

鱼油对幼鼠血清总脂、总胆固醇及组织脂肪酸组成的影响*

周德权

(浙江省医学科学院, 杭州 310013)

黄志斌

(上海水产大学, 200090)

摘要 本实验是选用雌雄两性的幼鼠,按随机区组法分成三组,分别在基础饲料中添加豆油、鱼油和鱼油浓缩物。喂养4周后,发现喂鱼油和鱼油浓缩物的两组幼鼠血清总脂和总胆固醇含量低于喂豆油组的($P < 0.05$)。脂肪酸分析表明:喂鱼油及喂鱼油浓缩物组幼鼠的脑、肝、脾和肾组织的二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)明显比喂豆油组的高。相反,喂豆油组的花生四烯酸和二十二碳四烯酸却比喂鱼油及喂鱼油浓缩物组的高。三组的体重增长率、血清总蛋白、碱性磷酸酶及脏器比都没有显著差异($P > 0.05$)。

关键词 鱼油,多不饱和脂肪酸,二十碳五烯酸(EPA),二十二碳六烯酸(DHA)

鱼油,过去除了鱼肝油作为药用油之外,大量的鱼体油都作为工业用油廉价处理掉了,国外尚利用一部分经过氢化后制成人造奶油,国内则主要供给制革厂作为皮革上光剂,经济效益很低。自从发现鱼油中含有的EPA和DHA具有一系列特殊生理活性之后,鱼油身价大增,目前富含EPA和DHA的药物、食品添加剂和饲料添加剂不断问世^[9]。七十年代国外兴起的“鱼油热”研究至今方兴未艾。本研究旨在通过实验揭示鱼油在防治心血管病和优生优育方面具有的潜在发展前景,为在我国开发利用鱼油做些基础工作。

早在六十年代就出现了用鱼油或鱼油脂肪酸制成的丸剂用于心脏病的防治^[8,21]。至七十年代才发现鱼油中的EPA和DHA是防治心血管病的主要有效成分^[20],由于此种脂肪酸能降低血脂和胆固醇^[18],抑制血小板的凝聚^[8,10],并具有增强红细胞的可塑性、降低血液粘滞性,在医学上可用来防治脑血栓、动脉粥样硬化、心肌梗塞和高血压等^[8,14]。1986年黄志斌在美国罗德岛大学将鱼油中的EPA和DHA转移到鸡蛋中的研究,也是为了抑制蛋黄中胆固醇对人体的不良影响^[22]。此外,富含EPA和DHA的鱼油及其制剂已在临床用于抗炎、抗癌^[15]。一项饶有兴趣的研究结果是DHA能促进动物的智力发育。至于EPA和DHA能提高鱼类的生长发育,已是水产养殖业界周知的事实^[9]。

* 本实验得到上海市儿童医院营养研究室黄令玲、夏颖伟、张雷、查建忠同志的支持和协助,特此致谢。
收稿年月:1992年1月;同年4月修改。

材 料 与 方 法

(1) 动物与饲喂方法

选择雌雄两性的 SD(Sprague Dawley) 系列断乳大白鼠各 21 只, 体重为 80 ± 10 克, 分笼饲养, 自由摄取饲料与水。适应期为 1 周, 饲养室的温度为 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 湿度为 $75 \pm 5\%$, 光照为自然光。分三组饲养, A 组为豆油组, B 组为鱼油组, C 组为鱼油浓缩物组。

(2) 基础饲料

表 1 基础饲料配方

Table 1 Composition of basal diet

成分	麦粉	玉米粉	豆饼粉	麸皮	脱脂鱼粉	酵母	食盐	碳酸钙	核黄素	V _{AD} 剂	V _B	不同油脂
添加量(g)	3074	941	941	314	628	87.6	63	63	0.068	4.8	1.0	58.1

(3) 鱼油及其浓缩物

本实验所用的鱼油是由舟山水产食品厂提供、从日本进口的远东拟沙丁鱼鱼油。浓缩物由本实验室用低温溶剂结晶法制备。

为防止饲料中油脂的氧化, 每隔一周重新配制饲料, 同时添加抗氧化剂 Vit. E。经测定饲料中油脂的过氧化值不超过规定的范围^[4]。

表 2 饲料脂质的过氧化值(%)

Table 2 Peroxide value of lipids from diets (%)

