

# 不同发育阶段尖头斜齿鲨肝油脂酸组成的变化\*

刘晓春

丘书院

(中山大学生命科学学院, 广州 510275) (厦门大学海洋系, 福建厦门 361005)

**摘 要** 采用气相色谱仪分析测定了不同发育阶段尖头斜齿鲨肝油的脂肪酸组成与含量。在尖头斜齿鲨肝油总脂肪酸组成中, 饱和脂肪酸占 15.3%~34.6%, 单不饱和脂肪酸占 13.8%~25.6%, 多不饱和脂肪酸 (PUFA) 占 38.8%~68.1%。其中, 最主要的脂肪酸为 16:0, 18:0, 18:1 $\omega$ 9, 20:4 $\omega$ 6 和 22:6 $\omega$ 3。

尖头斜齿鲨肝油脂肪酸组成与个体的发育状况关系密切。雄性尖头斜齿鲨, 胚胎阶段肝油的脂肪酸主要由 16:0, 16:1 和 18:1 ( $\omega$ 9 +  $\omega$ 7) 组成, 22:6 $\omega$ 3 的含量很低 ( $3.8 \pm 1.34$ ,  $n=3$ ); 雌性幼鱼肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量较胚胎阶段有了显著的提高 ( $27.1 \pm 2.47$ ,  $n=3$ ) ( $P<0.05$ ); 性成熟个体肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量达到最高值 ( $51.0 \pm 7.42$ ,  $n=5$ ), 退化期 22:6 $\omega$ 3 的含量明显降低 ( $34.4 \pm 2.40$ ,  $n=3$ )。雌性尖头斜齿鲨肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量随着性腺的发育而逐渐增加, 妊娠早期达到最高值 ( $49.7 \pm 4.04$ ,  $n=5$ ), 显著高于未成熟期个体 ( $25.7 \pm 0.64$ ,  $n=3$ ) 和卵巢发育期个体 ( $33.3 \pm 3.46$ ,  $n=4$ )。妊娠结束期肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量显著下降 ( $25.6 \pm 8.08$ ,  $n=3$ ), 提示 22:6 $\omega$ 3 在尖头斜齿鲨胚胎的生长发育中可能起了重要作用。

**关键词** 尖头斜齿鲨 肝油 脂肪酸组成 发育阶段

鲨鳐类肝油脂肪酸组成与含量方面的研究, 国内外均有一些报道 (张豁中等, 1991; 宋修俭等, 1994; Peyronel *et al.*, 1984; Deprez *et al.*, 1990)。但是, 前人的工作几乎都只是分析了少量的采自同一时间和同一地点的样品, 极少考虑到研究对象的生物学和生态学方面的因素, 因此, 得到的结论难免带有片面性。现在已经知道, 鱼油的脂肪酸组成除了种间有较大的差异外, 同一种类间也可能因不同的采集时间、地点以及食物、年龄和生理状况等因素而发生变化 (Joseph, 1985; Deng *et al.*, 1976)。Peyronel 等 (1984) 报道了卵胎生种类地中海刺鲨 (*Centrophorus* spp.) 在不同生理状况下肝脂的脂肪酸组成, 遗憾的是, 每种生理状况只分析了一尾鱼。尖头斜齿鲨 (*Scoliodon sorakowah*) 为发达的胎盘胎生种类, 其成熟卵子很小, 几乎不含卵黄, 胚胎的营养靠母体供给。研究尖头斜齿鲨肝油的脂肪酸组成特点及其与个体发育状况的关系, 对于深入掌握板鳃鱼类肝油脂肪酸的组成特点及其变动规律、探讨  $\omega$ 3 高不饱和脂肪酸在胎盘胎生种类尖头斜齿鲨胚胎和胚后发育中的作用具有重要的意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

尖头斜齿鲨的采集于 1994 年 5 月~1995 年 4 月间在福建厦门和东山等地进行。收集雌雄性别不同大小和各个发育阶段的个体。收集到的肝脏样品液氮保存至分析处理。本文根据尖头斜齿鲨不同的发育状况, 将雄性划分为四个阶段, 即: (1) 胚胎期, 指具鳍脚的胚胎个体, 本文采集了 3 尾, 体长  $163.1 \pm 26.63$  (mm, 下同), 体重  $14.8 \pm 6.95$  (g, 下同); (2) 未成熟期, 即幼鱼阶段, 采集了 3 尾, 体长  $382.3 \pm 38.63$ , 体重  $201.9 \pm 57.12$ ; (3) 性成熟期, 采集了 5 尾, 体长  $672.2 \pm 61.12$ , 体重  $867.3 \pm 123.25$ ; (4) 退化期, 采集了 3 尾, 体长  $636.4 \pm 57.74$ , 体重  $753.4 \pm 186.65$ 。雌性划分为四个阶段, 即: (1) 未成熟期 (幼鱼阶段), 采集了 3 尾, 体长  $330.7 \pm 66.15$ , 体重  $138.7 \pm 92.87$ ; (2) 性腺发育期, 卵巢内有细小卵子, 采集了 4 尾, 体长  $466.4 \pm 55.62$ , 体重  $359.9 \pm 123.36$ ; (3) 妊娠早期, 采集了 5 尾, 体长  $625.2 \pm 67.81$ , 体重  $818.6 \pm 206.65$ ; (4) 妊娠结束期, 采集了 3 尾, 体长  $647.4 \pm 76.55$ , 体重  $734.2 \pm 274.2$ 。

1999-08-06 收稿, 2000-4-24 修回

\* 高等学校博士学科点专项科研基金 (9338410) 资助项目

第一作者简介 刘晓春, 男, 31 岁, 博士, 讲师。研究方向: 鱼类生理学。E-mail: ls32@zsu.deu.cn

## 1.2 肝油提取

将肝脏解冻至室温,经组织捣碎机捣碎,按照 Bligh 等 (1959) 的方法用氯仿-甲醇提取肝油。

### 1.3 肝油脂肪酸分析

**1.3.1 肝油脂肪酸甲酯的形成** 取肝油 2~4 mg 于 5 ml 具塞刻度试管,加 0.5 mol/L 氢氧化钠甲醇溶液 1 ml,充氮气,加塞,于 60℃ 水浴锅中振摇皂化至油滴消失 (约 12~15 min)。取出试管,准确加入定量的内标 (十九酸 19:0),然后再加入 0.5 ml 三氟化硼乙醚溶液及 1.7 ml 无水甲醇,混匀,充氮气,塞紧后在 70~75℃ 水浴锅中放置 30 min。取出试管,冷却后用石油醚-己烷 (1:9, V/V) 提取五次。提取液合并,用氮气吹干。加入几滴己烷,使甲酯化的脂肪酸溶解,作色谱进样用。

**1.3.2 肝油脂肪酸定性和定量分析** 肝油脂肪酸组成通过标准脂肪酸甲酯 (Sigma Chemical Co.) 和标准鲨鱼肝油脂肪酸甲酯 (shark liver oil fatty acid methyl esters, Sigma Chemical Co.) 来鉴定。将标准脂肪酸甲酯配成一定比例的混合液,根据标准混合液中各脂肪酸甲酯色谱峰的保留时间,鉴定待测样品的色谱峰。本实验使用的标准脂肪酸包括 12:0、14:0、16:0、18:0、18:1、18:2、18:3、18:4、20:0、20:4、20:5、22:6 和 26:0 脂肪酸甲酯。分析仪器使用岛津 GC 9A 气相色谱仪 (Shimadzu GC 9A), 装配氢火焰离子化检测器, 色谱柱为 HP5 石英毛细管柱 (30m × 0.25mm i.d.), 分析结果由岛津 Chromatopac C R2A 色谱数据处理机记录。色谱条件: 进样器温度 320℃, 检测器 FID 温度为 320℃。起始柱温 60℃, 恒温 2 min, 然后以 20℃/min 程序升温至 150℃, 再以 4℃/min 程序升温至 290℃。载气为高纯氮, 载气流速为 60 ml/min, 载气压力 1.15 kg/cm<sup>2</sup>。选择十九酸 (19:0) 作为内标, 采用内标法测定肝油中各种脂肪酸的含量, 即根据各脂肪酸甲酯组分的峰面积和内标的峰面积, 按下式计算:  $W_i = KW_s \cdot (A_i/A_s)$ , 式中:  $W_i$  为样品中某脂肪酸组分  $i$  的含量;  $W_s$  为内标的量;  $A_i$  为样品组分  $i$  的峰面积;  $A_s$  为内标的峰面积;  $K$  为组分  $i$  与内标相比的校正因子。

### 1.4 数据处理

尖头斜齿鲨肝油各脂肪酸组分的含量以平均值 ± 标准差表示, 用 Duncan 氏新复极差检验法检验各主要脂肪酸组分在不同发育状况下的含量差异, 差异显著水平设为  $P=0.05$ ,  $P<0.05$  为差异显著。

## 2 结果

### 2.1 尖头斜齿鲨肝油脂肪酸组成的一般特性

尖头斜齿鲨肝油的脂肪酸组成中, 饱和脂肪酸占 15.3%~34.6%, 单不饱和脂肪酸占 13.8%~25.6%, 多不饱和脂肪酸占 38.8%~68.1%。其中, 最主要的脂肪酸包括饱和脂肪酸 16:0 (7.9%~20.9%, 平均 14.9%), 18:0 (4.5%~12.1%, 平均 7.7%), 单不饱和脂肪酸 18:1 $\omega$ 9 (6.1%~14.3%, 平均 8.6%), 多不饱和脂肪酸 20:4 $\omega$ 6 (2.8%~13.9%, 平均 7.3%) 和 22:6 $\omega$ 3 (16.3%~56.2%, 平均 36.9%)。另外, 还包括少量的 14:0 (0.2%~4.8%, 平均 1.4%), 16:1 (0.5%~9.5%, 平均 3.4%), 18:1 $\omega$ 7 (4.1%~6.0%, 平均 4.8%), 20:5 $\omega$ 3 (2.1%~6.6%, 平均 3.7%) 和 22:5 $\omega$ 3 (2.9%~6.0%, 平均 4.6%)。尖头斜齿鲨肝油脂肪酸中, 二十二碳六烯酸 (docosahexaenoic acid, DHA, 22:6 $\omega$ 3) 的含量特别高, 而二十碳五烯酸 (eicosapentaenoic acid, EPA, 20:5 $\omega$ 3) 的含量却维持在比较低的水平。在多不饱和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acids, PUFA) 中,  $\omega$ 3-PUFA 占主要多数, 其中, 高不饱和脂肪酸 (highly unsaturated fatty acids, HUFA, 20:5 $\omega$ 3 + 22:6 $\omega$ 3) 占脂肪酸总量的 19.3%~58.3% (平均 40.5%), (20:5 $\omega$ 3 + 22:6 $\omega$ 3) /  $\omega$ 6-PUFA 的比值为 5.6。

### 2.2 尖头斜齿鲨肝油脂肪酸组成与个体发育状况的关系

雄性尖头斜齿鲨肝油主要脂肪酸组分在不同发育状况下的含量变化情况见表 1。胚胎期个体肝油的脂肪酸主要由 16:0 (36.0%~39.8%, 平均 37.9%)、16:1 (17.1%~19.2%, 平均 18.2%) 和 18:1 ( $\omega$ 9 +  $\omega$ 7) (21.1%~23.1%, 平均 22.1%) 组成, 它们约占了脂肪酸总量的 80%, 其它饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸以及多不饱和脂肪酸的含量都很低。雄性幼鱼肝油的各种脂肪酸含量与胚胎期相比发生了很大的变化。在胚胎期占主要部分的 16:0、16:1 和 18:1 ( $\omega$ 9 +  $\omega$ 7) 的含量大幅度下降, 而多不饱和脂肪酸 20:4 $\omega$ 6 和 22:6 $\omega$ 3 的含量显著上升, 该阶段的主要脂肪酸包括 16:0 (平均值为 18.6%, 下同), 18:0 (7.7%), 16:1 (5.5%), 18:1 $\omega$ 9 (10.7%), 18:1 $\omega$ 7 (5.1%), 20:4 $\omega$ 6 (10.3%) 和 22:6 $\omega$ 3 (27.1%), 20:5 $\omega$ 3 的含量很低 (3.8%)。性成熟期的雄鱼, 最大的特

表 1 雄性尖头斜齿鲨肝油主要脂肪酸组分在不同发育状况下的重量百分组成 (平均值 ± 标准差)

Table 1 Weight percent age (mean ± SE) of main fatty acids in the liver oils from different developmental stages of male *Scoliodon sorrakowah*

脂肪酸 Fatty acid	发育阶段 Developmental stages			
	胚胎期 (Embryonic stage)	未成熟期 (Immature stage)	性成熟期 (Sexually mature stage)	退化期 (Regressed stage)
	(n = 3)	(n = 3)	(n = 5)	(n = 3)
14:0	1.8 ± 0.14 <sup>a</sup>	2.1 ± 0.92 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.14 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.62 <sup>ab</sup>
16:0	37.9 ± 2.69 <sup>a</sup>	18.6 ± 1.84 <sup>ab</sup>	10.2 ± 2.83 <sup>bd</sup>	14.4 ± 1.20 <sup>b</sup>
18:0	5.0 ± 0.64 <sup>a</sup>	7.7 ± 3.39 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.28 <sup>a</sup>	8.1 ± 0.92 <sup>a</sup>
16:1	18.2 ± 1.48 <sup>a</sup>	5.5 ± 0.17 <sup>bc</sup>	1.6 ± 0.57 <sup>bd</sup>	3.0 ± 1.70 <sup>b</sup>
18:1 $\omega$ 7	9.0 ± 0.49 <sup>a</sup>	5.1 ± 0.43 <sup>b</sup>	4.6 ± 0.21 <sup>b</sup>	4.4 ± 0.42 <sup>b</sup>
18:1 $\omega$ 9	13.2 ± 1.92 <sup>a</sup>	10.7 ± 3.16 <sup>ab</sup>	7.6 ± 0.14 <sup>b</sup>	7.0 ± 1.20 <sup>b</sup>
20:1	0.6 ± 0.28 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.10 <sup>b</sup>	1.4 ± 0.07 <sup>b</sup>
20:4 $\omega$ 6	1.7 ± 0.21 <sup>a</sup>	10.3 ± 0.57 <sup>b</sup>	4.5 ± 1.48 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.18 <sup>b</sup>
20:5 $\omega$ 3	0.9 ± 0.28 <sup>a</sup>	3.8 ± 1.56 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.64 <sup>a</sup>	4.1 ± 1.48 <sup>a</sup>
22:5 $\omega$ 3	1.3 ± 0.21 <sup>a</sup>	3.6 ± 0.99 <sup>bc</sup>	5.3 ± 0.21 <sup>bd</sup>	4.5 ± 0.49 <sup>b</sup>
22:6 $\omega$ 3	3.8 ± 1.34 <sup>a</sup>	27.1 ± 2.47 <sup>bc</sup>	51.0 ± 7.42 <sup>bd</sup>	34.4 ± 2.40 <sup>b</sup>

注 (Note): 用 Duncan 氏新复极差检验法检验每个脂肪酸组分在不同发育状况下的含量差异。表中每一行内, 具相同上标的平均值表示在  $P < 0.05$  水平没有显著性差异 (Variances of the contents of each fatty acid among different developmental stages are tested by Duncan's multiple range test. Within a row, means with the same superscript are not significantly different at  $P < 0.05$ )

点是 22:6 $\omega$ 3 的含量继续大幅度增加并达到最高值, 占了肝油脂肪酸总量的一半左右 (51.0%), 而 16:0, 16:1 和 20:4 $\omega$ 6 的含量显著减小。退化期雄性肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量显著下降 (34.4%) (表 1)。

雌性尖头斜齿鲨肝油主要脂肪酸组分在不同发育状况下的含量变化情况见表 2。雌性幼鱼期, 肝油主要的脂肪酸包括 16:0 (17.9%)、18:0 (9.7%)、18:1 $\omega$ 9 (8.6%)、20:4 $\omega$ 6 (9.2%) 和 22:6 $\omega$ 3 (25.7%), 另外, 还包括少量的 16:1 (4.5%)、18:1 $\omega$ 7 (5.0%)、20:5 $\omega$ 3 (5.3%) 和 22:5 $\omega$ 3 (4.1%)。处于性腺发育中的雌鱼, 肝油脂肪酸含量发生了轻微的变化, 16:1 (2.9%)、20:4 $\omega$ 6 (7.4%)、20:5 $\omega$ 3 (3.7%) 等成分的含量有所下降, 22:6 $\omega$ 3 (33.3%) 的含量早上升趋势。妊娠早期, 16:0 (9.6%) 和 20:4 (3.7%) 的含量大幅度下降, 22:6 $\omega$ 3 (49.7%) 的含量显著增加。妊娠结束期, 22:6 $\omega$ 3 (25.6%) 的含量显著下降, 而 16:0 (18.7%)、16:1 (6.9%)、20:4 (10.5%) 的含量则相应增加。18:0、18:1 $\omega$ 9 和 18:1 $\omega$ 7 在整个发育过程中均相对稳定, 变化不明显。

### 3 讨论

板鳃鱼类肝油脂的脂肪酸组成特点与它们的生

活习性、肝脂的组成特点以及食性等密切相关。深海及表层生活的鲨鱼, 其肝油脂组成以烃类和甘油二酯醚为主, 而甘油三酯含量低 (Deprez *et al.* 1990; Hayashi *et al.*, 1981)。Malins 等 (1965) 研究了角鲨 (*Squalus ucanthias*) 肝油中甘油二酯醚的脂肪酸组成, 结果发现: C<sub>20</sub>脂肪酸中 20:1 占了 90%, C<sub>22</sub>酸中 22:1 占了 68%, 而同种肝油中甘油三酯的脂肪酸组成差别却不太突出。Hayashi 等 (1981) 在对深海铠鲨 (*Dalutias licha*) 的研究中指出, 肝脏甘油二酯醚与甘油三酯的脂肪酸成分的百分比例相似。在这两种类型的脂质中, 单烯酸的含量最高 (74.8% ~ 81.3%), 而饱和酸 (13.5% ~ 15.4%) 和多烯酸 (5.1% ~ 11.1%) 的含量却比较低。Deprez 等 (1990) 研究了澳大利亚塔斯马尼亚水域 (Tasmanian waters) 多种深海鲨鱼肝脏的脂质组成, 在总脂肪酸组成的分析中发现, 总单不饱和脂肪酸的含量高达 52.1% ~ 82.7%, 饱和脂肪酸的含量为 13.5% ~ 39.9%, 而多不饱和脂肪酸只占了 1.1% ~ 8.0%。从上述各学者的研究可以看出, 高水平单不饱和脂肪酸含量似乎是深海鲨鱼肝脏脂肪酸组成的共同特点。本文研究的尖头斜齿鲨采自闽南近海水域, 其肝脏的脂质组成与深海鲨鱼有很大的差别, 主要由甘油三

表 2 雌性尖头斜齿鲨肝油主要脂肪酸组分在不同发育状况下的重量百分组成 (平均值 ± 标准差)

Table 2 Weight percent age (mean ± SE) of main fatty acids in the liver oils from different developmental stages of female *Scoliodon sorrakowah*

脂肪酸 Fatty acid	发育阶段 Developmental stages			
	未成熟期 (Immature stage) (n = 3)	卵巢发育期 (Ovary developing stage) (n = 4)	妊娠早期 (Early gestation stage) (n = 5)	妊娠结束期 (Ending gestation stage) (n = 3)
14:0	2.1 ± 0.92 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.21 <sup>ab</sup>	0.3 ± 0.12 <sup>b</sup>	2.9 ± 1.19 <sup>a</sup>
16:0	17.9 ± 1.41 <sup>a</sup>	18.0 ± 2.40 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.55 <sup>b</sup>	18.7 ± 3.11 <sup>a</sup>
18:0	9.7 ± 3.39 <sup>a</sup>	8.8 ± 0.14 <sup>a</sup>	7.8 ± 1.11 <sup>a</sup>	6.1 ± 2.19 <sup>a</sup>
16:1	4.5 ± 0.85 <sup>a</sup>	2.9 ± 0.08 <sup>ab</sup>	1.0 ± 0.50 <sup>b</sup>	6.9 ± 1.68 <sup>a</sup>
18:1 $\omega$ 7	5.0 ± 1.13 <sup>a</sup>	5.2 ± 1.13 <sup>a</sup>	4.4 ± 0.12 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.35 <sup>a</sup>
18:1 $\omega$ 9	8.6 ± 1.13 <sup>a</sup>	8.1 ± 1.56 <sup>a</sup>	8.2 ± 2.10 <sup>a</sup>	10.2 ± 2.97 <sup>a</sup>
20:1	1.4 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.42 <sup>ab</sup>	1.4 ± 0.45 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.21 <sup>a</sup>
20:4 $\omega$ 6	9.2 ± 2.81 <sup>a</sup>	7.4 ± 0.35 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.90 <sup>b</sup>	10.5 ± 2.88 <sup>a</sup>
20:5 $\omega$ 3	5.3 ± 1.84 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.57 <sup>a</sup>	3.2 ± 0.06 <sup>a</sup>	3.3 ± 0.35 <sup>a</sup>
22:5 $\omega$ 3	4.1 ± 0.21 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.85 <sup>a</sup>	5.4 ± 0.20 <sup>a</sup>	4.6 ± 1.48 <sup>a</sup>
22:6 $\omega$ 3	25.7 ± 0.64 <sup>a</sup>	33.3 ± 3.46 <sup>a</sup>	49.7 ± 4.04 <sup>b</sup>	25.6 ± 8.08 <sup>a</sup>

注 (Note): 参见表 1 注 (See note Table 1)

酯组成 (刘晓春等, 1997)。在尖头斜齿鲨肝油脂肪酸组成中, 多不饱和脂肪酸的含量很高 (38.8% ~ 68.1%), 其中, 二十二碳六烯酸 (DHA, 22:6 $\omega$ 3) 占总脂肪酸含量的 16.3% ~ 56.2%。而单不饱和脂肪酸的含量则比深海种类的低得多 (13.8% ~ 25.6%)。近海鲨鱼与深海鲨鱼的肝脏脂肪酸组成存在明显差异的原因有待于深入的探讨。

尖头斜齿鲨肝油的脂肪酸组成与个体的发育状况有密切的关系 (表 1, 2)。胚胎阶段 (雄性) 的肝脏脂肪酸以饱和脂肪酸 (16:0) 和单不饱和脂肪酸 (16:1, 18:1 $\omega$ 9, 18:1 $\omega$ 7) 为主, 占脂肪酸总量的 83%; 多不饱和脂肪酸的含量却很低 (22:6 $\omega$ 3 占 2.8% ~ 4.7%)。处于幼鱼期的个体, 肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量比胚胎期显著增加。由于 22:6 $\omega$ 3 在鱼体内无法合成, 因此它是通过食物来源而积累在肝脏中的, 暗示 22:6 $\omega$ 3 在个体的生长发育中可能起着重要的作用。成鱼肝油的脂肪酸组成与生殖活动关系密切。性成熟期雄鱼, 肝油 22:6 $\omega$ 3 含量达到最高值, 退化期雄鱼肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量显著下降。雌性尖头斜齿鲨肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量在妊娠早期最高, 妊娠结束后, 肝油 22:6 $\omega$ 3 的含量大幅度减少, 说明亲鱼肝油中的 22:6 $\omega$ 3 在妊娠期间被大量消耗。22:6 $\omega$ 3 在胎生板鳃鱼类妊娠期间的利用问题还没有被仔细研究过。Peyronel 等 (1984) 在

对卵胎生种类地中海刺鲨 (*Centrophorus* spp.) 的研究中发现, 未受精的卵子由于为胚胎发育储存了大量的营养, 所以  $\omega$ 3 脂肪酸的含量最高 (26%)。卵子受精后,  $\omega$ 3 脂肪酸水平降低 (22%), 其中一部分转移到胚胎用以生长, 另一部分则储存在胚胎的肝中。尖头斜齿鲨为胎盘胎生种类, 其成熟卵子很小, 几乎不含卵黄, 胚胎的营养靠母体供给, 这与刺鲨完全不同。研究表明, 尖头斜齿鲨在妊娠过程消耗了大量的肝脂, 亲鱼肝脂是胚胎主要的营养来源 (刘晓春等, 1997)。从本研究结果看, 尖头斜齿鲨在妊娠期消耗了大量的 22:6 $\omega$ 3, 而胚胎的肝脏中 22:6 $\omega$ 3 的含量却比较低, 因此推测母体供给的 22:6 $\omega$ 3 主要用于胚胎的生长发育而消耗了, 只有少量储存在胚胎的肝中。但是, 22:6 $\omega$ 3 在胎生鱼类胚胎的代谢途径尚不清楚。许多资料表明, DHA 在人类的早期发育过程中起了必不可少的作用, 在了宫内, 胎盘向胎儿提供 DHA 及其它长碳链多不饱和脂肪酸 (LCPUFA)。但是, 对于 DHA 在人类妊娠期和哺乳期的作用还存在许多问题没有搞清楚 (Simopoulos *et al.*, 1994)。尖头斜齿鲨是相当发达的胎盘胎生种类, 其胎盘已进化到与真兽亚纲哺乳动物 (cutherian mammals) 相当的程度 (Wourms *et al.*, 1993)。对于 DHA 在尖头斜齿鲨妊娠期胚胎发育中的作用, 大有进一步研究的必要。

致谢 厦门大学海洋系杨圣云、苏永全和王军老师以及陈明茹博士协助采集了部分实验样品; 环境科

学研究中心林良牧老师和彭兴跃博士为样品的分析测试提供了很大的帮助, 谨致谢忱。

### 参考文献 (References)

- Bligh, E. G. and W. J. Dyer 1959 A rapid method of total lipid extraction and purification *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* **37** (8): 911-917.
- Deprez, P. P., J. K. Volkman and S. R. Davenport 1990 Squalene content and neutral lipid composition of livers from deep sea sharks caught in Tasmanian waters. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* **41**: 375-387
- Deng, J. C., F. T. Ortholler, R. A. Dennison and M. Watson 1976 Lipids and fatty acids in mullet (*Mugil cephalus*): seasonal and locational variation. *J. Food Sci.* **41**: 1479-1483.
- Hayashi, K. and T. Takagi 1981 Distribution of squalene and diacyl glyceryl ethers in the different tissues of deep sea shark, *Dalatius licha*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **47**(2): 281-288.
- Joseph, J. D. 1985 Fatty acid composition of commercial menhaden, *Brevoortia* spp., Oils, 1982 and 1983. *Marine Fisheries Review* **47**(3): 30-37.
- Liu, X. C. and S. Y. Qiu 1997 Compositions of liver lipids of common species of sharks and rays off south Fujian coastal waters. *J. Xiamen University (Natural science)* **36** (5): 769-773. [刘晓春, 丘书院 1997 闽南近海常见鲨鳐类肝脏的脂质组成. 厦门大学学报(自然科学版) **36**(5): 769-773.]
- Liu, X. C., S. Y. Qiu, S. Y. Yang, J. Wang and M. R. Chen 1997 Seasonal variation of the hepatosomatic index and liver oil content in *Scoliodon laticaudus*. In: The Chinese Ichthyological Society ed. Transactions of the Chinese Ichthyological Society (No. 6) Beijing: Science Press, 63-68. [刘晓春, 丘书院, 杨圣云, 王军, 陈明茹 1997 尖头斜齿鲨肝体指数和肝油含量的季节变化. 见: 中国鱼类学会编辑. 鱼类学论文集(第六辑). 北京: 科学出版社, 63-68.]
- Mallus, D. C., J. C. Wekell and C. R. Houle 1965 Composition of the diacyl glyceryl ethers and triglycerids of the flesh and liver of the dogfish (*Squalus acanthias*). *J. Lipid Res.* **6**: 100-105.
- Peyronel, D., J. Artaud, M. C. Iatrides, P. Rancurel and J. L. Chevalier 1984 Fatty acid and squalene compositions of mediterranean, *Centrophorus* spp. egg and liver oils in relation to age. *Lipids* **19**(9): 643-648.
- Simopoulos, A. P., B. Koletzko, R. E. Anderson, G. Hornstra, R. P. Mensink, B. E. Weksler, W. S. Harris, R. D. Caterina, R. Muggli and H. Sprecher 1994 The 1st Congress of the International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL): Fatty Acids and Lipids from Cell Biology to Human Disease. *J. Lipid Res.* **35**: 169-173.
- Song, X. J., M. S. Gu, S. L. Chen and L. Wang 1994 Constituent analysis and content determination of fatty acids squalene of shark liver oil. *Chin. J. Mar. Drugs* **13**(4): 26-28. [宋修伶, 顾茂书, 陈少龙, 王玲 1994 国产阔口真鲨鱼肝油中脂肪酸和角鲨烯的成分分析及含量测定. 中国海洋药物 **13**(4): 26-28.]
- Wourms, J. P. and L. S. Demski 1993 The reproduction and development of sharks, skates, rays and ratfishes: introduction, history, overview and future prospects. *Environmental Biology of Fishes* **38**: 7-21.
- Zhang, H. Z., X. Q. Jin and X. J. Song 1991 Constituent analysis and content determination of fatty acids and squalene of shark liver oil. *Chin. J. Mar. Drugs* **10**(3): 7-9. [张豁中, 金向群, 宋修伶 1991 国产姥鲨鱼肝油中脂肪酸和角鲨烯的成分分析及含量测定. 中国海洋药物 **10**(3): 7-9.]

## 外 文 摘 要 (Abstract)

**FATTY ACID COMPOSITION OF SHARPHEAD DOGSHARK  
(*SCOLIODON SORRAKOWAH*) LIVER OIL  
DURING DEVELOPMENTAL STAGES \***

LIU Xiao-Chun

*(School of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)*

QIU Shu-Yuan

*(Department of Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian, China)*

Fatty acid composition of the liver oil from different developmental stages of Sharphead dogshark (*Scoliodon sorrakowah*) of the southern Fujian coastal waters, caught from May, 1993 to April, 1995, was determined with capillary gas chromatography. Saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids represented 15.3% ~ 34.6%, 13.8% ~ 25.6% and 38.8% ~ 68.1% of the total fatty acids in the liver oils of Sharphead dogshark, respectively. The major fatty acids in each sample were 16:0 (7.9% ~ 20.9%), 18:0 (4.5% ~ 12.1%), 18:1 $\omega$ 9 (6.1% ~ 14.3%), 20:4 $\omega$ 6 (2.8% ~ 13.9%) and 22:6 $\omega$ 3 (16.3% ~ 56.2%).

Characteristics of fatty acid composition of the liver oils in Sharphead dogshark was closely associated with the developmental stages of the animals examined. In male sharphead dogshark, 16:0 (36.0% ~ 39.8%), 16:1 (17.1% ~ 19.2%) and 18:1( $\omega$ 9 +  $\omega$ 7) (21.1% ~ 23.1%) were the major constituents of fatty acids in the liver oils of embryos, the levels of 22:6 $\omega$ 3 (docosahexaenoic acids, DHA) were very low ( $3.8 \pm 1.34$ ,  $n = 3$ ). Concentrations of 22:6 $\omega$ 3 were much higher in the liver oils of immature males ( $27.1 \pm 2.47$ ,  $n = 3$ ) than in that of embryos, and reached maximum values at prespawning stage ( $51.0 \pm 7.42$ ,  $n = 5$ ) and then decreased significantly at regressed stage ( $34.4 \pm 2.40$ ,  $n = 3$ ). Contents of 22:6 $\omega$ 3 in the liver oils in female increased during the development of the fish and reached maximum at the pre-gestation stage ( $49.7 \pm 4.04$ ,  $n = 5$ ), which were significantly higher than that at the immature stage ( $25.7 \pm 0.64$ ,  $n = 3$ ) and at ovary developing stage ( $33.3 \pm 3.46$ ,  $n = 4$ ), respectively, and decreased remarkably at the end of gestation ( $25.6 \pm 8.08$ ,  $n = 3$ ). It showed that DHA (22:6 $\omega$ 3) might play an important role in growth and development of Sharphead dogshark embryos.

**Key words** Sharphead dogshark (*Scoliodon sorrakowah*), Liver oil, Fatty acid composition, Developmental stages