報 文

中高年者の血清脂質と過酸化脂質の濃度におよぼす魚食の影響

小 畠 義 樹*, 斎 藤 衛 郎*, 黒 田 圭 一**

小 林 修 平***, 印 南 敏****

*国立栄養研究所食品科学部

**帝京短期大学家政科

***国立栄養研究所健康増進部

****東京農業大学栄養学科

Influence of Fish Consumption on Serum Lipid and Lipid Peroxide Concentrations in Middle Aged Subjects

Yoshiki KOBATAKE,* Morio SAITO,* Keiichi KURODA,**

Shuhei KOBAYASHI*** and Satoshi INNAMI****

*Division of Food Science, The National Institute of Nutrition, Shinjuku-ku, Tokyo 162

**Department of Home Economy, Teikyo Junior College, Shibuya-ku, Tokyo 151

***Division of Health Promotion, The National Institute of Nutrition, Shinjuku-ku, Tokyo 162

****Department of Nutrition, Tokyo University of Agriculture, Setagaya-ku, Tokyo 156

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 40, 103~110 (1987)

Thirteen healthy middle-aged volunteers (9 males and 4 females, ages 42-58 yr) were received the fish diet and the meat diet each for one week. During the fish diet period, the ordinary diet was supplemented with 220 gram canned mackerel containing 4 gram of EPA+DHA, and during the meat diet period, the main protein source was dairy and meat products. Platelet aggregation, lipid peroxide (TBA value), α -tocopherol and other main lipids in the serum during the fish diet period were compared with those during the meat and ordinary diet (control) periods. The fish diet increased the percentages of n-3 type fatty acids ($C_{20:5}$, $C_{22:5}$ and $C_{22:6}$) in serum total lipids significantly, and the ratio of $C_{20:5}/C_{20:4}$ markedly, but not $C_{22:6}/C_{20:4}$. During the fish diet period, serum triglyceride, phospholipid and α -tocopherol were significantly lowered, whereas serum lipid peroxide was significantly elevated, in comparison with those during the meat and the control periods. On the other hand, platelet aggregation and serum total cholesterol concentration during each diet period did not differ. Ratio of α -tocopherol to total lipid in the serum of the subjects fed on the fish diet tended to be lower than that on the ordinary diet. Thus, it was concluded that serum total lipids were decreased with α -tocopherol by the fish diet, and then serum α -tocopherol was further decreased by an elevated lipid peroxide derived in the body from peroxidation of polyunsaturated fatty acids such as $C_{20:5}$ and $C_{22:6}$.

(Received August 5, 1986)

魚食により、血液中の各種脂質濃度や血小板凝集能の低下が起こることは従来から多くの報告がある^{1)~4)}。魚食の効果はそれに含有されている魚油に基づいたもの

で、とくに、魚油に特徴的な ω -3系の多価不飽和脂肪酸に属するエイコサペンタエン酸($C_{20:5}$, EPA)やドコサヘキサエン酸($C_{22:6}$, DHA)がおもな役割を果たしていると考えられている。実際、ヒトや実験動物に魚油を投与したとき、血清トリグリセリド(TG)やコレステロール(Chol)等の濃度低下が確認されており、魚油に血清

**** 〒162 東京都新宿区戸山 1-23-1

** 〒151 東京都渋谷区本町 6-31-1

**** 〒156 東京都世田谷区桜ヶ丘 1-1-1

脂質改善効果のあることが認められている⁵⁾⁻¹²⁾。一方、これらの多価不飽和脂肪酸は不飽和度が非常に高いため、きわめて酸化されやすく、空気中はもちろん、生体内でも過酸化脂質の生成因子となることが考えられる¹³⁾⁻¹⁴⁾。著者らも、ラットを用いてすでにこの関係を確認しているが¹⁵⁾⁻¹⁶⁾、ヒトについてはまだ十分な知見を得ていない。とくに、日常食程度の魚の摂取により、体内の過酸化脂質がどの程度変動するか、また過酸化脂質の変動に伴って抗酸化剤のトコフェロールはどのような変化を示すかについては十分明らかにされているわけではない。