饲料组别	A 组	B 组	C 组
过氧化值	0.13	0.12	0.10

不同油脂添加到基础饲料后, 分析其脂肪酸组成如表 3 所示。

表 3 饲料脂质的脂肪酸组成(对总脂肪酸的%)

Table 3 Fatty acid composition of dietary lipids(g/100g-FA)

脂肪酸种类	A 组	B 组	C 组
C _{14:0}	1.2 ± 0.1	6.3 ± 0.1	4.6 ± 0.1
C _{16:0}	16.4 ± 0.4	19.4 ± 0.4	12.8 ± 0.1
C _{16:1ω7}	0.6 ± 0.0	3.3 ± 0.1	5.6 ± 0.4
C _{18:0}	3.5 ± 0.0	3.4 ± 0.1	2.3 ± 0.1
C _{18:1ω9}	20.0 ± 0.0	18.8 ± 0.2	19.0 ± 0.0
C _{18:2ω6}	49.0 ± 0.2	20.9 ± 0.1	13.3 ± 0.0
C _{18:3ω3}	7.1 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.9 ± 0.1
C _{20:1ω9}	—	5.1 ± 0.6	3.3 ± 0.1

续表

脂肪酸种类 \ 组别	A 组	B 组	C 组
C _{20:4ω6}	0.3±0.0	0.4±0.0	0.9±0.1
C _{20:5ω3}	0.5±0.1	7.6±0.1	13.6±0.1
C _{22:1ω9}	0.6±0.1	4.7±0.1	2.9±0.1
C _{22:4ω6}	—	0.4±0.07	0.7±0.02
C _{22:5ω6}	—	1.2±0.0	0.8±0.0
C _{22:5ω3}	—	1.0±0.0	1.7±0.0
C _{22:6ω3}	0.6±0.1	5.8±0.0	10.1±0.1

(4) 血清有关指标的测定^[11]

1. 血清总脂的测定 比色法
2. 血清总胆固醇 胆固醇三合酶试剂法
3. 血清总蛋白 双缩脲法
4. 碱性磷酸酶 磷酸麝香草酚酞法

(5) 脂肪酸分析

采用 Bligh-Dyer 法^[12]提取脂质,再用改良的 Metcalfe 法^[13]甲酯化后进行气相色谱分析,分析条件:固定液为 SP-2330,柱子长度 2m,检测器 FID,载气 N₂,流速 50ml/min,氢气压力 0.7kg/cm²,柱温为 190°C,进样口温度 250°C,检测器温度 250°C。

混合脂肪酸标准购自美国 Supelco INC. PUFA-1、PUFA-2。

结 果

(一) 鱼油和鱼油浓缩物对血清总脂和总胆固醇的影响

由表 4 的数据可以看出,实验组(B 组和 C 组)的血清总脂和总胆固醇显著地低于对照组(A 组)。

表 4 饲养 4 周后幼鼠血清总脂和总胆固醇含量

Table 4 Total glyceride and total cholesterol of serum from rats fed experimental diets for 4 weeks

组	别	血清总脂(mg/dL)	血清总胆固醇(mg%)
A	雌	366±47	94.9±15.2
	雄	306±60	84.6±11.9
B	雌	261±47	71.7±14.3
	雄	230±41	65.7±11.6
C	雌	234±26	71.0±7.0
	雄	191±20	61.5±8.2

(二) 鱼油及鱼油浓缩物对幼鼠生长的影响

实验结果表明,实验组与对照组的体重增长率、骨路长度、脏器比、血清总蛋白及碱性磷酸酶都没有显著差异 ($P>0.05$)。其中鱼油和鱼油浓缩物对幼鼠体重增长的影响与刘玉军用灌胃法所得结果是一致的^[2]。

表 5 饲养 4 周后白鼠几项生长参数

Table 5 Some growth parameters of rats fed experimental diets for 4 weeks

测定数值 组别	项目	血清总蛋白	碱性磷酸酶	股骨长度	胫骨长度
		(g%)	(g%)	(cm)	(cm)
A 组	雌	6.70 ± 0.76	5.73 ± 1.44	2.99 ± 0.06	3.51 ± 0.03
	雄	6.24 ± 0.80	7.73 ± 1.71	3.19 ± 0.03	3.69 ± 0.06
B 组	雌	6.01 ± 0.42	6.61 ± 0.92	2.97 ± 0.04	3.43 ± 0.07
	雄	5.96 ± 0.46	7.76 ± 0.81	3.13 ± 0.07	3.65 ± 0.09
C 组	雌	6.09 ± 0.46	6.27 ± 1.18	3.12 ± 0.10	3.47 ± 0.07
	雄	5.59 ± 0.49	8.46 ± 2.26	3.15 ± 0.09	3.65 ± 0.10

