

# 奇亚籽新知

## α-亚麻酸的新陈代谢

Diane H. Morris 博士

α-亚麻酸 (简称 ALA) 是真正必需的 Ω-3 (欧米伽-3) 脂肪酸。因为人体自身不能合成 ALA，所以它在我们的日常饮食中是必需的。ALA 对人体健康有重要作用，它可以抑制炎症，而心脏病、中风和癌症等许多慢性病的症状之一就是发炎。它是细胞膜的组成部分，能够促进血管健康，并可转化成长链 Ω-3 脂肪酸。与男性相比，年轻女性似乎能够把更多的 ALA 转化成长链 Ω-3 脂肪酸，这或许是因为年轻女性在怀孕和哺乳期需要更多 Ω-3 脂肪。男性和女性的 ALA 转化率都会受到饮食的影响。人

体使用 ALA 产生供工作和运动所需的能量并形成酮体，酮体能帮助老年人保持认知力。剩余的 ALA 储存在人体脂肪组织中，供未来能量之需。

亚麻中脂肪酸总量的大约 57% 是 α-亚麻酸 (ALA)，因此亚麻是饮食中 ALA 最主要的来源之一。<sup>1</sup> 文章接下来对 ALA 的新陈代谢及其对人体健康的作用进行阐述。

### ALA 是真正必需的 Ω-3 脂肪酸

ALA 是 Ω-3 族脂肪酸的母体化合物，因为它不能被人体自身合成，所以人们必须从饮食中获得 ALA。<sup>2</sup> 在这一点上，ALA 与维生素 C 和钙一样都是必需的营养物质。

### 良好的健康需要 ALA

ALA 具有重要的生物学作用，有助于预防和控制多种慢性病，例如心脏病、中风、II 型糖尿病、肾病以及某些癌症。<sup>1</sup> ALA 可以抑制炎症，而炎症是许多慢性病的特征之一。<sup>3</sup> ALA 还可以促进血管的正常机能，从而降低心脏病和中风的风险。<sup>4</sup>

母乳中 Ω-3 脂肪酸总量的 75% - 80% 是 ALA，它在婴幼儿的生长发育中起重要作用。<sup>5,6</sup> 维持神经系统的正常机能也需要 ALA。人体缺乏 ALA 会导致发育不良、麻木、腿痛、行走困难和视力模糊。<sup>7</sup> 通过在饮食中添加 ALA 可以改善这些营养缺乏症状。<sup>1</sup>

### ALA 的代谢去向

饮食中的 ALA 有以下几种代谢去向，下面对人体如何利用 ALA 作了描述。

- **增加细胞膜中 Ω-3 脂肪含量。** ALA 被转化成细胞膜中的甘油三酸酯和磷脂，从而对营养物质如何进出细胞以及细胞之间如何交换营养物质产生影响。一项研究显示，健康男性连续<sup>12</sup>周每天食用大约<sup>2</sup>汤匙亚麻油，他们红血球细胞膜中的 ALA 含量会增加 225%，二十碳五烯酸 (简称 EPA) 的含量会增加 150%。<sup>8</sup> 细胞膜中 Ω-3 脂肪含量增加可以增加他们的柔韧性并减少炎症。<sup>9</sup>
- **被转化为长链 Ω-3 脂肪酸。** ALA 被转化为长链 Ω-3 脂肪酸，特别是 EPA 和二十二碳五烯酸 (简称 DPA)。<sup>10</sup>
  - **产生能量。** ALA 经过 β 氧化为肌肉运动、食物消化和呼吸等生理机能提供能量。男性 ALA 摄入量的 24% - 33% 发生 β 氧化，女性则是 19% - 22%。<sup>1,10</sup>
- **用来制造酮体。** 与亚油酸 (一种 Ω-6 脂肪酸) 相比，ALA 似乎被首选用作生酮作用 (制造酮体的过程) 的底物。酮体是饥饿或者禁食状态下大脑的替代能量来源。ALA 的这一功能或许对老年人保持健康的认知能力非常重要。<sup>11</sup>
- **被储存起来供未来能量之需。** ALA 被储存在脂肪组织中作为能量储备来源。因为女性比男性的身体脂肪含量多，所以她们的脂肪组织中也储存了更多的 ALA。<sup>12</sup>

## ALA 的新陈代谢

下图显示了  $\Omega$ -3 和  $\Omega$ -6 脂肪酸的代谢途径。接下来主要讨论  $\Omega$ -3 族脂肪酸的新陈代谢。

**脱饱和和延长。**ALA 经过一系列交互脱饱和和延长作用被转化为长链脂肪酸。脱饱和作用去掉氢增加一个双键，而延长作用则增加两个碳原子。

关于  $\Omega$ -3 和  $\Omega$ -6 脂肪酸新陈代谢的更深入的讨论，以及它们在人体健康中的作用，请参阅加拿大亚麻协会的《亚麻-健康营养佳品》(Flax – A Health and Nutrition Primer) 一书。访问该协会网站 [www.flaxcouncil.ca](http://www.flaxcouncil.ca) 可浏览此书。

ALA 新陈代谢的第一步是在  $\delta$ -6-去饱和转化酵素 (delta-

6-desaturase) 催化作用下的脱饱和。这一步被认为是限速的，因为它主要受营养、激素和代谢因素的影响。<sup>13</sup>

脱饱和和延长作用都是在细胞的内质网上发生的。脱饱和作用进行地慢，而延长作用进行地快。因此硬脂酸的组织浓度较低，因为通过脱饱和作用形成硬脂酸的速度慢，之后硬脂酸很快会发生延长作用，被转化为其他代谢产物。<sup>14</sup>