このように、魚食は強い血清脂質改善効果をもつとともに、体内での過酸化脂質産生増加という長短二面性を有すると考えられる。本研究では、従来から知られている魚食による血清中の各種脂質濃度および血小板凝集能の低下効果が成人病年齢期にある健康な中高年者を被験者とした場合、魚の缶詰1日1個を日常食に補足する程度の緩和な条件下でも得られるかどうかについて検討した。また、魚食による多価不飽和脂肪酸の摂取により、体内の過酸化脂質がどの程度変動するかを、抗酸化剤のトコフェロール濃度の変化との関連で検討したので報告する。

試験方法

1. 被験者および試験方法

健康な平均年齢 50 歳 (42~58 歳) の国立栄養研究所職員のボランティア 13 名 (男子: 9, 女子: 4) を被験者とした。この 13 名を 6 名 (第 1 群) と 7 名 (第 2 群) の 2 群に分けた。試験の 2 週間前からビタミン剤等の保健薬の服用を禁止し、また試験期間中はアルコール飲料、および油脂類を非常に多く含む食品の摂取はできるだけ避けるように依頼した。試験期間前は普通食期、魚

食期、肉食期、後普通食期の 4 期としたが、各期はいずれも 1 週間ずつとした。前普通食期は日常の家庭食 (一般的な外食を含む) 期間とした。魚食期は副食のタンパク質源を畜肉以外から摂取することとし、これにサバ水煮缶詰 (220 g) を 1 日に 1 個補足する条件とした。肉食期は畜産品を主とし、毎日少なくとも 1 回は獣肉を摂取するとともに魚肉の摂取は避けることを条件とした。後普通食期は再び日常の家庭食にもどしたものの、1 週間目の条件とした。

第 1 群は前普通食期→魚食期→肉食期→後普通食期の順序で試験期を設けたが、第 2 群は前普通食期→肉食期→魚食期→後普通食期の順序とし、魚食期と肉食期の順序を第 1 群と入れ換えた。

なお、試験期間中食事記録を義務づけたが、摂取量の記載が個人によりやや不正確な点もあり、栄養摂取量の算出を行わなかった。したがって定性的に魚食、肉食という食事を 1 週間ずつ続けた場合の影響を調べたものである。

2. サバ水煮缶詰成分組成

被験者は魚食期にサバ水煮缶詰 (液汁を含む) を毎日 1 個を摂取する条件であったが、この食べ方 (調理法等) については各人にまかせた。使用したサバ水煮缶詰の成分組成を Table 1 に示した。固型物は 77% であったが、液汁をいっしょにホモジナイズした後、分析した結果、全内容物約 220 g のうち、タンパク質約 17%、脂質約 14% であった。また脂質中の脂肪酸組成はポリエン酸が約 41%、そのうち ω -3 系ポリエン酸のおもなものとして、C_{20:5} (EPA) 11%、C_{22:6} (DHA) 20% であった。

3. 血液処理方法

各試験期の最終日の夕食後は何も摂取せず、その翌朝の空腹期 (9~10 時) に上腕静脈から 10 ml 採血を行な

Table 1. Composition of mackerel canned with brine.

Content		Fatty acid composition			
Total content	226 g	C _{14:0}	4.3%	C _{20:1}	3.4%
solid	174	C _{16:0}	16.1	C _{18:4}	2.1
liquid	52	C _{16:1}	5.9	C _{20:4}	2.9
Crude protein	16.8%	C _{18:0}	4.0	C _{20:5} ω 3	11.0
Crude fat	13.5	C _{18:1}	19.7	C _{22:4}	1.7
		C _{18:2}	1.7	C _{22:5} ω 3	3.6
				C _{22:6} ω 3	19.9
		Saturated		24.2%	
		Monoene		29.0	
		Diene		1.7	
		Polyene		41.2	

Table 2. Effect of the fish diet and the meat diet on ADP- or collagen-induced aggregation of platelets in the healthy middle aged subjects.

Diet	Maximum aggregation at 5 min							
	Subject No.	ADP concentration			Subject No.	Collagen concentration		
		2×10 ⁻⁶ M	5×10 ⁻⁶ M	1×10 ⁻⁵ M		1 µg/ml	5 µg/ml	10 µg/ml
		(%, light transmission)				(%, light transmission)		
Pre-test period (ordinary diet)	13	60.0±8.3*	70.9±5.0	75.5±2.8	12	73.9±4.7	78.5±1.3	83.1±1.3
Meat diet	13	66.2±4.2	74.2±1.9	75.8±2.8	12	70.8±4.4	74.5±2.8	80.8±2.2
Fish diet	12	69.9±5.4	77.1±3.6	78.4±2.5	12	70.4±5.4	79.6±3.3	82.7±2.0
Post-test period (ordinary diet)	13	65.4±78.7	78.7±2.6	80.8±1.5	12	77.3±3.4	81.9±2.1	86.1±1.6

* Mean±SEM. Significant difference among means in the same column was not observed in all cases.

った。採血 10 ml のうち 4.5 ml はあらかじめ 0.5 ml の 3.8% クエン酸ナトリウム溶液を入れた試験管に移し、速やかに混合、1,000 rpm, 10 分間遠心分離した。この上清を platelet rich plasma (PRP) として採取、下層をさらに 3,000 rpm 10 分間遠心分離し、その上清を取り platelet poor plasma (PPP) とした。他の 5 ml の血液は冷所に 2 時間静置後、3,500 rpm, 15 分間遠心分離して、血清を採取した。

4. 測定方法

1) 血小板凝集能測定 常法¹⁷⁾により、4 チャンネル自動血小板凝集計 (二光バイオサイエンス㈱ PAT-4 A) を用いて測定した。

2) 血清中トリグリセリド 総コレステロール、HDL-コレステロール、リン脂質はいずれも酵素法キット (Cleantech TG-S, Sterozyme-M, HDL-Sterozyme, Phospholipid B-Test Wako) によって測定した。

3) 血清過酸化脂質: TBA 値を測定したが、大川らの方法¹⁸⁾によった。

4) 血清中 α -トコフェロール: 阿部らの方法¹⁹⁾で試料を調製し、高速液体クロマトグラフィーにより分析した。分析条件はカラム 50cm×2.6 mm, 日立ゲル#3011, 内部標準物質としては 2,2,5,7,8-pentamethyl-6-hydroxy chroman²⁰⁾ を用いた。

5) 血清脂質脂肪酸組成: 血清を混液クロロホルム/メタノール (2/1) で抽出した後、溶媒を留去し、硫酸メチル化法で常法によりメチル化後、ガスクロマトグラフィーにより分析した。ガスクロマトグラフ装置は大倉理化学研究所㈱ Model 103 を用いた。条件はカラム 200 cm×3 mm, 20% DEGS, Uniport A, 80~100 mesh, カラム温度 190°C, 注入口温度 230°C, キャリアガス N₂ ガス 1.2 kg/cm², 検出器 FID とした。

6) 各データの平均値の有意差の検定は *t*-検定法を用いた。ただし、同一人について条件を変えた場合をそれ

ぞれ比較しているので、対応のある二つの平均値の差の検定 (paired *t*-test) を行なった。

試験結果と考察

被験者を 2 群に分け、魚食期と肉食期の順序を第 1 群と第 2 群で入れ換えて、その順序による影響を検討した結果、各種測定項目において、この 2 群間に大きな差異は見られなかった。それゆえ、各食期間の比較をするとき、第 1 群と第 2 群を通じて同種の食期の全被験者の測定値の平均値を求め、各食期間の違いを比較した。

1) 血小板凝集能 ADP とコラーゲンによる血小板凝集能の比較を行なった結果を Table 2 に示した。ADP 濃度の上昇とともにどの食期の血小板凝集能は上昇した。この場合の各食期の血小板凝集能の相違を PRP へ ADP またはコラーゲンを添加 5 分後の最大凝集率について比較したが、いずれも各食期間に差を認めなかった。従来の報告²¹⁾²²⁾から、魚食期には血小板凝集能が抑制されるのではないかと考えられたが、われわれの得たこの結果からは魚食による血小板凝集抑制効果は認められなかった。Sanders と Hochland²³⁾は魚油濃縮油を 2 週間投与した被験者の血小板凝集能は、コラーゲン凝集では対照との間に差が見られたが、ADP 凝集では明らかでないことを見ている。彼らは EPA 1.7 g, DHA 1.2 g を毎日飲ませた条件で試験しているので、われわれの条件と ω -3 系多価不飽和脂肪酸の摂取は似ていることになるので、ADP による凝集で差が明らかでなかったのはその報告と似ていた。しかし、コラーゲンによる凝集能でも差が見られなかった。その理由については明らかでない。一方、血中のビタミン E 濃度も血小板凝集に関係することも考えられ、ビタミン E の不足条件では血小板凝集能が高まる報告²⁴⁾もあるので、この試験でも後述の過酸化脂質の上昇とビタミン E の低下に関連して血小板凝集能への影響があらわれにくかったとも考え

Table 3. Effect of the fish diet and meat diet on total cholesterol and HDL-cholesterol concentration in the serum of the healthy middle aged subjects.

Diet	Subject No.	Total cholesterol (mg/100 ml)	HDL-cholesterol (mg/100 ml)	(HDL-cho/T-cho) × 100 (%)
Pre-test period (ordinary diet)	13	198 ± 1.2*	51.0 ± 4.6 ^{ab}	26.3 ± 2.4 ^{ab}
Meat diet	13	209 ± 10.7	55.9 ± 5.3 ^a	27.5 ± 2.7 ^a
Fish diet	12	202 ± 9.9	53.7 ± 4.2 ^{ab}	27.2 ± 2.2 ^{ab}
Post-test period (ordinary diet)	13	202 ± 9.1	50.1 ± 5.3 ^b	25.1 ± 2.4 ^b

* Mean ± SEM. Means in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different ($p < 0.05$).

Fig. 1. Effects of fish diet and meat diet on concentrations of triglycerides and phospholipids in the serum of the healthy middle-aged subjects.

Each bar represents mean ± SEM of 13 subjects (9 males and 4 females).

* Significant difference from pre-test period ($p < 0.05$).

られる。

2) 血清トリグリセリドおよびリン脂質 各試験期の血清トリグリセリドとリン脂質の濃度を Fig. 1 に示した。トリグリセリドとリン脂質は、いずれも日常食から獣肉の多い肉食期に切り換えても、ほとんど影響を受けなかった。しかし、1週間の魚食期後には対照（普通食期）の場合に比べて明らかに低下が見られた。また、魚食期から普通食期（または肉食期）にもどして1週間経過後の血清トリグリセリド濃度はほぼ試験前の普通食期のレベルまでもどっていた。このように、血清トリグリセリドとリン脂質は1日約 220 g の魚缶詰を日常食に補足する条件でも短期間に有意に低下した。またその摂取

を止めると、元のレベルまで急速にもどることを認めた。こうした魚油多価不飽和脂肪酸の効果は動物実験から確認されているが、その理由として脂肪の合成系酵素活性の低下が報告されている²⁵⁾ので、人体においてもその可能性が考えられる。

3) 血清コレステロール濃度 各食期における血清総コレステロール、HDL-コレステロール濃度を Table 3 に示した。血清総コレステロール濃度は各食期間に差がまったく見られず、HDL-コレステロールについても、各食期間にほとんど差が見られなかった。したがって総コレステロール濃度に対する HDL-コレステロール濃度の比も各食期間で差はなかった。魚食による血清総コレステロールに対する影響は従来の人体試験において低下した場合と、しなかった場合が知られているが⁴⁾、試験における条件が関係している可能性があり、その原因は明らかでない。また、動物実験や人体試験で VLDL、LDL 区分のコレステロールの低下傾向が強いため²⁶⁾、HDL-コレステロールの相対的上昇作用が注目される。

4) 血清過酸化脂質と α -トコフェロール濃度 血清過酸化脂質濃度と α -トコフェロール濃度を Fig. 2 に示した。過酸化脂質濃度は魚食期にのみ明らかに著しい上昇を示し、肉食期または普通食期に切り換えることにより元のレベルに復帰した。一方、これらの各食期の血清 α -トコフェロール濃度は対照の試験前の普通食期に比べ、魚食期では明らかに低下が見られた。また、魚食期後に普通食にもどした場合には元のレベル以上の濃度になった。このように、魚食期においては血清中の過酸化脂質濃度は上昇し、これと同時に α -トコフェロール濃度の低下現象が見られたが、これは魚油に含まれる EPA (C_{20:5})、DHA (C_{22:6}) などの多価不飽和脂肪酸から過酸化脂質が産生され、それを scavenge するために α -トコフェロールの低下が起こったものと推定される。この Fig. 2 の試験結果は第 1 群と第 2 群からの全被験者の血清中の過酸化脂質と α -トコフェロール値を集計したものであるが、第 1 群では魚食期を肉食期に先行させ、第 2 群では肉食期を魚食期に先行させて、2 食期の

Fig.2. Effects of fish diet and meat diet on concentrations of lipid peroxide and α -tocopherol in the serum of the healthy middle aged-subjects.

Each bar represents mean $\pm$ SEM of 13 subjects (9 males and 4 females).

* Significant difference from pre-test period ($p < 0.05$).

Table 4. Changes in concentrations of lipid peroxide and α -tocopherol in the serum of the healthy middle aged subjects by dietary alternation (group 1) (fish diet $\rightarrow$ meat diet).

Diet	Subject No.	Lipid peroxide (nmol MDA/ml)*	α -Tocopherol (μ g/ml)
Pre-test period (ordinary diet)	7	4.73 $\pm$ 0.46**a	8.64 $\pm$ 0.34 ^a
Ordinary diet $\rightarrow$ Fish diet	7	6.35 $\pm$ 0.38 ^b	8.58 $\pm$ 0.51 ^a
Fish diet $\rightarrow$ Meat diet	7	4.91 $\pm$ 0.39 ^a	9.65 $\pm$ 0.97 ^{ab}
Meat diet $\rightarrow$ Ordinary diet (post-test period)	7	4.76 $\pm$ 0.31 ^a	11.80 $\pm$ 0.54 ^b

* MDA, malondialdehyde. ** Mean $\pm$ SEM. Means in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Changes in concentrations of lipid peroxide and α -tocopherol in the serum of the healthy middle aged subjects by dietary alternation (group 2) (meat diet $\rightarrow$ fish diet).

Diet	Subject No.	Lipid peroxide (nmol MDA/ml)*	α -Tocopherol (μ g/ml)
Pre-test period (ordinary diet)	6	4.60 $\pm$ 0.42**a	11.33 $\pm$ 1.89 ^a
Ordinary diet $\rightarrow$ Meat diet	6	5.12 $\pm$ 0.42 ^a	12.45 $\pm$ 2.49 ^{abc}
Meat diet $\rightarrow$ Fish diet	6	7.05 $\pm$ 0.88 ^b	9.40 $\pm$ 1.36 ^b
Fish diet $\rightarrow$ Ordinary diet (post-test period)	6	5.01 $\pm$ 0.53 ^a	13.83 $\pm$ 2.19 ^c

* MDA, malondialdehyde. ** Mean $\pm$ SEM. Means in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different ($p < 0.05$).

順序を第1群と第2群で変化させた。この条件の相違が血清の過酸化脂質と α -トコフェロール濃度にどのように影響するかどうかを比較した結果をTable 4および5に示した。血清過酸化脂質濃度は第1群と第2群ともに魚食期に高まり、魚食期の順序には影響されなかった。しかし血清 α -トコフェロール濃度は第2群では明らかにその前の肉食期より魚食期に低下したが、第1群では

魚食期にはその前の対照期よりとくに低下が見られなかった。この場合には対照期の α -トコフェロール値が比較的低レベルのため、差があらわれにくかったとも考えられる。しかしながら、血清過酸化脂質濃度と α -トコフェロール濃度は全体として逆の変動を示す関係にあることが明らかになった。一方、血清 α -トコフェロール濃度は血清中の総脂質濃度および中性脂肪コレステロール

Table 6. Effects of the fish diet on total lipid concentrations and ratios of α -tocopherol to total lipid in the serum of the healthy middle-aged subjects.

Diet	Subject No.	Total lipid (chol+TG+PL) (mg/100 ml)	α -Tocopherol/total lipid (μ g/mg)
Pre-test period (ordinary diet)	13	542.5 $\pm$ 32.1 ^{*a}	1.80 $\pm$ 0.08 ^a
Meat diet	13	570.2 $\pm$ 41.4 ^a	2.06 $\pm$ 0.24 ^{ab}
Fish diet	12	492.0 $\pm$ 28.1 ^b	1.82 $\pm$ 0.08 ^a
Post-test period (ordinary diet)	13	561.4 $\pm$ 32.0 ^a	2.26 $\pm$ 0.11 ^b

* Mean $\pm$ SEM. Means in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different ($p<0.05$).

Fig. 3. Effects of the fish diet and meat diet on variation of main fatty acid composition of total lipids in the serum of the healthy middle-aged subjects.

Each bar represents mean $\pm$ SEM of 13 subjects (9 males and 4 females).

* Significant difference from pre-test period ($p<0.05$).

ル濃度と比例関係にあることも報告されている²⁷⁾。総脂質濃度はいずれの脂質の濃度の影響も含まれると考えられるので、これと α -トコフェロール濃度の関係を見ることにした。そこで、血清総脂質濃度が、総コレステロール、中性脂肪、リン脂質の3者の和に近似しているものと考え、各食期のその総脂質濃度に対する α -トコフェロールの比を算出し比較した。その結果をTable 6に示した。魚食期には血清総脂質は他の食期より明らかに低くなっていた。これは血清の中性脂肪の著減が強く反映したものと考えられる。総脂質に対する α -トコフェロールの比は魚食期には肉食期に比べ低い傾向が見られ、また試験期後の普通食期より明らかに低かった。しかし、各食期の総脂質当たりの α -トコフェロール値を比較するとき、 α -トコフェロール濃度をそのまま比較するより差が少なくなった。この結果は魚食期の血清総脂質の低下に伴って血清中 α -トコフェロールも低下したと

考えられるが、これが α -トコフェロールを低下させる有力な原因の一つになっている可能性を示している。また、魚食期の α -トコフェロール濃度低下は血清総脂質濃度低下に伴って起こる以外に、少なくとも過酸化脂質産生による α -トコフェロール損耗も起こっている可能性があることも示唆していると考えられる。

5) 血清脂質の脂肪酸組成 各食期の血清総脂質の主要脂肪酸組成をFig. 3に示した。魚食期以外の食期では各脂肪酸の組成割合は互いに差が見られなかった。しかし魚食期では他の食期と明らかに異なり、C_{18:1}(ω -9)、C_{18:2}(ω -6)の低下と、C_{20:4}(ω -6)、C_{20:5}(ω -3)、C_{22:6}(ω -3)の上昇が著しかった。これはサバ魚肉中の魚油脂肪酸組成(Table 1)が強く影響しているものと考えられる²⁸⁾。EPA(C_{20:5}, ω -3)は普通食期においても血清脂質中に2~3%存在が認められたことから、日常食中で水産物なある程度摂取していることを裏づけている。

各食期の ω -6 系のアラキドン酸 (AA, $C_{20:4}$) に対する ω -3 系の EPA または DHA の比を調べてみると、EPA/AA および DHA/AA の各比はそれぞれ、試験前対照期 0.48, 0.93, 肉食期 0.40, 0.92, 魚食期 1.30, 1.17, 試験後対照期 0.49, 1.02 となり、魚食期には他の食期に比べ、EPA/AA 比が有意に高まっていた。この結果は平井らの報告²⁹⁾とよく似ていた。

以上の結果のおもな点をまとめてみると、1週間多脂魚肉を集中して摂取したこの試験における条件は現代の一般の食生活ではかなり極端な条件であるが、この場合、血清中の脂質中でもに中性脂肪の著減がたしかに認められること、そして同時に過酸化脂質の一つの指標とされる TBA 反応物濃度 (TBA 値) の上昇も起こり、そのとき血清中の α -トコフェロール濃度の低下も見られたことなどが注目される。このうち TBA 値で示される過酸化脂質濃度の解釈には問題がないわけではない。著者らはこの値は少なくとも過酸化脂質が体内で産生されやすい状態を示す指標として有意義であると考えているが、この TBA 値についての問題点も指摘されている³⁰⁾。実際に生体内で産生される過酸化脂質をどの方法で測定するかによって、結果は異なってくるかもしれないが、今後この問題についてぜひ検討が必要であると考えられる。また、生体内過酸化脂質の上昇は生体にとってマイナス要因となるとしても、実際に生体の受ける障害の程度との間の関係が十分明らかにされていない状況ではその意味づけは慎重にされなければならないと考えられる。いずれにしても、中高年者における魚食は血清脂質、とくに中性脂肪濃度を短期間に著減させる効果があり、強い血清脂質改善作用が確認できたことはこれら世代の食生活改善に魚食が有用であることを示唆している。

要 約

健康な中高年 (42~58 歳) のボランティア 13 名 (男性 9 名, 女性 4 名) に魚食 (220 g サバ水煮缶詰 1 日 1 個を日常普通食へ補足) を 1 週間摂取させたときの血小板凝集能の変化、血清中の過酸化脂質 (TBA 値), α -トコフェロール, その他中性脂肪等の主要脂質濃度および血清総脂質中の脂肪酸組成を測定し、日常普通食期および肉食期のそれらと比較した。魚食期においては血清総脂質の脂肪酸組成は魚油脂肪酸組成の影響を強く受け、 $C_{20:5}$ (EPA), $C_{22:6}$ (DHA) の割合が増加し、EPA/AA ($C_{20:4}$) の比が高まった。ADP またはコラーゲンによる血小板凝集能は魚食期と他の食期の間で差が見られなかった。魚食期の血清過酸化脂質濃度は他の食期に比べ明らかに上昇し、同時に α -トコフェロール濃度は低下していた。また血清総脂質当たりの α -トコフェロー

ル濃度も低下傾向を示した。血清中性脂肪とリン脂質の濃度は魚食期には他の食期に比べ、明らかに低くなったが、血清コレステロール濃度は各食期間に差が見られなかった。これらの結果から、中高年者が魚食を摂取することにより血清脂質改善効果が得られることを確認したが、体内に取り込まれた多価不飽和脂肪酸から過酸化脂質が体内で産生される可能性もあり、血清 α -トコフェロール濃度低下にもそれが関係しているのではないかと考えられた。

本研究の実施に際し、人体試験の被験者としてご協力いただきました国立栄養研究所の職員の各位に対し、深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Stansby, M.E. : Nutritional Properties of Fish Oils, World Rev. Nutr. Diet, Vol. 11, pp. 46-105 (1969), Karger (Basel/New York)
- 2) Borlow, S.M. and Stansby, M.E. : Nutritional Evaluation of Long-Chain Fatty Acids in Fish Oil, 245 (1982), Acad. Press (London)
- 3) Dyerberg, J. : *Nutr. Rev.*, **44**, 125 (1986)
- 4) Herold, P.M. and Kinsella, J.E. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**, 566 (1986)
- 5) von Lossnczy, T.O., Ruiter, A., Bronsgeest-Schoute, H.C., van Gent, C.M. and Hermus, R.J.J. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 1340 (1983)
- 6) Siess, W., Scherer, B., Bohlig, B., Roth, P., Kurzmann, I. and Weber, P.C. : *Lancet*, **1**, 441 (1980)
- 7) Phillipson, B.E., Rothrock, D.W., Connor, W.S. and Illingworth, D.R. : *N. Engl. J. Med.*, **312**, 1210 (1985)
- 8) Harris, W.S., Connor, W.E. and McMurry, M.P. : *Metabolism*, **32**, 179 (1983)
- 9) Sanders, T.A.B., Vichers, M. and Haines, A.P. : *Clin. Sci.*, **61**, 317 (1981)
- 10) Bronsgeest-Schoute, H.C., van Gent, C.M., Luten, J.B. and Ruiter, A. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1752 (1981)
- 11) van Gent, C.M., Luten, J.B., Bronsgeest-Schoute, H.O. and Ruiter, A. : *Lancet*, **2**, 1249 (1979)
- 12) Harris, W.S., Connor, W.E., Inkles, S.B. and Illingworth, D.R. : *Metabolism*, **33**, 1016 (1984)
- 13) Ruiter, A., Jongbloed, W., van Gent, C.M., Danse, L.H.J.C. and Metz, S.H.M. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 2159 (1978)
- 14) Mouri, K., Iesu, H., Esaka, T. and Igarashi, D. : *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **30**, 307 (1984)
- 15) 鄭 承庸, 小島義樹, 黒田圭一, 西出英一, 印南 敏 : 栄養学雑誌, **42**, 31 (1984)
- 16) Kobatake, Y., Kuroda, K., Jinnouchi, H., Nishide, E. and Innami, S. : *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **30**, 357 (1984)
- 17) 吉田秀夫 : 血液検査の基礎知識 (第2版), 153 (1982), 医歯薬出版 (東京)
- 18) Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K. : *Anal. Biochem.*, **95**, 351 (1979)
- 19) 阿部皓一, 大前雅彦, 勝井五一郎 : ビタミン, **12**, 453 (1976)

- 20) 五十嵐脩, 福嶋博保: 食品中特殊成分分析法に関する総合研究, 33 (1973), 科学技術庁
- 21) Nagakawa, Y., Orimo, H., Harasawa, M., Morita, I., Yashiro, K. and Murota, S.: *Atherosclerosis*, 47, 71 (1983)
- 22) Driss, F., Vericel, E., Lagarde, M., Dechavanne, M. and Darcet, Ph.: *Throm. Res.*, 36, 389 (1984)
- 23) Sanders, T.A.B. and Hochland, M.C.: *Br. J. Nutr.*, 50, 521 (1983)
- 24) Lake, A.M., Stuart, M.J. and Oski, F.A.: *J. Pediatr.*, 90, 722 (1977)
- 25) Iritani, N., Fukuda, E., Endo, M., Fukuda, E. and Morita, M.: *Biochem. Biophys. Acta*, 618, 378 (1980)
- 26) Harris, W.S., Connor, E.W. and McMurry, M.P.: *Metabolism*, 32, 179 (1983)
- 27) Horwitt, M.K., Harvey, C.C., Dahm, C.H. and Searcy, M.T.: *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 203, 223 (1972)
- 28) 柴 忠明, 爪田有三, 高塚 純, 竹内節夫, 五十嵐紀子, 浅田俊雄, 浅野泰資, 金井 晃, 大木美弥子: 東邦医学会雑誌, 27, 404 (1980)
- 29) 平井愛山, 浜崎智仁, 寺野 隆, 高中 篤, 原田哲志, 佐々木順子, 西川哲男, 小沢昭夫, 近藤繁美, 依光晴男, 丹羽源之助, 田村 泰, 藤田孝夫, 熊谷 朗: 動脈硬化, 9, 281 (1981)
- 30) 香川靖雄: 過酸化脂質と栄養 (五十嵐脩, 金田尚志, 福嶋博保, 美濃 真 編), 93 (1986) 光生館 (東京)

(昭和61年 8 月 5 日受理)