表 6 饲养 4 周后白鼠的器官重量对其体重的比值

Table 6 The ratio of organ weight to body weight of rats fed experimental diets for 4 weeks

比值 组别	器官	脑/体 × 100	肝/体 × 100	肾/体 × 100	脾/体 × 100
A 组	雌	1.01 ± 0.03	4.93 ± 0.57	0.89 ± 0.09	0.28 ± 0.05
	雄	0.82 ± 0.08	4.57 ± 0.64	0.84 ± 0.05	0.28 ± 0.05
B 组	雌	1.02 ± 0.06	5.21 ± 0.38	0.83 ± 0.07	0.27 ± 0.05
	雄	0.82 ± 0.05	4.64 ± 0.45	0.86 ± 0.06	0.27 ± 0.05
C 组	雌	1.03 ± 0.06	5.24 ± 0.55	0.82 ± 0.06	0.28 ± 0.04
	雄	0.78 ± 0.07	4.97 ± 0.42	0.87 ± 0.09	0.27 ± 0.05

(三) 鱼油对幼鼠脑和内脏脂质的脂肪酸组成的影响

饲养 4 周后,实验组的肝、肾和脾脏脂质中的 EPA 和 DHA 明显高于对照组,这就说明幼鼠能够将饲料中的多不饱和脂肪酸转移到自身的器官中。但对照组内脏脂质中的花生四烯酸($C_{20:4\omega6}$)却高于实验组。令人感兴趣的结果是幼鼠大脑脂质中的 DHA 较内脏脂质中的 DHA 为高,而且实验组又高于对照组。联系到 DHA 与智力发育的密切关系,颇引人注目。

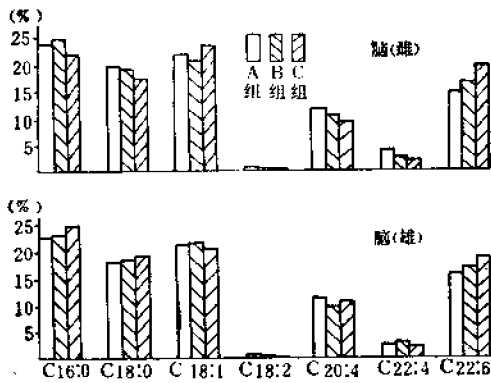


图1 饲养4周后幼鼠大脑脂质的脂肪酸组成(对总脂肪酸%)

Fig. 1 Fatty acid composition of brain lipids of rats fed experimental diets for 4 weeks

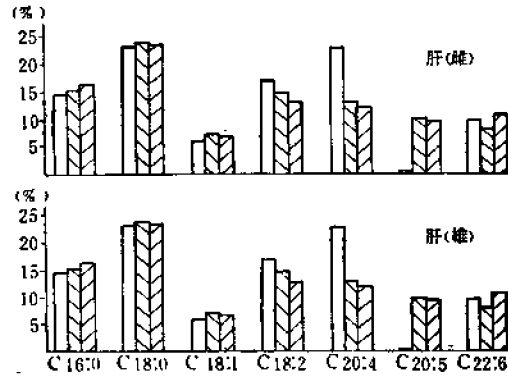


图2 饲养4周后幼鼠肝脏脂质的脂肪酸组成

Fig. 2 Fatty acid composition of liver lipids of rats fed experimental diets for 4 weeks

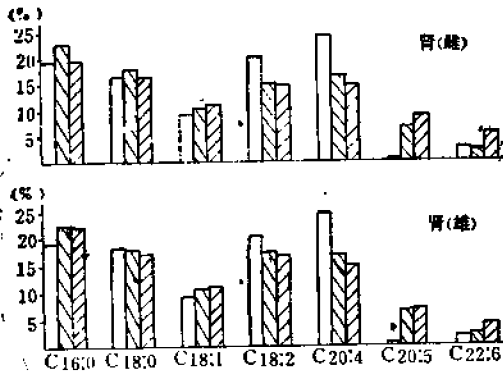


图3 饲养4周后幼鼠肾脏脂质的脂肪酸组成

Fig. 3 Fatty acid composition of kidney lipids of rats fed experimental diets for 4 weeks

