, dass sich die Menschen in ihrer Stoffwechselkapazität für ALA Umwandlung unterscheiden. Eindeutig ist die ALA Umwandlung komplexer als ursprünglich angenommen wurde. Weitere Studien sind vonnöten um die Rollen von ALA in menschlicher Gesundheit zu ermitteln und Ernährungs- und Lebensstilmuster zu bestimmen, die die ALA Umwandlung in langkettige Omega-3-Fettsäuren verbessern.

## Literaturhinweise

1. Morris DH. *Flax – A Health and Nutrition Primer*. Winnipeg, MB: Flax Council of Canada, 2007.
2. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes, Part I*. Washington, DC: National Academies Press, 2002, pp. 8-1 – 8-97.
3. Licastro F, et al. *Immunity Aging* 2005;2: 8. doi: 10.1186/1742-4933-2-8.
4. Nestel PJ, et al. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 1997;17: 1163-1170.
5. Ratnayake WMN, Chen Z-Y. *Lipids.* 1996;31: S279-S282.
6. Innis SM. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(suppl): 238S-244S.
7. Holman RT, et al. *Am J Clin Nutr.* 1982;35: 617-623.
8. Wilkinson P, et al. *Atherosclerosis.* 2005;181:115-124.
9. Zhao G, et al. *Am J Clin Nutr.* 2007;85: 385-391.
10. Burdge GC. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2006;75: 161-168.
11. Freemantle E, et al. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2006; 75: 213-220.
12. Burdge GC, Calder PC. *Reprod Nutr Dev.* 2005;45: 581-597.
13. Cunnane SC. In: *Flaxseed in Human Nutrition*, 2nd ed. Thompson LU, Cunnane SC, eds. Champaign, IL: AOCS Press, 2003, pp. 63-91.
14. Horrobin DF, Manku MS. In: *Omega-6 Essential Fatty Acids*. Horrobin DF, ed. New York, NY: Alan R. Liss, 1990, pp. 21-53.
15. Burdge GC, et al. *Br J Nutr.* 2002;88: 355-363.
16. Burdge GC, Wootton SA. *Br J Nutr.* 2002;88: 411-420.
17. Pawlosky RJ, et al. *J Lipid Res.* 2001;42: 1257-1265.
18. Emken EA, et al. *Biochim Biophys Acta* 1994;1213: 277-288.
19. Marangoni F, et al. *Lipids* 2004;39: 633-637.
20. Pawlosky R, et al. (letter) *Br J Nutr.* 2003;90:993-995.
21. Burdge G. (letter) *Br J Nutr.* 2003;90:994-995.
22. Al MDM, et al. *J Am Coll Nutr.* 1996;15:49-55.