**$\Omega$ -3 和  $\Omega$ -6 族脂肪酸之间的竞争。**哺乳动物体内的  $\Omega$ -3 和  $\Omega$ -6 脂肪酸不能相互转化。也就是说， $\Omega$ -3 脂肪酸不能变成  $\Omega$ -6 脂肪酸， $\Omega$ -6 脂肪酸也不能变成  $\Omega$ -3 脂肪酸。而且两族脂肪酸之间还存在竞争。当其中一族脂肪酸过量时，会影响另一族脂肪酸的新陈代谢，改变它们在组织中的浓度和生物学作用。<sup>14</sup>

**ALA 的转化效率。**据估计，ALA 到 EPA 的转化率为 0.2% - 8%，<sup>12,15</sup> 对年轻女性来说这一转化率可达 21%。<sup>16</sup> 据估计，ALA 到 DPA 的转化率为 0.13% - 6%，<sup>10</sup>

对女性来说这一转化率最高可达 6%。<sup>16</sup>

ALA 到 DHA 的转化在人体中似乎很有限，多数研究表明其转化率大约只有 0.05%，<sup>10,17</sup> 尽管有一项研究得到的数字是 4%。<sup>18</sup> 同样，与男性相比，年轻女性似乎能够把更多的 ALA 转化为 DHA，她们最多能够把摄入的 ALA 的 9% 转化为 DHA。<sup>16</sup>

**影响 ALA 转化率的因素** 多种因素都会对 ALA 的转化率产生影响。一项对人体乳房细胞进行的创新试管研究发现，当培养基被注入香烟烟气时，A

浓度影响最大的酶是  $\delta$ -5-去饱和转化酵素。<sup>19</sup> 下面讨论另外两个影响 ALA 转化率的因素—性别和饮食

**性别。**年轻女性能够把更多的 ALA 转化成长链  $\Omega$ -3 脂肪酸，这或许是因为独特的激素特点使她们比男性对饮食更敏感。她们在把 ALA 转化为 DHA 方面有更强的能力，这一点在怀孕和哺乳期非常重要。<sup>20,21</sup>

**饮食。**富含亚油酸的饮食会降低 ALA 的转化率多达 40%。<sup>18</sup> 母体摄入过多亚油酸会降低脐血中的 EPA 和 DHA 水平，也就是说会降低 ALA 的转化率，从而发育中的胎儿可获得的  $\Omega$ -3 脂肪酸减少。<sup>22</sup> 饱和脂肪、油酸、反式脂肪酸和膳食胆固醇会影响 ALA 的脱饱和和延长作用。EPA 和 DHA 的摄入量过多，甚至 ALA 本身的摄入量过多，都会降低 ALA 的转化率。<sup>13</sup>

## ALA 的新陈代谢：现在需要做什么？

ALA 转化为 EPA、DPA 和 DHA 的转化率会受到性别、吸烟和饮食等因素的影响，这一事实表明不同人对 ALA 进行转化的新陈代谢能力是不同的。显然，ALA 的转化问题比原先认为的要复杂的多。需要进行更多的研究，发现 ALA 对人体健康的其他作用，并确定能够增加 ALA 到长链  $\Omega$ -3 脂肪酸的转化率的饮食模式和生活方式。

## 参考文献

1. Morris DH. 2007 年，《亚麻—健康营养佳品》，加拿大亚麻协会，Winnipeg, MB。
2. 美国医学研究所，2002 年，《饮食参考摄入量》(第一部)，8-1--8-97 页，美国国家学术出版社，华盛顿特区。
3. Licastro F 等，2005 年，《免疫衰老》，2: 8. doi: 10.1186/1742-4933-2-8。
4. Nestel PJ 等，1997 年，Arterioscler Thromb Vasc Biol 第 17 卷，1163-1170 页。
5. Ratnayake WMN, Chen Z-Y. 1996 年，《脂肪》第 31 卷，279-282 页。
6. Innis SM. 2000 年，《美国临床营养学》第 71 卷(增刊)，238-244 页。
7. Holman RT 等，1982 年，《美国临床营养学》第 35 卷，617-623 页。
8. Wilkinson P 等，2005 年，《动脉硬化》第 181 期，115 - 124 页。
9. Zhao G 等，2007 年，《美国临床营养学》第 85 卷，385-391 页。
10. Burdge GC, 2006 年，Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids，第 75 期，161-168 页。
11. Freemantle E 等，2006 年，Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids，第 75 期，213-220 页。
12. Burdge GC 和 Calder PC. 2005 年，《繁殖、营养、发育》第 45 期，581-597 页。
13. Cunnane SC. 2003 年，《亚麻籽与人类营养》(第二版)，63-91 页，Thompson LU 和 Cunnane SC 编辑，Champaign, IL: AOCS 出版社。
14. Horrobin DF 和 Manku MS. 1990 年，《 $\Omega$ -6 必需脂肪酸》，21-53 页，Horrobin DF 编辑，New York, NY: Alan R. Liss。
15. Burdge GC 等，2002 年，《英国营养学杂志》第 88 期，355-363 页。
16. Burdge GC 和 Wootton SA. 2002 年，《英国营养学杂志》第 88 期，411-420 页。
17. Pawlosky RJ 等，2001 年，《脂研究期刊》第 42 期，1257-1265 页。
18. Emken EA 等，1994 年，《生物化学与生物物理学报》第 1213 期，277-288 页。
19. Marangoni F 等，2004 年，《脂》第 39 卷，633-637 页。
20. Pawlosky R 等，2002 年，(信)《英国营养学杂志》第 90 期，993-995 页。
21. Burdge G. 2003 年，(信)《英国营养学杂志》第 90 期，994-995 页。
22. Al MDM 等，1996 年，《美国营养学会会刊》第 15 期，49-55 页。