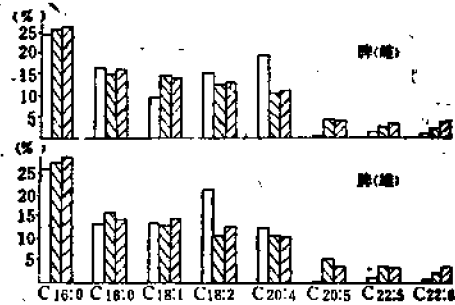


图4 饲养4周后幼鼠脾脏脂质的脂肪酸组成

Fig. 4 Fatty acid composition of spleen lipids of rats fed experimental diets for 4 weeks

讨 论

(一) 从本实验的结果得出的结论是:鱼油和鱼油浓缩物组的血清总脂和总胆固醇显著地低于豆油组,这就说明鱼油中的 EPA 和 DHA 确有防治心血管病的功效。另外,实验组和对照组的体重增长率、脏体比、血清总蛋白和碱性磷酸酶都无显著差异,说明鱼油及其浓缩物对幼鼠的生长发育无不良影响。

(二) 鱼油降血脂和胆固醇的有效成分研究者的实验结果并不完全一致,以往都是笼统地将 EPA 和 DHA 看成是有效成分,而 Kobatake 等人^[16]的实验结果表明,降低胆固醇的有效成分主要是 DHA。这一结果对我国开发鱼油资源非常有利,因为我国几种产量高、含油量也高的原料如鲱、鲹、沙丁鱼、马面鲷肝和鳕肝的油脂中 DHA 的含量都高于

EPA^[7]。

(三) 幼鼠脑组织的脂肪酸组成比较简单, 主要是 $C_{16:0}$ 、 $C_{18:0}$ 、 $C_{18:1}$ 、 $C_{20:4}$ 和 $C_{22:6}$ 。其中 $C_{22:6}$ (DHA) 来自两个方面: 其一是由饲料中直接提供, 其二是由 $C_{18:3\omega3}$ 先转化为 $C_{20:5\omega3}$, 再进一步转化为 $C_{22:6\omega3}$ ^[12,13]。本实验的结果也能证实这一转化的事实, 原来豆油组饲料中的 DHA 含量极微, 而 $C_{18:3\omega3}$ 却高于鱼油和鱼油浓缩物组, 饲养 4 周后幼鼠大脑中也出现相当数量的 DHA。应该指出, 这一转化过程是相当复杂的, 如果饲料中有 DHA 可直接进入大脑则更有利, 本实验结果鱼油和鱼油浓缩物组大脑中的 DHA 高于豆油组也就清楚地说明了这个问题。

有人做过动物智力发育的实验, 结论是: 含 $\omega-3$ 多不饱和脂肪酸高的饲料饲养动物, 完成迷宫试验的正确反应率明显高于 $\omega-3$ 多不饱和脂肪酸低的饲料组, 说明 $\omega-3$ 多不饱和脂肪酸对智力发育有促进作用^[5]。本实验中幼鼠在饲养 4 周后大脑脂质中的 $\omega-3$ 多不饱和脂肪酸主要是 DHA, 可见富含 DHA 的鱼油在优生优育方面将扮演重要的角色。

(四) 从饲料脂质的脂肪酸组成分析结果可知, 三组的 $C_{18:2\omega6}$ 含量都占首位, 但花生四烯酸 ($C_{20:4\omega6}$) 都很低 (<1%), 在饲养 4 周后, 各组脑、肝、肾和脾脏脂质中花生四烯酸却大幅度增长, 而 $C_{18:2\omega6}$ 却在相应地下降, 这可解释为在动物体内 $C_{18:2\omega6}$ 能转化为 $C_{20:4\omega6}$ ^[13]。

