

女子学生における血清 n-3 系多価不飽和脂肪酸について

小川恒夫^{1*}, 川北久美子¹, 竹之山慎一², 二宮るみ子³, 小松洋一⁴

南九州大学 管理栄養学科 ¹生理学研究室; ²食品学研究室;
³臨床栄養学研究室; ⁴応用栄養学研究室

2014年10月1日受付; 2015年1月29日受理

n-3 polyunsaturated fatty acids in serum in female university students

Tsuneo Ogawa^{1*}, Kumiko Kawakita¹, Shin-ichi Takenoyama²,
Rumiko Ninomiya³ and Yoichi Komatsu⁴

¹Laboratory of Physiology, ²Laboratory of Food Science, ³Laboratory of Clinical Nutrition and ⁴Laboratory of
Nutritional Science, Department of Nutrition Management, Minami Kyushu University,
5-1-2 Kirishima, Miyazaki, 880-0032 Japan

Received October 1, 2014; Accepted January 29, 2015

Polyunsaturated fatty acids (PUFA) are classified into n-3 PUFA, for example eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), and n-6 PUFA, for example linoleic acid and arachidonic acid (AA) based on the double bond position in the molecules. EPA and DHA, which are present in large amounts in blue-fish such as mackerel, horse mackerel and pacific saury, are known to prevent atherosclerosis. The people who have low serum EPA/AA ratio, are reported to have a high incidence of coronary artery diseases. The serum EPA/AA ratio in Japanese is higher than that in Western people, which may be the reason why Japanese people have a lower incidence of coronary artery diseases. Because of the westernization of the diet, Japanese people in their twenties have lower serum EPA/AA ratio compared to those in over 60 years old. In the present study, 110 university female students aged from 19 to 21, who study nutrition management are enrolled. Body weight, body mass index, percent fat, blood pressure, serum n-3 and n-6 fatty acid concentrations, dietary survey, questionnaires regarding their life style and dietary habits are performed and the relations among these results are investigated. The findings are as follows: 1) The average serum EPA/AA ratio was 18 ± 0.11 (mean \pm SD), which is lower than that in over 60 years old Japanese although the result is in normal range. 2) Those who take large amounts of EPA or DHA in diet have high concentration of serum EPA, DHA or EPA/AA ratio. 3) Those that have increased body weight, body mass index, percent fat or diastolic pressure, have large amounts of n-6 PUFA in diet or have high concentration of serum n-6 PUFA. 4) Those that eat frequently between meals have large amounts of n-6 PUFA in the diet. Those who take fewer supplements or have an experience of doing exercise regularly have large amounts of n-3 PUFA in the diet. 5) Those who eat out frequently, take fewer supplements, have a preference for video games or television, do not consider balanced nutrition, do not prefer to take Japanese cuisine, do not utilize nutritional information and do not consider food safety have high concentration of serum n-6 PUFA. On the other hand, those who eat out less frequently, take fewer ready-to-eat foods and prefer Japanese cuisine have high concentration of n-3 PUFA. From the findings above, it is important especially for the people in young generation to obtain healthy life styles and healthy eating habits in order to increase n-3 PUFA in the diet and in the serum, which may lead to the prevention of atherosclerotic diseases in the future.

Key words: n-3 polyunsaturated fatty acids, university female students, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid.

緒言

*連絡著者: 〒880-0032 宮崎市霧島5丁目1-2 南九州大学管理栄養学科; Tel, 0985-83-3564; Fax, 0985-83-3560

脂肪酸はヒトの体内では中性脂肪, リン脂質, コ

レステロールエステルの構成成分として存在しており、エネルギーの貯蔵、細胞膜の構成、コレステロールの輸送に重要な役割を果たしている。脂肪酸は炭素鎖が連なるカルボン酸であるが、二重結合を持たない飽和脂肪酸、二重結合を一つ有する1価不飽和脂肪酸、二重結合を二つ以上有する多価不飽和脂肪酸に分けられる。多価不飽和脂肪酸は二重結合の始まる位置によって、さらにリノール酸 (LA)、 γ -リノレン酸 (GLA)、ジホモ- γ -リノレン酸 (DGLA)、アラキドン酸 (AA) などの n-6 系の多価不飽和脂肪酸と α -リノレン酸 (LNA)、エイコサペンタエン酸 (EPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA) などの n-3 系の多価不飽和脂肪酸に分類される¹⁾。n-3 系脂肪酸は植物性プランクトンや海藻中で合成され、それらを食用としている魚、特にサバ、アジ、イワシなどの青身魚やアザラシに多く含まれている。ただし α -リノレン酸は n-3 系脂肪酸であるが、シソ油、エゴマ油、アマニ油などの植物由来の油に含まれている。一方 n-6 系脂肪酸を含む食品は多岐にわたるが、n-6 系脂肪酸のうち、ヒト血清中の含有量が最も多いリノール酸は、サンフラワー油、コーン油、大豆油に多く含まれている。ヒトの体内では n-3 系脂肪酸と n-6 系脂肪酸を互に変換させる酵素がないため、摂取する食物によって体内の n-3 系と n-6 系脂肪酸のバランスが決まる。n-3 系脂肪酸には血栓融解作用や中性脂肪低下作用が認められ動脈硬化の抑制作用がある^{2,3)}のに対し、n-6 系脂肪酸については、生体内で様々な酵素反応を経てプラスタグランジンやロイコトルエンに変換されるが、これらの物質は平滑筋収縮、血小板凝集作用など動脈硬化を促進する作用を有している¹⁾。n-3 系脂肪酸に比べて n-6 系脂肪酸が増えると動脈硬化が進行し、逆に n-3 系脂肪酸が増加すると出血傾向が生じる事より、n-3 系と n-6 系脂肪酸のバランスを保つことが重要となる。近年 n-3 系脂肪酸と n-6 系脂肪酸のバランスを見る指標として、血清中の EPA/AA 比がよく用いられる。急性冠症候群の患者では血清中 EPA/AA 比が低い⁴⁾。血清中 EPA/AA 比が低い患者では冠動脈のプラークの脆弱性を認め、冠動脈疾患を発症しやすい状態にある⁵⁾、中年男性において血清 EPA/AA 比の低下は急性冠症候群の

危険因子である^{6,7)}などの報告が見られる。

日本人やカナダ北部およびグリーンランドに居住するイヌイット族など魚を多く摂取する民族では、冠動脈疾患の罹患率が低い事は以前より報告されている^{8,9)}。血清中 EPA/AA 比を国際的に比較すると、日本人やイヌイットの EPA/AA 比は欧米諸国よりも高いことが知られており、日本人やイヌイットで冠動脈疾患が少ない理由の一つと考えられている。しかし近年、食事の欧米化により、魚よりも肉を多く摂取する日本人が増えてきており、特に若年者でその傾向が強いと考えられる。そこで今回20歳前後の女子学生について、血清中 EPA/AA 比を測定し、日常の食事内容や、食習慣・生活習慣との間に関連が見られるかどうかについて検討を行った。

方法

1. 対象

平成24年度および25年度の南九州大学管理栄養学科2年生(19歳から21歳)女子で、EPA、DHAを含むサプリメントを摂取しておらず、研究に同意した110名を対象とした。本研究はヘルシンキ宣言の精神に則り、南九州大学倫理委員会の承認(審査申請第96号)を経て実施した。

2. 方法

- 1) 体脂肪、血圧、脈拍測定: 体脂肪はオムロン体脂肪計(HBF-306)にて行った。血圧は安静の状態で座位にて水銀血圧計を使用し聴診法で測定した。脈拍は橈骨動脈で15秒間測定し結果を4倍した。
- 2) 血液検査: 空腹時に正中静脈より採血した。血清中の脂肪酸24分画の測定をBML(株)(宮崎市)に依頼した。
- 3) 食事調査: 上記の採血をした後、別の日にBDHQ(簡易型自記式食事歴法質問票: brief-type self-administered diet history questionnaire)を用いて行った。結果の解析はジェンダーメディカルリサーチ(株)(東京都台東区)に依頼した。

表1. 食習慣についての質問項目と点数化

項目	1点	2点	3点	4点
1) 1日の間食回数	しない	1回	2回以上	
2) 1週間の外食回数	ほとんどなし	1,2回	3,4回	5回以上
3) 1週間のインスタント食品摂取回数	食べない	1,2回	3,4回	5回以上
4) サプリメント摂取の有無	なし	有り		
5) 過去の運動年数(合計)	0~3年	4~6年	7~9年	10~12年
6) テレビやゲームが好き	いいえ	はい		
7) 栄養バランスを考慮している	いいえ	少し考慮	考えている	
8) 和食中心の食生活をしている	いいえ	ふつう	している	
9) 栄養成分表示を利用している	いいえ	時々している	している	
10) 食品購入時に安全性を考慮している	いいえ	少し考慮	考えている	

表2. 今回解析検討した多価不飽和脂肪酸

n-6 系多価不飽和脂肪酸	
リノール酸 (LA)	C18:2 n6
γ リノレン酸 (GLA)	C18:3 n6
ジホモγ リノレン酸 (DGLA)	C20:3 n6
アラキドン酸 (AA)	C20:4 n6
n-3 系多価不飽和脂肪酸	
リノレン酸 (LNA)	C18:3 n3
エイコサペンタエン酸 (EPA)	C20:5 n3
ドコサヘキサエン酸 (DHA)	C22:6 n3

LA: linoleic acid, GLA: gamma linolenic acid, DGLA: dihomogamma-linolenic acid, AA: arachidonic acid, LNA: linolenic acid, EPA: eicosapentaenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid.

4) 食習慣・生活習慣に関するアンケートを行った。結果の点数化の方法を表1に示す。

3. 統計処理

1) 体格、血圧、血液検査、食事調査、食習慣・生活習慣に関するアンケート結果の各項目相互間の相関を Spearman の相関係数を用いて解析した。血液検査、食事調査に関しては、表2に示した n-6 系脂肪酸・n-3 系脂肪酸を対象を絞って解析を行った。統計解析にはエクセル多変量解析 (Ver. 6.0) (株式会社エスミ) を使用した。P<0.05 を有意差ありとした。

結果

1. 対象者の特性

対象者全員の体格、血圧、血液検査の結果を表3に、各脂肪酸の1日あたりの摂取量を表4に示した。結果は平均値 ± 標準偏差で示した。

2. 食事中的脂肪酸摂取量と血清中脂肪酸との相関

食事中的 EPA, DHA の摂取量の多い人は血中 EPA, DHA, EPA/AA 比が上昇していた (表5)。食事中的 GLA の摂取量が増加している人も血中 EPA と EPA/AA 比が増加していた。EPA, DHA 以外の脂肪酸の血中濃度は、いずれの脂肪酸の摂取量とも相関を示さなかった。対象者110名を食事中的 n-3/n-6 比を少ない順に4分割したところ、n-3/n-6 が増加するに従って血中 EPA/AA 比は増加した (図1)。

3. 体格・血圧と脂肪酸摂取量および血清中脂肪酸濃度

n-6 系脂肪酸の摂取が多い人、血清中 n-6 系脂肪酸濃度が高い人は、体重、BMI、体脂肪、拡張期血圧が高くなるという相関が見られた。ただし n-6 系の脂肪酸である AA の血清中濃度が高くなると BMI が低くなるという相関が見られた (表6)。食事 LA 摂取量、血清中 GLA, DGLA, AA 以外の脂肪酸の摂取量また

表3. 対象者の特性

項目	平均 ± 標準偏差
体重 (kg)	52.5 ± 6.7
BMI (kg/m ²)	20.9 ± 2.5
体脂肪率 (%)	27.5 ± 5.4
収縮期血圧 (mmHg)	109 ± 11
拡張期血圧 (mmHg)	66 ± 9.1
血液検査 (血清)	
全脂質脂肪酸 (μg/ml)	2650 ± 467
LA (μg/mL)	850 ± 130
GLA (μg/mL)	7.1 ± 4.2
DGLA (μg/mL)	29 ± 10
AA (μg/mL)	161 ± 32
LNA (μg/mL)	19 ± 9.0
EPA (μg/mL)	28 ± 17
DHA (μg/mL)	85 ± 22
EPA/AA	0.18 ± 0.11

BMI: Body Mass Index, LA: linoleic acid, GLA: gamma linolenic acid, DGLA: dihomogamma-linolenic acid, AA: arachidonic acid, LNA: linolenic acid, EPA: eicosapentaenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid.

表4. 対象者の各脂肪酸の摂取量

項目	平均 ± 標準偏差
LA (mg/日)	8600 ± 3300
GLA (mg/日)	6.7 ± 4.2
DGLA (mg/日)	25 ± 11
AA (mg/日)	140 ± 64
LNA (mg/日)	1400 ± 550
EPA (mg/日)	187 ± 40
DHA (mg/日)	340 ± 230

LA: linoleic acid, GLA: gamma linolenic acid, DGLA: dihomogamma-linolenic acid, AA: arachidonic acid, LNA: linolenic acid, EPA: eicosapentaenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid.

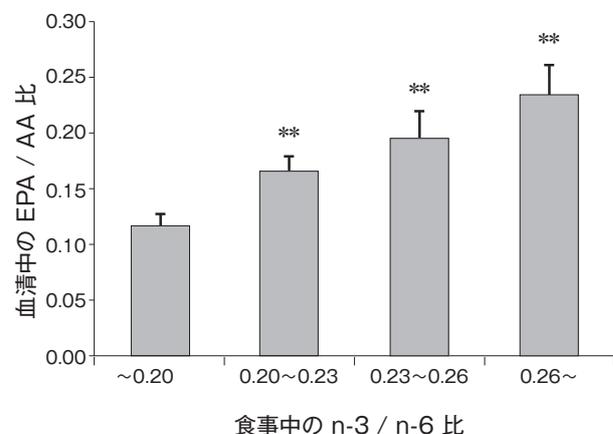


図1. 食事中n-3/n-6比の四分位各群の血清中EPA/AA比
対象者を食事中的n-3/n-6比により4群に分け、各群の血清中 EPA/AA 比を求めた。EPA: エイコサペンタエン酸, DHA: ドコサヘキサエン酸, n-3: n-3系脂肪酸, n-6: n-6系脂肪酸, **p<0.01 v.s. ~0.20群。

は血清中濃度に関しては体格・血圧とは相関が見られなかった。

4. アンケート結果と食事調査

間食頻度が多い人では DGLA, AA などの n-6 系の摂取量が増えており、サプリメント摂取が少ない人、運動経験がある人では LNA, EPA, DHA などの n-3 系脂肪酸の摂取量が増えていた (表7)。

表5. 脂肪酸摂取と血清中の脂肪酸濃度との相関

	血清中 EPA ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	血清中 DHA ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	血清中 EPA/AA ($\mu\text{g}/\text{mL}$)
食事中 LA (mg/日)	0.072	0.026	0.056
食事中 GLA (mg/日)	0.188 *	0.077	0.194 *
食事中 DGLA (mg/日)	0.155	0.087	0.142
食事中 AA (mg/日)	0.124	0.044	0.112
食事中 LNA (mg/日)	0.049	0.022	0.032
食事中 EPA (mg/日)	0.256 **	0.248 **	0.268 **
食事中 DHA (mg/日)	0.236 **	0.216 **	0.246 **

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, LA: linoleic acid, GLA: gamma linolenic acid, DGLA: dihomo-gamma-linolenic acid, AA: arachidonic acid, LNA: linolenic acid, EPA: eicosapentaenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid.

5. アンケート結果と血液検査

外食頻度が多い、サプリメントの摂取が少ない、テレビ・ゲームが好き、栄養バランスを考慮しない、和食中心の食事をしない、栄養成分表示を利用しない、食事の安全性を考慮しない人では血清中 n-6 系の脂肪酸が多いという相関が見られた。ただ n-6 系脂肪酸の中で LA に関しては、運動経験のある人、テレビ、ゲームが好きでない人、栄養バランスを考慮する人で、血中濃度が多くなるという相関がみられ、他の n-6 系脂肪酸とは逆の結果となった。一方 n-3 系脂肪酸に関しては、外食頻度が少ない、インスタント食品摂取回数が少ない、和食中心の食生活をする人では血清中 n-3 系脂肪酸が多いという相関が見られた (表8)。

考 察

今回検討した n-3 系および n-6 系脂肪酸の血清中濃度の平均値はすべて正常範囲であり、EPA/AA 比の平均値も 0.18 と正常範囲であった。健康な日本人男女を対象とした研究では、35歳未満のグループの血清 EPA/AA 比は 0.26 であったが、年齢が高くなるに従って増加し、65歳以上のグループでは 0.68 と報告されている¹⁰⁾。また動脈硬化性疾患を有さない日本人女性の血清中の EPA/AA 比を年齢別に調べた研究でも、40歳未満では EPA/AA 比は約 0.20、その後年齢が増加するに

表6. 体格・血圧と脂肪酸摂取量・血清中の脂肪酸濃度との相関

	食事中LA (mg/日)	血清中GLA($\mu\text{g}/\text{mL}$)	血清中DGLA($\mu\text{g}/\text{mL}$)	血清中 AA($\mu\text{g}/\text{mL}$)
体重 (kg)	0.230 *	0.106	0.141	- 0.066
BMI (kg/m^2)	0.197 *	0.142	0.116	- 0.203 *
体脂肪 (%)	0.221 *	0.221 *	0.213 *	- 0.155
収縮期血圧 (mmHg)	- 0.015	0.140	0.148	- 0.035
拡張期血圧 (mmHg)	- 0.023	0.187 *	0.143	0.074

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, LA: linoleic acid, GLA: gamma linolenic acid, DGLA: dihomo-gamma-linolenic acid, AA: arachidonic acid, BMI: Body Mass Index.

表7. 食習慣・生活習慣に関するアンケートと脂肪酸摂取量との相関

	LA	GLA	DGLA	AA	LNA	EPA	DHA
1) 間食頻度	0.114	0.137	0.192 *	0.219 *	0.037	0.114	0.150
2) 外食頻度	0.008	0.021	- 0.011	0.008	0.069	- 0.075	- 0.073
3) インスタント食品摂取頻度	0.177	0.116	0.108	0.150	0.188	0.079	0.104
4) サプリメント摂取頻度	- 0.098	- 0.041	- 0.084	- 0.119	- 0.097	- 0.194 *	- 0.199 *
5) 運動経験	0.194 *	- 0.032	0.066	0.081	0.229 *	0.256 **	0.231 *
6) テレビ、ゲーム好き	- 0.017	0.123	- 0.005	- 0.031	- 0.035	- 0.098	- 0.087
7) 栄養バランスの考慮	- 0.036	- 0.087	- 0.021	- 0.021	- 0.055	0.070	0.055
8) 和食中心の食生活	- 0.143	- 0.001	- 0.090	- 0.096	- 0.157	0.067	0.043
9) 栄養成分表示の利用	0.051	- 0.081	0.051	0.054	0.000	0.076	0.086
10) 食事安全性の考慮	0.078	- 0.185	0.086	0.109	0.057	0.086	0.099

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, LA: linoleic acid, GLA: gamma linolenic acid, DGLA: dihomo-gamma-linolenic acid, AA: arachidonic acid, LNA: linolenic acid, EPA: eicosapentaenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid.

表8. 食習慣・生活習慣に関するアンケートと血清中の脂肪酸濃度との相関

	LA	GLA	DGLA	AA	LNA	EPA	DHA
1) 間食頻度	0.000	0.040	- 0.033	0.050	0.111	- 0.006	0.034
2) 外食頻度	0.226 *	- 0.019	0.048	0.065	- 0.008	- 0.253 **	- 0.274 **
3) インスタント食品摂取頻度	- 0.095	0.117	0.131	- 0.085	0.014	- 0.235 *	- 0.171
4) サプリメント摂取頻度	0.136	- 0.245 *	- 0.099	- 0.139	- 0.063	- 0.037	- 0.026
5) 運動経験	0.222 *	0.005	0.005	0.179	0.074	0.090	0.053
6) テレビ、ゲーム好き	- 0.259 *	0.275 *	0.182	- 0.075	0.084	0.03	- 0.003
7) 栄養バランスの考慮	0.201 *	- 0.236 *	- 0.246 *	0.068	- 0.009	0.041	0.070
8) 和食中心の食生活	0.111	- 0.209 *	- 0.298 **	- 0.145	- 0.093	0.231 *	0.152
9) 栄養成分表示の利用	0.143	- 0.269 **	- 0.274 **	0.023	0.039	0.012	0.123
10) 食事安全性の考慮	0.043	- 0.190 *	- 0.097	- 0.111	0.053	0.012	0.035

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, LA: linoleic acid, GLA: gamma linolenic acid, DGLA: dihomogamma-linolenic acid, AA: arachidonic acid, LNA: linolenic acid, EPA: eicosapentaenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid.

従って徐々に増加し、70歳以上になると約0.60になると報告されている¹¹⁾。今回の我々の研究において20歳前後の女性で得られた血清 EPA/AA = 0.18と言う結果は、上記の2つの研究を参考にすると妥当な結果と考えられる。上記の研究では65歳~70歳での EPA/AA比が0.60を超えており、同じ日本人でも若年者と高齢者では EPA/AA比に3倍以上の差があり、それだけ世代間での食事内容が変化していることが推察される。Motoyamaらは40代の健康男性の血清脂肪酸値を国際比較した研究を報告している¹²⁾。この論文では血清 EPA/AA比は計算されていなかったが、論文中の表に記載されている血清 EPA平均値と AA平均値の比を計算したところ、日本在住の日本人では血清中 EPA/AA比が0.39であるに対し、アメリカ在住の白人では0.09となり、アメリカ人と日本人の間に4倍以上の差を認めた。この方法で求めた数値は、血清 EPAの平均値と血清 AAの平均値の比を計算しただけなので、正確に EPA/AA比を表しているとは言いがたいが、日本とアメリカの間に大きな差があることは間違いないと思われる。この差は日本人とアメリカ人の食事内容から来ていると推察されるが、さらにこの差が日米の虚血性心疾患や脳血管障害の発症率の差の原因の一つになっているとも考えられる。日本人の若年者は高齢者に比べて血清中 EPA/AA比が3分の1以下になっていることから、このままの状態が続いた場合、今の若年者が40歳、50歳代の生活習慣病を発症する年齢になる頃には、日本人の虚血性心疾患、脳血管障害の発症率が欧米人に近づく事が予想され、n-3系脂肪酸の摂取を増やすために何らかの対策を取る事が必要であると考えられる。

食事で摂取した脂肪酸と血清中の脂肪酸との関連について、今回の研究では、EPA、DHA摂取量と血清中の EPA、DHA値に相関が見られた。川端らの報告では、20歳前後の若年女性において、脂肪酸濃度を血漿の中性脂肪、血漿コレステロール、血漿リン脂質、赤血球リン脂質の4つの分画に分けて測定し、食事の脂肪酸との関連を検討したところ、4つのすべての分画において EPAの摂取量が多いと EPA濃度が増加し

ていた¹³⁾。また、DHAに関しては、血漿の中性脂肪と血漿リン脂質の2つの分画の DHA濃度が食事の摂取量と相関していた。また別の研究で、魚の摂取頻度と血中 n-3系脂肪酸との関連について調べた論文では、日本人のみならず白人、アフリカ系アメリカ人、ヒスパニック系アメリカ人、中国系アメリカ人など様々な人種において魚の摂取頻度が増えると血中の n-3系脂肪酸の濃度が高くなることが報告されている^{14,15)}。代表的な血中脂質として中性脂肪の他にはコレステロールが挙げられるが、血中コレステロールは食事で摂取したコレステロールと体内で合成されたコレステロールから構成されている。例えば、肥満症や脂質異常症などでは、体内でのコレステロール合成は増えているが、腸管からのコレステロール吸収は減っている¹⁶⁾。この様に血中コレステロール値は、腸管からの吸収量と体内での合成量とに依存するため、食事摂取量の変化が血中濃度に反映しにくい。高 LDL-コレステロール血症の患者に食事療法を行ってもなかなか効果が見られにくい事は日常診療でよく耳にするところである。それに対して、n-3系および n-6系脂肪酸は、体内で合成出来ないため、摂取量の違いが血中濃度に反映しやすい事から、n-3系脂肪酸と n-6系脂肪酸のバランスを保つためには適正な食事摂取を心がける事が大切だと考えられる。

食事中および血中の脂肪酸組成と体格・血圧の関連に関しては、n-3系脂肪酸では相関を認めなかったが、いくつかの n-6系脂肪酸では摂取量の増加または血中濃度の増加が体重、体脂肪、血圧などと正の相関を認めた。n-3系脂肪酸、n-6系脂肪酸もいずれも脂質なので、その摂取が増加したり、血中濃度が増えたりすると、摂取エネルギーが増え、それが体重・体脂肪の増加につながり、内臓脂肪の増加から血圧も上昇することが n-3系脂肪酸、n-6系脂肪酸の両者で見られると予想された。しかし今回の研究では n-3系脂肪酸の摂取または血中濃度の増加が体重・体脂肪・血圧増加に結びつかなかったが、その理由として、n-3系脂肪酸のインスリン抵抗性改善作用が関連していると思われる¹⁷⁾。インスリン抵抗性が改善するとリポ蛋白リパー

ゼの働きがよくなり、脂質代謝の改善によって中性脂肪が減少し、体重・体脂肪率の改善につながると思われる。また体脂肪が減ると脂肪細胞から分泌されるアンジオテンシノーゲンが減少し血圧低下にもつながってくると考えられる。このような n-3 系脂肪酸の体重、体脂肪、血圧の低下作用により、n-3 系脂肪酸の摂取や血中濃度が増加しても、体重、体脂肪、血圧が増えなかったのではないと思われる。糖尿病、高血圧、脂質異常症などを有する日本人を対象に、インピーダンス法による内臓脂肪面積を血中脂肪酸との関連を研究した論文では、血中 AA が増加すると内臓脂肪面積は増加したが、血中 EPA や DHA が増加しても、内臓脂肪面積は変化しなかったと報告している¹⁸⁾。

食習慣、生活習慣と脂肪酸との関連を調べた結果については、若干の例外はあるものの概ね以下の様な結果となった。外食頻度が少ない、インスタント食品の利用が少ない、運動経験があるなど、良好な食習慣・生活習慣を有している者は食事中または血中の n-3 系脂肪酸が多くなり、栄養バランスを考慮しない、和食中心の生活をしない、栄養成分表示を利用しないなど、好ましくない食習慣を有する者は n-6 系脂肪酸が多くなるという相関が見られた。これは予想した通りの結果であり、普段から健康に気をつける人は、食事内容や運動に配慮し、魚と肉をバランスよく摂取しているものと考えられる。ここで外食の項目に注目してみると、外食の頻度が増えると n-6 系脂肪酸の LA の血中濃度は増加し、n-3 系脂肪酸の EPA、DHA の血中濃度は低下していた。外食や持ち帰り弁当で見られる典型的なメニュー 26 種類について、脂肪酸組成を調べた研究では、提供された食事の n-6/n-3 比が厚労省の推奨している 4.0 以下となったのは 2 種類のみで、残り 24 種類のメニューはすべて 4.0 以上となったと報告している¹⁹⁾。この様に外食や調理済みの食品を購入する中食では n-3 系脂肪酸に比べて n-6 系脂肪酸が多いことが明らかである。また総務省統計局が発表している食費の構成比を調べたデータを見ると、60 歳以上の日本人男女では、全体の食費に占める外食に使った食費の割合が 18.7% であるのに対し、35 歳～59 歳では 43.1%、35 歳未満では 51.9% と若年になるほど外食に費やす費用が増加していた²⁰⁾。血中の EPA/AA 比が若年者ほど低下しているのは、高齢者に比べて若年者で外食をする人が増えている事もその原因の一つと考えられる。

今回の研究から、生活習慣、食習慣の乱れ、特に外食の増加が血中 n-3 系脂肪酸の低下、血中 EPA/AA 比の低下に関連している可能性が示唆された。従って血中 n-3 系脂肪酸、血中 EPA/AA 比を増加させて、将来の動脈硬化性疾患を予防するためには生活習慣、食習慣の改善が必要であると思われる。特に食習慣は幼少時に形成されることから、幼少期からの食育が、将来の動脈硬化性疾患の予防にとって重要であると考えられる。

まとめ

管理栄養学科に在籍する 19 歳～21 歳の女子大学生 110 名の n-3 系および n-6 系脂肪酸の血中濃度を調べ、体格、血圧、食事摂取内容、食習慣・生活習慣との関連を検討した。EPA/AA 比は 60 代以上の日本人の平均値 0.60 に比べ 0.18 と非常に低下しており、将来の動脈硬化性疾患の増加が危惧された。食事中 EPA、DHA 摂取量が多いと血清中 EPA、DHA、EPA/AA 比が高いという相関が見られた。体重、BMI、体脂肪、拡張期血圧が高い者は食事中 n-6 系脂肪酸の摂取量が多い、または血清中 n-6 系脂肪酸濃度が高いと言う相関が見られた。良好な食習慣、生活習慣を有している者は n-3 系脂肪酸の摂取量または血中濃度が増えており、好ましくない食習慣を有する者は n-6 系脂肪酸の摂取量または血中濃度が増えていた。今回の研究より、食習慣・生活習慣を改善することにより、n-3 系脂肪酸の摂取または血中濃度を増やし、動脈硬化性疾患を予防できる可能性が示唆された。

謝辞

この研究は南九州学園研究奨励費により行われたものである。

参考文献

- 1) 才田恵美, 近藤和男 (2013) 必須多価不飽和脂肪酸とはどのようなものか (そうだったんだ脂肪酸), 伊藤浩, 文光堂, pp. 22-31.
- 2) Oosthuizen W, Vorster HH, Jerling JC, Barnard HC, Smuts CM, Silvis N, Kruger A, Venter CS. (1994) Both fish oil and olive oil lowered plasma fibrinogen in women with high baseline fibrinogen levels. *Thromb Haemost.* 72: 557-562.
- 3) Harris WS. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. (1997) *Am J Clin Nutr.* 65 (5 Suppl) : 1645S-1654S.
- 4) Nishizaki Y, Shimada K, Tani S, Ogawa T, Ando J, Takahashi M, Yamamoto M, Shinozaki T, Miyauchi K, Nagao K, Hirayama A, Yoshimura M, Komuro I, Nagai R, Daida H. (2014) Significance of imbalance in the ratio of serum n-3 to n-6 polyunsaturated fatty acids in patients with acute coronary syndrome. *Am J Cardiol.* 113: 441-445.
- 5) Kashiwase K, Ueda Y, Nemoto T, Wada M, Masumura Y, Matsuo K, Nishio M, Hirata A, Asai M, Kashiwase K, Kodama K. (2011) Relationship between coronary plaque vulnerability and serum n-3/n-6 polyunsaturated

- fatty acid ratio. *Circ J*. **75**: 2432-2438.
- 6) Ninomiya T, Nagata M, Hata J, Hirakawa Y, Ozawa M, Yoshida D, Ohara T, Kishimoto H, Mukai N, Fukuhara M, Kitazono T, Kiyohara Y. (2013) Association between ratio of serum eicosapentaenoic acid to arachidonic acid and risk of cardiovascular disease: the Hisayama Study. *Atherosclerosis*. **231**: 261-267.
 - 7) Serikawa T, Miura S, Okabe M, Hongo H, Tokutome M, Yoshikawa T, Takesue K, Adachi S, Osaka K, Matsukawa R, Yanagi D, Nozoe M, Kozai T, Hironaga K, Saku K, Yamamoto Y. (2014) The ratio of eicosapentaenoic acid to arachidonic acid is a critical risk factor for acute coronary syndrome in middle-aged older patients as well as younger adult patients. *J Cardiol*. **63**: 35-40.
 - 8) Yamagishi K, Iso H, Date C, Fukui M, Wakai K, Kikuchi S, Inaba Y, Tanabe N, Tamakoshi A; Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risk Study Group. (2008) Fish, omega-3 polyunsaturated fatty acids, and mortality from cardiovascular diseases in a nationwide community-based cohort of Japanese men and women the JACC (Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risk) Study. *J Am Coll Cardiol*. **52**: 988-996.
 - 9) Dewailly EE, Blanchet C, Gingras S, Lemieux S, Sauvé L, Bergeron J, Holub BJ. (2001) n-3 Fatty acids and cardiovascular disease risk factors among the Inuit of Nunavik. *Am J Clin Nutr*. **74**: 603-611.
 - 10) Yanagisawa N, Shimada K, Miyazaki T, Kume A, Kitamura Y, Ichikawa R, Ohmura H, Kiyonagi T, Hiki M, Fukao K, Sumiyoshi K, Hirose K, Matsumori R, Takizawa H, Fujii K, Mokuno H, Inoue N, Daida H. (2010) Polyunsaturated fatty acid levels of serum and red blood cells in apparently healthy Japanese subjects living in an urban area. *J Atheroscler Thromb*. **17**: 285-294.
 - 11) 佐久間一郎 (2013) 脂肪酸のバランスが崩れてきている現代人 (そうだったんだ脂肪酸), 伊藤浩, 文光堂, pp. 40-45.
 - 12) Motoyama KR, Curb JD, Kadowaki T, El-Saed A, Abbott RD, Okamura T, Evans RW, Nakamura Y, Sutton-Tyrrell K, Rodriguez BL, Kadota A, Edmundowicz D, Willcox BJ, Choo J, Katsumi N, Otake T, Kadowaki S, Kuller LH, Ueshima H, Sekikawa A. (2009) Association of serum n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids with lipids in 3 populations of middle-aged men. *Am J Clin Nutr*. **90**: 49-55.
 - 13) 川端 輝江, 平山朝子, 大越麻由子, 大塚恭子, 奥山梓, 長谷川恭子 (2004) n-3系多価不飽和脂肪酸の摂取が血中の各脂質画分の脂肪酸組成に与える影響. 女子栄養大学紀要. **35**: 23-29.
 - 14) Chung H, Nettleton JA, Lemaitre RN, Barr RG, Tsai MY, Tracy RP, Siscovick DS. (2008) Frequency and type of seafood consumed influence plasma (n-3) fatty acid concentrations. *J Nutr*. **138**: 2422-2427.
 - 15) Wakai K, Ito Y, Kojima M, Tokudome S, Ozasa K, Inaba Y, Yagyu K, Tamakoshi A; JACC Study Group. (2005) Intake frequency of fish and serum levels of long-chain n-3 fatty acids: a cross-sectional study within the Japan Collaborative Cohort Study. *J Epidemiol*. **15**: 211-218.
 - 16) 小川恒夫, 川北久美子, 坂元紀陽, 松尾剛志, 杜若陽祐, 石川 正, 今村卓郎, 北村和雄 (2012) コレステロール合成・吸収と生活習慣との関連について. 南九州大学研究報告 **42A**: 57-63.
 - 17) Liu X1, Xue Y, Liu C, Lou Q, Wang J, Yanagita T, Xue C, Wang Y. (2013) Eicosapentaenoic acid-enriched phospholipid ameliorates insulin resistance and lipid metabolism in diet-induced-obese mice. *Lipids Health Dis*. **12**:109. doi: 10.1186/1476-511X-12-109.
 - 18) Inoue K, Kishida K, Hirata A, Funahashi T, Shimomura I. (2013) Low serum eicosapentaenoic acid/arachidonic acid ratio in male subjects with visceral obesity. *Nutr Metab (Lond)*. **10**:25. doi: 10.1186/1743-7075-10-25.
 - 19) 金子佳代子, 川口めぐみ, 畑結樹 (1999) 揚げ物を中心とした外食, 持ち帰り弁当の脂肪酸, ビタミン E 含量. *ビタミン* **73**: 727-733.
 - 20) 総務省統計局ホームページ (2003) 男女・年齢階級別の家計. <http://www.stat.go.jp/data/soutan/2003np/5.htm> (アクセス年月日: 2015年1月26日).