参 考 文 献

- [1] 上海市医学化验所, 1979. 临床生化检验(上册), 37—39; 167—168; 356—357. 上海科学技术出版社。
- [2] 刘玉军, 1988. 浓缩鱼油对高脂饲料大鼠血脂水平的影响. 营养学报, 10(2): 119—124.
- [3] 刘兆平等, 1984. 廿碳五烯酸代谢和生理作用. 海洋药物, 3(4): 9—14.
- [4] 刘福岭等, 1987. 食品物理与化学分析方法, 750—752. 轻工业出版社。
- [5] 范文洵, 1988. α -亚麻酸及其代谢产物 EPA 和 DHA. 生理科学进展, 19(2): 110—118.
- [6] 俞加林等, 1989. 鱼油保健食品. 中国海洋药物, (9): 41—43.
- [7] 黄志斌等, 1989. 鱼肝油酸钠注射液的有效成分及新原料开发的探讨. 水产科技情报, (3): 80—81.
- [8] 秦和彦、藤田孝夫, 1985. EPAの生理活性效果. 食品工业, 28(18): 53—59.
- [9] 荻野珍吉(陈国铭等译) 1987. 鱼类的营养和饲料, 203—224. 海洋出版社。
- [10] Ahmed, A. A. et al., 1984. Alteration and recovery of bleeding times, platelet aggregation and fatty acid composition of individual phospholipids in platelets of human subjects receiving a supplement of cod-liver oil. *Lipids*, 19: 617—623.
- [11] Bligh, E. G. and W.J.Dyer, 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911—917.
- [12] Choudhury, R. et al., 1959. Interconversions of polyunsaturated fatty acids by the laying hen. *J. Nutr.*, 63: 457.
- [13] Daniel, H. Hwang, 1988. Dietary linolenic acid and longer chain n-3 fatty acids: Comparison of effects on arachidonic acid metabolism in rats. *Ibid*, 118: 427—437.
- [14] Gunstone, F.D. et al., 1983. *Lipids in foods: Chemistry, biochemistry and technology*, 40—42. Pergamon Press, Oxford.
- [15] Kinsella, J. E., 1986. Food components with potential therapeutic benefits: The n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. *Food Technology*, 40(2): 89—97.
- [16] Kobatake, Y. et al., 1984. Differential effect of dietary eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acids on lowering of triglyceride and cholesterol levels in the serum of rats on hypercholesterolemic diet. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 30: 367.
- [17] Metcalfe, L. D. et al., 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography. *J. Lipid Res.*, 7: 155—158.

- graphic analysis. *Analytical Chemistry*, **38**: 514—515.
- [18] Murty, N. L. and R. Reiser, 1961. Influence of graded levels of dietary linoleic and linolenic acid on the fatty acid composition of hens' eggs. *J. Nutr.*, **75**: 237.
- [19] Peifer, J. J., 1967. Hypocholesterolemic effects of marine oil. In M. E. Stansby (ed.) *Fish Oils*, P. 322, AVI: Westport, CT.
- [20] Sanders, T. A. B., 1985. The importance of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. In Padley, F. B., Podmore, J. (eds.) *The Role of Fats in Human Nutrition*, P. 101—106, Ellis Horwood Ltd.: Chichester, England.
- [21] Stansby, M. E., 1982. Properties of fish oils and their application to handling of fish and to nutrition and industrial use. In Martin R. E. (ed.) *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*, P. 75—92, AVI: Westport, CT.
- [22] Zhi-bin, Huang *et al.*, 1990. Effect of dietary fish oil on ω -3 fatty acid levels in chicken eggs and thigh flesh. *J. Agric. Food Chem.*, **38**(3): 743—747.

EFFECT OF FISH OIL ON SERUM LIPID, CHOLESTEROL AND TISSUE FATTY ACID COMPOSITION OF JUVENILE RAT

Zhou Dequan

(Zhejiang Academy of Medical Science, Hangzhou 310013)

Huang Zhibin

(Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT The effect of fish oil containing eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) on serum lipid, cholesterol and fatty acid composition of juvenile rat was studied. The experimental rats (*Sprague dawley*) were divided into three groups with 7 animals each for female and male per group. In the basal diet soybean oil, fish oil and fish oil concentrate were admixed for Group A, Group B and Group C, respectively. After 4 weeks feeding, the contents of serum lipid and cholesterol in Group B and C were lower than those in Group A ($P < 0.05$). By fatty acid assay it showed that the levels of EPA and DHA in the tissues of Group B and C were higher than those in Group A, whereas the contents of arachidonic and docosatetraenoic acid in the tissues of Group A were much higher than those in Group B and C. Interestingly, the analytical results showed that in the rat brain of Group B and C was only DHA well higher in content than that in Group A, and therefore DHA in fish oil would be possible to play an important role in eugenics. No appreciable difference in body weight gain, weight ratio of viscera to body, total serum protein and alkaline phosphatase among these three groups was observed ($P > 0.05$).

KEYWORDS fish oil, polyunsaturated fatty acid, eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA)