

# 鶏卵を用いたコレステロール負荷による血清脂質への影響と大学生の血清脂質検査値

Effect of dietary cholesterol from eggs on plasma lipid levels in healthy young adult students

木村幸子\*、熊谷千佳\*、尾崎浩平\*、大谷香代\*、寺嶋正治\*

Sachiko KIMURA, Chika KUMAGAI, Kohei OZAKI, Kayo OTANI, Masaharu TERASHIMA

キーワード：コレステロール、血清脂質値、鶏卵、卵黄、日本人の食事摂取基準（2015）

Key Words : cholesterol, serum lipid levels, chicken egg, egg yolk, Dietary Reference Intakes for Japanese (2015)

## 要約

日本人の食事摂取基準（2010年版）では、食事からコレステロールを多く摂取すると、血中より末梢組織に運搬されるコレステロールが過剰となり、それらが血管壁に沈着することで動脈硬化を引き起こすと考えられていた。そのため、成人男性ではコレステロール摂取量は1日750mg以下、女性では600mg以下と定められていた。日本人の食事摂取基準2015年度版では、コレステロールの摂取量に応じて肝臓での生合成にフィードバック調節が働くため、コレステロールの摂取量が、ただちに血中総コレステロール値に反映されるわけではないことから、コレステロール値に関する基準（目標量）がなくなった。

今回の研究では、コレステロール摂取量と血清脂質値の相関を検討するため、健康な成人大学生を対象に鶏卵を2~5個/日、2~4週間負荷し、血清コレステロール、トリグリセリド値を測定した。鶏卵2個または5個を2週間摂取した場合、実験前、1週間後、2週間後の血清脂質値（総コレステロール、LDL-コレステロール、HDL-コレステロール、トリグリセリド値）に有意な変化は見られなかった。鶏卵5個を、全卵または卵黄のみで2週間摂取した場合、卵黄のみ摂取した群で、血清総コレステロール値が1週間、2週間後ともに有意に上昇し、LDL-コレステロール値は1週間後のみ有意に上昇した。しかし、同時にHDL-コレステロールも上昇していたため、動脈硬化進展の良い先行指標と考えられている総コレステロール/LDL-コレステロール比やLDL-コレステロール/HDL-コレステロール比については、有意差を示さなかった。全卵摂取群では、血清脂質値の上昇は見られなかったため、卵白に含まれるタンパク質成分であるオボムチ

---

\* 東海学園大学健康栄養学部管理栄養学科

ン、またはシスチンが腸管からのコレステロール吸収を抑制している可能性が示された。鶏卵3個を4週間、食物繊維の同時摂取有無で負荷したところ、食物繊維の有無にかかわらず、2週間および4週間後の血清脂質値の有意な変化は見られなかった。以上の結果から、鶏卵2~3個/日を4週間継続して摂取しても、血清脂質値に有意な変化は見られない事が示された。

また、平成23から29年における東海学園大学管理栄養学科2年生（総数693名分）の血清総コレステロール値およびトリグリセリド値と、平成25、26年国民健康・栄養調査のそれとを比較した。その結果、女子学生では高コレステロール血症（220 mg/dL以上）、高トリグリセリド血症（150mg/dL以上）を示すものの割合は国民健康・栄養調査の結果と大きな差は見られなかったが、男子学生では高脂血症を示すものの割合が、国民健康・栄養調査の結果と比較すると明らかに低かった。この差について、一つは国民健康・栄養調査は20代男子が対象であり年齢幅が20-29歳と幅広いのに対し、当大学男子学生は19-20歳であった事、二つ目は、管理栄養士を目指す学生で「食と健康」への関心が高いため、食事内容をはじめとした生活習慣が異なっていた可能性が考えられた。

以上、健康な成人において一日に鶏卵2個程度の摂取（コレステロール400 mg含有）は、血清コレステロール値に全く影響を与えない事が示された。食事からのコレステロール摂取をむやみに怖がる必要は全くなく、適切な食事摂取を心がける上で、鶏卵は安価で高い栄養価を持つ食品であるので、積極的に摂取しても良いと考えられた。

#### Abstract

The dietary reference intakes for Japanese (2015) have removed the recommendation of limiting cholesterol intake to no more than 750 mg/day for men and 600 mg/day for women, since there is no scientific evidence that dietary cholesterol increases the plasma total or LDL-cholesterol levels. Considering eggs are a rich source of dietary cholesterol, individuals are often advised to consume an egg per day at most.

This study investigated the relationship between the dietary cholesterol of eggs and plasma cholesterol levels in healthy young adult students in the Department of Registered Dietitians. Three independent experiments A - C were carried out, in which 2 to 5 eggs were consumed and plasma cholesterol levels were examined. Findings were as follows. Experiment A: consumption of 2 or 5 eggs per day for 2 weeks caused no significant change in plasma cholesterol levels. Experiment B: consumption of 5 egg yolks per day for 2 weeks caused a significant change ( $p < 0.05$ ) in plasma total cholesterol and LDL-cholesterol levels, but not in the ratio of LDL-/HDL-cholesterol known as the predictive factor for atherosclerosis. Consumption of 5 whole eggs per day for 2 weeks caused no significant change. We

considered that ovomucin and/or cystin in egg whites could interfere with the absorption of dietary cholesterol from the mucosa of intestines. Experiment C: consumption of 3 eggs per day for 4 weeks simultaneously with or without 10 g of water-soluble dietary fibers caused no significant change in plasma cholesterol levels.

The meta-analysis of prospective cohort studies with 17 reports found that higher egg consumption is not associated with elevated risk of coronary heart disease and strokes. Thus, consumption of 2 whole eggs per day could have no health-damaging effects, and could contribute to an individual's health promotion by offering the nutritional advantages of eggs.

## 緒言

日本人の食事摂取基準（2010年版）では、食事からコレステロールを多く摂取すると、血中より末梢組織に運搬されるコレステロールが過剰となり、それらが血管壁に沈着することで動脈硬化を引き起こすと考えられていた。そのため、成人男性ではコレステロール摂取量は1日750 mg以下、女性では600 mg以下と定められていた（春日，2010）。日本人の食事摂取基準2015年度版では、コレステロールの摂取量に応じて末梢への補給が一定に保たれるように、肝臓での生合成にフィードバック調節が働くため、コレステロールの摂取量が直ちに血中総コレステロール値に反映されるわけではないという判断から、コレステロール値に関する基準（目標量）がなくなった（菱田他，2015）。

動脈硬化関連疾患に関しては、卵（鶏卵）はコレステロール含有量が高く、また日常の摂取量も多いため、卵の摂取量と疾患リスクを調べることにより、コレステロール摂取による疾患リスクが推定されている。卵の摂取量と動脈硬化性疾患罹患との関連を調べた2013年のメタ・アナリシス（Rong et al., 2013）では、卵の摂取量と冠動脈疾患及び脳卒中罹患との関連は認められていない。日本人を対象としたコホート研究のNIPPON DATA80でも、卵の摂取量と虚血性心疾患や脳卒中による死亡率との関連はなく、1日に卵を2個以上摂取した群とほとんど摂取しない群との死亡率を比べても有意差は認められなかった（Nakamura et al., 2006）。卵の摂取量と冠動脈疾患罹患との関連を調べたJPHC研究や、糖尿病患者においても卵の摂取量と冠動脈疾患罹患との関連は認められていない。このようにコレステロールの摂取量は低めに抑えることが好ましいと考えられるものの、目標量を算定するのに十分な科学的根拠が得られなかったため、2015年版日本人の食事摂取基準では目標量の算定は控えられた（菱田他，2015）。

このため、われわれは鶏卵摂取によるコレステロール負荷が、血清脂質値にどのような影響を及ぼすのか、食事調査・形態計測・血液生化学検査の面から詳細に検討した。今回の研究では、人間の体内でのコレステロール生合成量と摂取量を考慮し、鶏卵2~5個（1個あたりコレステ

ロール 210 mg を含む) を 2~4 週間摂取し、実験開始前、実験中、実験終了後に血清脂質値を測定した。また、卵白タンパク質や食物繊維は、コレステロール吸収抑制作用があると考えられているため、①卵黄摂取群と全卵摂取群、②食物繊維同時摂取群、非摂取群を比較検討した。

また、食と健康に関心が高い管理栄養学科学生の血清脂質値のレベルは、一般健康成人に比べ何か特徴的な事はないだろうかと考え、平成 23 から 29 年における東海学園大学管理栄養学科 2 年生 (総数 693 名分) の血中脂質測定値を分析し、平成 25、26 年国民健康・栄養調査の血清脂質値と比較し、考察を行った。

## 実験方法

### 1. 鶏卵摂取による血中脂質値の変化

実験対象者は、以下に示す通りである。

実験 A : 平成 27 年度 東海学園大学 管理栄養学科 4 年生 9 名 (21~22 歳)

実験 B : 平成 28 年度 東海学園大学 管理栄養学科 4 年生 10 名 (21~22 歳)

実験 C : 平成 29 年度 東海学園大学 管理栄養学科 4 年生 11 名 (21~22 歳)

#### (1) 研究開始前の健康診断

研究開始前に被験者の学生に対して、以下の項目の健康診断を行った。

- 1) 問診、血圧、身長、体重、体脂肪率測定
- 2) 尿検査 : 尿糖、タンパク
- 3) 血液検査
  - ①血清脂質 : 総コレステロール (T-cho)、LDL-コレステロール (LDL-cho)、  
HDL-コレステロール (HDL-cho)、トリグリセリド (TG)
  - ②血液一般 : RBC、Hgb、WBC
  - ③肝機能 : AST、ALT、 $\gamma$ -GTP、ALP、T-bil
  - ④腎機能 : BUN、Cre

これらの血液検査について検査結果を検討し、被験者全員の健康状態を把握 (寺嶋正治医師) した後以下に以下のコレステロール負荷の実験を行った。尚、結果によっては実験対象から外れる場合も考えられた。

#### (2) 鶏卵の摂取方法

実験 A : 被験者を初回の血液検査のデータより 2 群に分け、鶏卵 2 個/日もしくは 5 個/日のどちらかを 2 週間摂取することとした。振り分け方は、初回血液検査の結果から血中脂質が高

めの者 (LDL-cho > 120 mg/dl、T-cho > 200 mg/dl を基準とする) は卵 2 個/日とし、その他は無作為に 2 群に分けた (鶏卵 2 個摂取群 N=5、鶏卵 5 個摂取群 N=4)。

実験 B : 被験者を初回の血液検査のデータより 2 群に分け、卵黄 5 個/日もしくは全卵 5 個/日のどちらかを 2 週間摂取することとした。振り分け方は初回血液検査の結果から両群の T-cho 平均値が等しくなるように分けた (卵黄摂取群 N=5、全卵摂取群 N=5)。

実験 C : 被験者を初回の血液検査のデータより 2 群に分け、鶏卵 3 個/日もしくは鶏卵 3 個/日 + 食物繊維 10g/日のどちらかを 4 週間摂取することとした。振り分け方は初回血液検査の結果から両群の T-cho 平均値が等しくなるように分けた (鶏卵摂取群 N=5、鶏卵 + 食物繊維摂取群 N=6)。食物繊維摂取群では、ダイエタリーファイバー 10g/日 (難消化性デキストリン (水溶性食物繊維)、ニチエー株式会社) を鶏卵とともに摂取することとした。

実験 A、B、C ともに、全卵 M サイズ約 50g (日本食品標準成分表 2015 よりコレステロール含有量約 210 mg) を必ず加熱して摂取することとした。

### (3) 食事摂取量

鶏卵によるコレステロール負荷中の食事摂取は、日本人の食事摂取基準 (2015 年版) を参考に標準体重に合わせた適正カロリーとする。また、食事内容は問わないこととするが、食事から摂取する鶏卵を含むコレステロール量を制限した (1 日 600 mg 以下を可とする)。研究中の運動習慣は普段通りとし、研究に対して意識的な運動はしないようにするため、実験開始前に事前指導を行った。

### (4) 実験期間中の食事調査および形態計測、血液検査

実験期間中の測定項目は以下 1)~3) とし、1) は毎日行い、2) ~3) は実験 A、B では実験開始前、1 週間後、2 週間終了時に、実験 C では実験開始前、2 週間後、4 週間終了時に測定を行った。

- 1) 食事調査 : 被験者の摂取栄養量の調査は、食事記録法により行った。調査にあたっては、栄養計算ソフト「エクセル栄養君」を用いた。
- 2) 形態計測 : 体脂肪率は体脂肪計にて計測した。また、身体各所の周囲径の測定はメジャーならびにキャリパーを用いて測定を行った。測定項目は、①ウエスト周囲長 (内臓脂肪量の推定)、②上腕三頭筋部皮下脂肪厚 (TSF : 体脂肪の推定)、③上腕周囲長 (AC : 体脂肪量と筋肉量の推定) とした。
- 3) 血液検査 : 血清脂質検査として、T-cho、LDL-cho、HDL-cho、TG を測定した。

### (5) データ解析

得られたデータを解析し、コレステロールの過剰摂取が及ぼす血清脂質値への影響を明らかに

した。データはパスワード付きのエクセルで解析し、リムーバブルディスクでの持ち出しをしないこととした。また、個人名は全て番号に置換しておき、個人情報の保護に努めた。また、両群の血清脂質値(T-cho、LDL-cho、HDL-cho、TG)結果において、実験A、Bでは摂取開始前～1週間目、摂取開始前～2週間目、1週間目～2週間目において、実験Bでは、摂取開始前～2週間目、摂取開始前～4週間目、2週間目～4週間目において、t-検定を行った。

#### (6) 対象者の人権擁護のための配慮

本研究を遂行するにあたっては、関連法規を遵守し、被験者の人権と安全性を最大限に尊重して実施した。研究成果を公表する場合には、年齢、性別、身体的特性に関する内容以外の個人情報は明らかにしなかった。研究を行うにあたっては、東海学園大学研究倫理委員会に研究計画書および研究倫理審査申請書を提出し、承認を受けた(東海学園大学研究倫理28-4)。

## 2. 管理栄養学科学生における血中脂質値および国民健康・栄養調査との比較

平成23から29年の東海学園大学管理栄養学科学生2年生(総数693名)の血中脂質値と平成25、26年の国民健康栄養調査を比較、検討した。対象項目は、総コレステロール値、トリグリセリド値とした。

## 結果

### 1. 鶏卵摂取による血中脂質値の変化

#### (1) 総コレステロール(T-cho)

実験A：卵2個摂取群は実験開始前に比べ平均値が1週目に上昇し、2週目には減少する結果となった。また、卵5個摂取群では実験開始前より1週目、2週目ともに減少傾向を示す結果となった(Fig.1-①)。それぞれの群において、群間検定(t-test)を行なったが、有意差を認めなかった。

実験B：卵黄5個摂取群は初回に比べ平均値が1週目に上昇し、2週目には低下する結果となった。また、全卵5個摂取群では卵黄5個摂取群と同様、初回より1週目に上昇し、2週目で低下傾向を示す結果となった(Fig.2-①)。卵黄5個摂取群において、実験開始前と1週目、実験開始前と2週目において有意差を認めた( $p < 0.05$ )。全卵5個摂取群においては群間で有意差を認めなかった。

実験C：鶏卵3個摂取群は、実験開始前に比べ平均値が2週目に低下し、4週目には元の数値に戻るといった結果となった。また、鶏卵3個+食物繊維摂取群では実験開始前から2週目、4週目で上昇していく結果となった(Fig.3-①)。それぞれの群において、群間検定(t-test)



を行なったが、有意差を認めなかった。

#### (2) LDL-コレステロール (LDL-cho)

実験A：卵2個摂取群、卵5個摂取群共に1週目で上昇したが、2週目で低下傾向を示した (Fig.1-②)。それぞれの群において、群間検定 (t-test) を行なったところ、群間では有意差を認めなかった。

実験B：卵黄5個摂取群は実験開始前に比べ1週目で上昇したが、2週目で低下傾向を示した。全卵5個摂取群では実験開始前に比べ、1週目、2週目共に上昇傾向を示した (Fig.2-②)。卵黄5個摂取群において実験開始前と2週目で有意差を認めた ( $p < 0.05$ ) が、他の群間では有意差を認めなかった。

実験C：鶏卵3個摂取群では実験開始前に比べ2週目で低下したが、4週目で実験開始前とほぼ同じ値に戻った。鶏卵3個+食物繊維摂取群では、鶏卵3個摂取群とは異なり、初回に比べ2週目で上昇したが、4週目ではほぼ同じ値に戻った (Fig.3-②)。それぞれの群において、群間検定 (t-test) を行なったが、有意差を認めなかった。

#### (3) HDL-コレステロール (HDL-cho)

実験A：卵2個摂取群、5個摂取群共に実験開始前に比べ、減少傾向が見られた (Fig.1-③)。

それぞれにおいて、群間検定 (t-test) を行なったところ、群間では有意差を認めなかった。

実験B：卵黄5個摂取群、全卵5個摂取群共に1週目では上昇し、2週目で低下傾向が見られた (Fig.2-③) が、群間では有意差を認めなかった。

実験C：鶏卵3個摂取群では実験開始前に比べ2週目で低下し4週目で元の数値に戻るという結果となった。また、鶏卵3個+食物繊維摂取群では、平均値は初回に比べ2週目も4週目も大きな変化がみられない結果となった (Fig.3-③)。それぞれの群において、群間検定 (t-test) を行なったが、有意差を認めなかった。

#### (4) トリグリセリド (TG)

実験A：卵2個/日もしくは5個/日を2週間摂取した場合、共に実験開始前に比べ1週目で上昇し、2週目では下回るほどの減少傾向が見られた。それぞれの群において、群間検定 (t-test) を行なったが、群間では有意差を認めなかった (Fig.1-④)。

実験B：卵黄5個/日もしくは全卵5個/日のどちらかを2週間摂取した場合、卵黄5個/日では実験開始前に比べ漸増傾向を示したが、全卵5個/日では、1週目で上昇し、2週目では初回の検査値を下回る減少傾向が見られた (Fig.2-④)。群間では有意差を認めなかった。

実験C：鶏卵3個摂取群は2週目、4週目ともに減少がみられたが、鶏卵3個+食物繊維摂取群

は2週目、4週目ともに上昇がみられた (Fig.3-④)。群間では有意差を認めなかった。

(5) 総コレステロール／HDL-コレステロール比 (T-cho/HDL-cho)

実験A：卵2個/日もしくは5個/日を2週間摂取した場合、1週目に上昇し、2週目には減少するといった結果となった (Fig.1-⑤)。また、それぞれの群において群間検定 (t-test) を行なったが、有意差を認めなかった。

実験B：卵黄5個摂取群は実験開始前に比べ1週目で上昇したが、2週目で低下傾向を示した。全卵5個摂取群では初回に比べ、1週目、2週目共に上昇傾向を示した (Fig.2-⑤)。また、それぞれの群において群間検定 (t-test) を行なったところ、有意差を認めなかった。卵黄5個摂取群では、T-cho の値では実験開始前と1週目、実験開始前と2週目で有意差を認めているが (Fig.2-①)、T-cho/HDL-cho 比にすると有意差がなくなる結果となった。これは、T-cho と HDL-cho の変化が同じ傾向を示すため生じると考えた。

実験C：鶏卵3個摂取群は1週目に上昇し、2週目には減少するといった結果となった。鶏卵3個+食物繊維摂取群は2週目、4週目ともに上昇がみられた (Fig.3-⑤)。また、それぞれの群において群間検定 (t-test) を行なったところ、有意差を認めなかった。

(6) LDL-コレステロール／HDL-コレステロール (LDL-cho/HDL-cho)

実験A：卵2個/日もしくは5個/日を2週間摂取した場合、1週目に上昇し、2週目には減少するといった結果となった (Fig.1-⑥)。また、それぞれの群において群間検定 (t-test) を行なったところ、有意差を認めなかった。

実験B：卵黄5個摂取群は初回に比べ1週目で上昇したが、2週目で低下傾向を示した。全卵5個摂取群では初回に比べ、1週目、2週目共に上昇傾向を示した (Fig.2-⑥)。また、それぞれの群において群間検定 (t-test) を行なったところ、有意差を認めなかった。卵黄5個摂取群では、LDL-cho の値では実験開始前と1週目で有意差を認めているが (Fig.2-②)、LDL-cho/HDL-cho 比にすると有意差がなくなる結果となった。これは、LDL-cho と HDL-cho の変化が同じ傾向を示すため生じると考えた。つまり、卵黄5個摂取/日においては、LDL-cho が有意に増加するが、HDL-cho も増加するため、LDL-cho/HDL-cho 比においては差が見られなくなったと考えた。

実験C：鶏卵3個摂取群は初回に比べ、減少傾向が見られた。鶏卵3個+食物繊維摂取群は2週目、4週目ともに上昇がみられた。(Fig.3-⑥) また、それぞれの群において群間検定 (t-test) を行なったが、有意差を認めなかった。



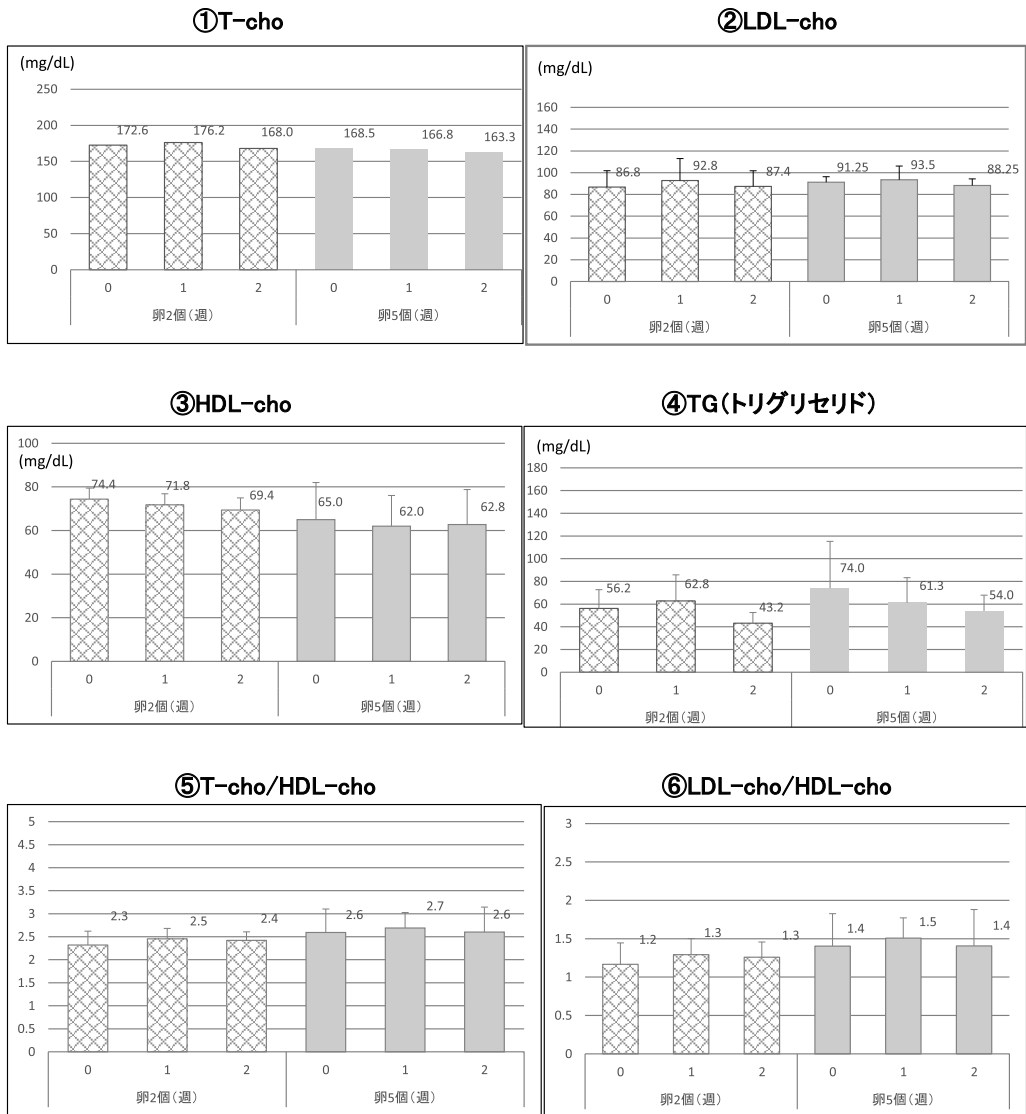


Fig.1 実験 A における血清脂質検査値

①血清総コレステロール値(T-cho)、②血清 LDL-コレステロール値(LDL-cho)、③血清 HDL-コレステロール値(HDL-cho)、④血清トリグリセリド値(TG)、⑤総コレステロール/HDL-コレステロール比(T-cho/HDL-cho)、⑥ LDL-コレステロール/HDL-コレステロール比(LDL-cho/HDL-cho)。それぞれの群において群間検定 (t-test) を行ない、有意差 (\*; P<0.05) があれば示した (鶏卵 2 個摂取群 N=5、鶏卵 5 個摂取群 N=4)。

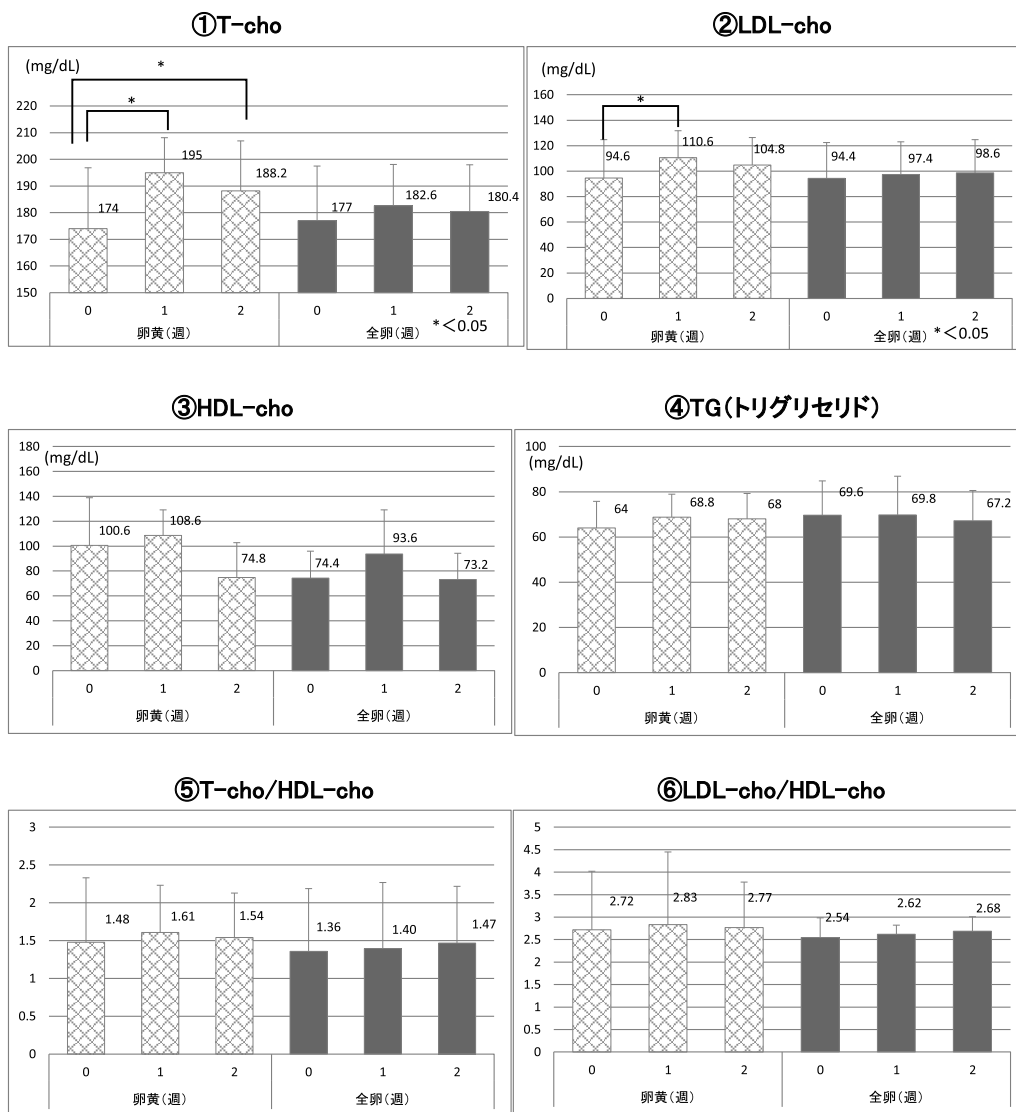


Fig.2 実験Bにおける血清脂質検査値

①血清総コレステロール値(T-cho)、②血清 LDL-コレステロール値(LDL-cho)、③血清 HDL コレステロール値(HDL-cho)、④血清トリグリセリド値(TG)、⑤総コレステロール/HDL-コレステロール比(T-cho/HDL-cho)、⑥ LDL-コレステロール/HDL-コレステロール比(LDL-cho/HDL-cho)。それぞれの群において群間検定(t-test)を行ない、有意差(\*;  $P < 0.05$ )があれば示した(卵黄摂取群  $N=5$ 、全卵摂取群  $N=5$ )。

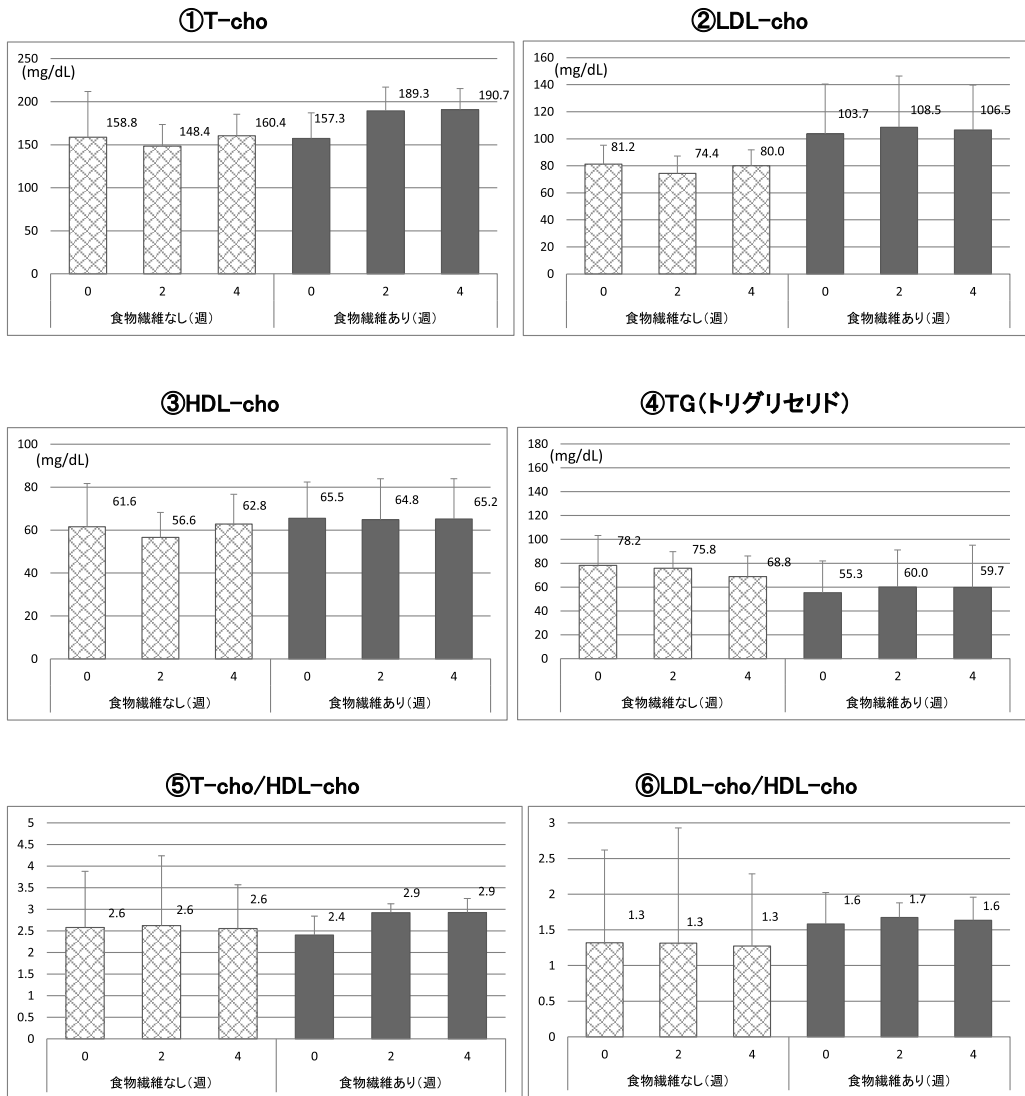


Fig.3 実験 C における血清脂質検査値

①血清総コレステロール値(T-cho)、②血清 LDL-コレステロール値(LDL-cho)、③血清 HDL-コレステロール値(HDL-cho)、④血清トリグリセリド値(TG)、⑤総コレステロール/HDL-コレステロール比(T-cho/HDL-cho)、⑥ LDL-コレステロール/HDL-コレステロール比(LDL-cho/HDL-cho)。それぞれの群において群間検定(t-test)を行ない、有意差(\*; P<0.05)があれば示した(鶏卵摂取群 N=5、鶏卵+食物繊維摂取群 N=6)。

## 2. 大学生における血中脂質の割合

平成23から29年に東海学園大学管理栄養学科2年生において、採血検査した血中脂質値を検討した。全学生の血清総コレステロール値とトリグリセリド値の割合をまとめた結果をTable 1に示す。

血清脂質値の割合を見ると、トリグリセリド値150 mg/dL以上を超えるものは全年度平均で9%を占めた。また、ほとんどの学生がトリグリセリド値150 mg/dL以下であることがわかった。総コレステロール値では、240 mg/dL以上は全年度平均で5%、脂質異常の診断基準とされる220 mg/dL以上は12%であった。また、総コレステロール値140 mg/dL以下は、全年度平均で5%を占める割合となったが、ほとんどの学生が基準値の範囲内であった。2013、2014、2017年度の学生は総コレステロール値、トリグリセリド値が全年度平均値に比べ高い傾向を示し、2015年度

Table 1 東海学園大学学生の血清脂質値の分布（平成23～29年；総学生数693名）

	基準(mg/dL)	H23(80名)	H24(92名)	H25(81名)	H26(84名)	H27(96名)	H28(121名)	H29(139名)	全年度平均
中性脂肪	> 150	11%	4%	10%	11%	9%	4%	11%	9%
総コレステロール	> 220	6%	10%	21%	13%	6%	12%	13%	12%
	> 240	5%	2%	7%	5%	4%	6%	4%	5%
	< 140	2%	7%	4%	5%	3%	6%	5%	5%

Table 2 東海学園大学学生と国民健康・栄養調査（平成25、26年）の血清総コレステロール値の比較

総コレステロール値(mg/dL)		国民健康・栄養調査 平成25年 20代		国民健康・栄養調査 平成26年 20代		東海学園大学 平成23～29年	
		人数	%	人数	%	人数	%
男性	総数	91	100.0	52	100.0	90	100.0
	220以上	12	13.2	6	11.5	5	5.6
	240以上	7	7.7	2	3.8	2	2.2
	平均値	184		180		178	
女性	総数	106	100.0	86	100.0	603	100.0
	220以上	13	12.3	7	8.1	74	12.3
	240以上	3	2.8	4	4.7	30	5.0
	平均値	183		184		185	

Table 3 東海学園大学学生と国民健康・栄養調査（平成25、26年）の血清中性脂質値の比較

中性脂質値(mg/dL)		国民健康・栄養調査 平成25年 20代		国民健康・栄養調査 平成26年 20代		東海学園大学 平成23～29年	
		人数	%	人数	%	人数	%
男性	総数	91	100.0	52	100.0	90	100.0
	150以上	27	29.7	18	34.6	12	13.3
	200以上	19	20.9	9	17.3	5	5.6
	平均値	138		146		94	
女性	総数	106	100.0	86	100.0	603	100.0
	150以上	8	7.5	14	16.3	46	7.6
	200以上	4	3.8	4	4.7	15	2.5
	平均値	77		87		81	

の学生は全年度平均値に比べ低い傾向を示すことがわかった (Table 1)。

大学生における血中脂質値では、総コレステロール値 220 mg/dL 以上は本学の学生で男性 5.6%、女性 12.3% となった。Table 2 に示すように平成 26 年の国民健康・栄養調査の総コレステロール値 220 mg/dL 以上は 20~29 歳で、男性 11.5%、女性 8.1% であり、男子学生は低い値を示し、女子学生は高い値を示した。また、総コレステロール値 240 mg/dL 以上を比較すると、本学学生は男性 2.2%、女性 5.0% であり、平成 26 年の国民健康・栄養調査の総コレステロール値では 20~29 歳で男性 3.8%、女性 4.7% であり、男性は低く、女性は同等の結果であった。

平成 25 と 26 年の国民健康・栄養調査から、男性で総コレステロール値 220 mg/dL 以上を示すものは平均 12.4%、240 mg/dL 以上を示すものは平均 5.8% であった。これらの結果を本学の男子学生と比較すると、本学の男子学生では 220 mg/dL 以上が 5.6%、240 mg/dL 以上が 2.2% と国民健康・栄養調査 20 代と比べて約半分の値であった。

平成 25 と 26 年の国民健康・栄養調査から、女性で総コレステロール値 220 mg/dL 以上を示すものは平均 10.2%、240 mg/dL 以上を示すものは 3.8% であった。これらの結果を本学の女子学生と比較すると、本学の女子学生では 220 mg/dL 以上が 12.3%、240 mg/dL 以上が 5.0% と国民健康・栄養調査 20 代と比べて、本学の女子学生では 25 年と 26 年の平均値を上回るものの割合が多いことが分かった。

大学生における血中脂質値では、トリグリセリド値 150 mg/dL 以上は本学の学生で男性 13.3%、女性 7.6% となった。Table 3 に示すように平成 26 年の国民健康・栄養調査のトリグリセリド値 150 mg/dL 以上は 20~29 歳で男性 34.6%、女性 16.3% であり、男性も女性も大幅に下回る結果となった。また、トリグリセリド値 200 mg/dL 以上を比較すると本学学生は男性 5.6%、女性 2.5% であり、平成 26 年の国民健康・栄養調査のトリグリセリド値 200 mg/dL 以上は 20~29 歳で男性 17.3%、女性 4.7% であり、男性も女性も大幅に下回る結果であった。

平成 25 と 26 年の国民健康・栄養調査から、男性でトリグリセリド値 150 mg/dL 以上を示すものは平均 32.2%、200 mg/dL 以上示すものは平均 19.1% であった。本学の男子学生で 150 mg/dL 以上を示すものは 13.3%、200 mg/dL 以上を示すものは 5.6% と国民健康・栄養調査 20 代と比べて半分以下の値であった。

平成 25、26 年の国民健康・栄養調査から、女性でトリグリセリド値 150 mg/dL 以上を示すものは平均 11.9%、200 mg/dL 以上示すものは平均 4.3% であった。本学の女子学生で 150 mg/dL 以上を示すものは 7.6%、200 mg/dL 以上を示すものは 2.5% と国民健康・栄養調査 20 代と比べて、本学の女子学生はそれらの値を下回るものの割合が多いことが分かった。

## 考察

### 1. 鶏卵摂取と血中脂質値

コレステロールは体内で生合成できる脂質であり、12~13 mg/kg 体重/日（体重 50 kg の人で 600~650 mg/日）生産されている（Di Buono et al., 2000）。摂取されたコレステロールの 40~60%が吸収されるが個人間の差が大きく遺伝的背景や代謝状態に影響される。経口摂取されたコレステロールは、体内で作られるコレステロールの 1/3~1/7 を占めるくらいである。また、コレステロールを多く摂取すると肝臓でのコレステロール生合成は減少し、逆に摂取量が少ないと体内でのコレステロール合成は増加し、末梢への補給が一定に保たれるようにフィードバック調節機構が働く。このためコレステロール摂取量が、ただちに血中コレステロール値に反映されることはない（McNamara et al., 1987）。つまり、血清コレステロール値に関しては、食事から摂取したコレステロールによる影響はそれほど大きくないと考えられる。

実際、食事中のコレステロールを 100 mg 増加させると、血清総コレステロールは、2.2-2.5 mg/dL、LDL-コレステロールと HDL-コレステロールはそれぞれ 1.9 mg/dL と 0.4 mg/dL 増加しすると報告されている（Weggemans et al., 2001）。また、総コレステロール/HDL-コレステロール比は 0.02 増加し、HDL-コレステロール/LDL-コレステロール比は 0.006 減少することも明らかにされている。血清総コレステロール値の増加は、摂取コレステロール量の増加のみでなく、飽和脂肪酸量の増加と多価不飽和脂肪酸の減少によっても生じるし、加えてトランス脂肪酸の摂取は LDL-コレステロールを増加させるだけでなく、HDL-コレステロールを減少させることも知られている（菱田他, 2015）。脂質には、多様な脂肪酸が含まれており、脂肪酸の種類を考えて脂質全体をバランスよく摂取する事が肝要だと考えられる。

動脈硬化関連疾患に関して、卵（鶏卵）はコレステロール含有率が高く、また日常の摂取量も多いため、卵の摂取量と疾患リスクを調べることにより、コレステロール摂取による疾患リスクが推定されてきた。しかし、卵の摂取量と動脈硬化性疾患罹患との関連を調べた 2013 年のメタ・アナリシスでは、卵の摂取量と冠動脈疾患及び脳血管障害との関連は認められていない（Rong et al., 2013）。また、日本人を対象にしたコホート研究の NIPPON DATA80（Nakamura et al., 2004）でも、卵の摂取量と虚血性心疾患や脳卒中による死亡率との関連はなく、1日に卵を 2 個以上摂取した群とほとんど摂取しない群との死亡率を比べても有意な差は認められていない。これらの研究報告以外にも卵の摂取量と冠動脈疾患罹患との関連を調べた研究で、卵の摂取量と冠動脈疾患罹患との関連は認められていない（Nakamura et al., 2006）。また、糖尿病患者においても、卵の摂取量と冠動脈疾患罹患との関連は認められておらず、卵の摂取量と糖尿病有病率との関連も認められていない（Nakamura et al., 2006）。

日本人を対象にした研究では、総コレステロール摂取量と各疾患の死亡率との関連についての



調査報告がある。ハワイ在住日系中年男性（45～68歳）を対象とした観察研究では、食事性コレステロール摂取量と虚血性心疾患死亡率との間に有意な正の相関を認め、325 mg/1,000 kcal 以上の群で虚血性心疾患死亡率の増加が認められている（McGee et al., 1985）。この研究結果を考慮して、2010年度の「日本人の食事摂取基準」では、男性750 mg/日、女性600 mg/日以下というコレステロールの摂取目標量（上限）を決められている（春日, 2010）。しかし、この研究では、飽和脂肪酸の摂取量などのパラメーターを調整していないため、コレステロール摂取より飽和脂肪酸摂取量が影響している可能性が指摘されている。

がんとの関連について、NIPPON DATA80（Nakamura et al., 2004）で、女性において、卵を2個/日以上摂取する群（総対象者の上位1.3%）では卵を1個/日の群に比べ有意ではないが、がん死亡の相対危険が約2倍になると報告されている。欧米で発表された症例対照研究でも、コレステロール摂取量と卵巣がんや子宮内膜がんに正の関連が認められている（春日, 2010）。

以上の事から、「日本人の食事摂取基準（2015年版）」策定検討会では、コレステロールの摂取量は低めに抑えることが好ましいものと考えられるものの、目標量を算定するのに十分な科学的根拠が得られなかったため、目標量の算定は控えられている（菱田他, 2015）。従来のコレステロール摂取における男性750 mg/日、女性600 mg/日以下という基準は、このようにして廃止されたわけである。

諸外国でも状況はよく似ており、米国においては1968年 American Heart Association が全てのヒトを対象に、摂取コレステロール量は1日300 mgまで、鶏卵は週に3個までという推奨を出した。以来、50年間にわたり低コレステロール、無コレステロール、卵は1日1個までなどといった、風潮が世間にはあふれていた。しかしながら、2015年において世界のほとんどの健康増進機関は、コレステロールの摂取基準や鶏卵の摂取制限を撤廃している（McNamara, 2015）。2015年版のアメリカ人のための栄養ガイドラインにおいては、1日300 mgまでの摂取コレステロール基準は除外され、食事パターンとして、野菜や果物、全粒穀物、低脂肪乳製品、魚肉、鶏肉等脂肪の少ない肉、ナッツ類、植物油の摂取を推奨し、糖分や飽和脂肪酸、塩分、アルコールの摂取抑制を推奨している（Clayton et al., 2017）。これらの食事内容は、心臓病（虚血性心疾患や心不全等）予防のための栄養摂取とも密接に関連しており、地中海食やDASH食などの概念とよく似ている（村木他, 2015）。

鶏卵は、動物性食品の中でもコレステロールを多く含む食品の一つである。鶏卵のコレステロールは卵黄にのみ存在するが、鶏卵100 g中には420 mg、卵黄100 g中には1,400 mgのコレステロールが含まれている（文部科学省, 2015）。鶏卵1個の重量を50 gと換算すれば、約200 mgのコレステロールが含まれている。油脂類では、牛脂やラード100 g中に100 mg、有塩バター100 g中に210 mg、植物性油脂100 g中には0～2 mgである。また、鶏レバー100 g中に370 mg、するめいか100 g中に270 mg、イクラ100 g中に480 mg含まれ、これらが単位重量あたりのコ

コレステロール含有量の高い食品である。費用対効果の観点からすると、コレステロールを 600 mg~1,000 mg 負荷しようとする、鶏卵 3~5 個が最も優れたコレステロール源となる。鶏卵の栄養素はコレステロールばかりが強調されてきたが、もちろん良質のタンパク質源であり、コリンやセレンを含むミネラル類、各種ビタミンの良い補給源である。タマゴ科学研究会によると、卵は、「わけもなく怖がらない、食べ過ぎない」と理解すべきであると述べている(菅野他, 2015)。常識的に考えても健康人においては、1日平均1~2個程度の鶏卵摂取が望ましいと考えるし、毎日3個以上摂取する事が常態化し、長期間続くとは考えにくい。

今回の研究は、健康な成人大学生に鶏卵を2個または5個を2週間(実験A)、全卵5個または卵黄5個を2週間(実験B)、鶏卵3個を4週間、食物繊維有無で負荷した(実験C)。一連の実験において血清コレステロール値に有意な変化が見られたのは、実験Bにおいて卵黄5個を負荷した場合だけであり、全卵5個を2週間継続摂取しても(実験AおよびB)、総コレステロールやLDL-コレステロール値に有意な変化は見られず(Fig.1-①, ②, Fig.2-①, ②)、逆に総コレステロール値は、トリグリセリド値の減少が影響するため、減少傾向を示した(Fig.1-①, ④)。卵黄5個を負荷した実験Bでは、総コレステロール値が実験前と比較して1週目、2週目で有意に上昇した(Fig.2-①)。さらに、LDL-コレステロールが実験前と比較して1週目有意に上昇したが(Fig.2-②)、HDL-コレステロール値も同様な挙動をするため、総コレステロール/HDL-コレステロール比、LDL-コレステロール/HDL-コレステロール比においては、有意差が見られなくなった(Fig.2-⑤, ⑥)。

LDL-コレステロール/HDL-コレステロール比や総コレステロール/HDL-コレステロール比は、LDL-コレステロール値単独やHDL-コレステロール値単独に比べて、粥状動脈硬化症や頸動脈内膜肥厚の強力な予測因子として知られ(Enomoto et al., 2011)、最近では心突然死との相関も高い事が報告されている(Kunutsor et al., 2017)。したがって、1日に2~5個の鶏卵摂取は、今回の実験で示した程度の期間(2~4週間)であれば、脂質異常症がもたらす疾患への罹患を高めないと考えられた。

健康な成人を用いた鶏卵摂取の実験を複数まとめた報告は、われわれの結果と大変よく似ており、鶏卵を2~3個数ヶ月にわたって摂取しても、血清総コレステロール値、LDL-コレステロール値、HDL-コレステロール値に変化は見られていない(Fuller et al., 2015)。例えば、25名の健康成人に鶏卵2個を朝食時に12週にわたって摂取させても、総コレステロール値、LDL-コレステロール値、HDL-コレステロール値に変化は見られず、逆にトリグリセリド値の改善(減少)をみている(Clayton et al., 2015)。また、73名の大学生に鶏卵2個を週5回、14週にわたって朝食時に摂取させても、摂取していないグループと総コレステロール値、LDL-コレステロール値、HDL-コレステロール値に変化は見られなかった(Rueda et al., 2013)。さらに、60歳以上の健康な高齢者に鶏卵3個を4週間摂取させると、LDL-コレステロール値、HDL-コレステロール値は

ともに上昇するが、LDL-コレステロール/HDL-コレステロール比や総コレステロール/HDL-コレステロール比は変化しなかった (Greene et al., 2005)。

実験Bにおいては、鶏卵5個を全卵と卵黄に分けて摂取させたが、卵黄摂取群では全卵摂取群に比して、血清総コレステロール値、LDL-コレステロール値の有意な増加を認めた (Fig.2-①, ②)。これは、卵白成分にコレステロールの吸収を減少させるタンパク質が含まれているため、卵黄のみを摂取すると血清コレステロール値上昇をもたらす事が、ラットを用いた実験で示されている (Matsuoka et al., 2008)。このコレステロールの吸収を抑制する物質は、卵白のタンパク質の1.5-3.5%を占めるオボムチン、または卵白に豊富に含まれるシスチンではないかと考えられている (Matsuoka et al., 2008; Nagaoka et al., 2002)。

実験Cにおいては、鶏卵3個を食物繊維同時摂取群と非摂取群に分けて摂取させたが、有意差こそ見られなかったが、食物繊維摂取群で総コレステロールとLDL-コレステロールが増加傾向となった (Fig.3-①, ②)。さらに、食物繊維非摂取群ではトリグリセリドは低下傾向を示したが、食物繊維摂取群では増加傾向を示した (Fig.3-④)。総コレステロール/HDL-コレステロール比においても、食物繊維非摂取群は低下傾向を示したのに、食物繊維摂取群では増加傾向を示した (Fig.3-⑤)。食物繊維やタウリン摂取は、血清コレステロール値を下げると報告されているが (西村, 2008)、われわれの結果は当初の予想に反して、食物繊維摂取は血清コレステロール値を増加させる結果となった。これは、食物繊維摂取群と非摂取群において、①群分け時に血清総コレステロール値が両群で同じくらいになるよう配慮したが、血清LDL-コレステロール、トリグリセリド平均値に配慮せず差があったこと (Fig.3-②, ④)、②毎日の食事内容、特に脂肪摂取量が異なっていた可能性、③食物繊維10g/日の摂取が鶏卵摂取時に正確に行われなかった可能性、④食物繊維10g/日の摂取が比較的少量だった事、等が影響したと考えられた。今回の研究では、食物繊維の血清コレステロール値低下作用は認められなかった。

## 2. 大学生における血中脂質の割合

平成23から29年に東海学園大学管理栄養学科2年生において、採血検査した血中脂質値を平成25と26年の国民健康・栄養調査と比較検討した (Tables 1~3)。その結果、男子学生では、総コレステロール値、トリグリセリド値ともに基準値を超える者が明らかに少なかった (Tables 1~3, 総コレステロール値 > 220 mg/dL; 5.6% (学生) vs 13.2%(H25) or 11.5%(H26), トリグリセリド値 > 150 mg/dL; 13.3% (学生) vs 29.7%(H25) or 34.6%(H26))。女子学生では、総コレステロール値、トリグリセリド値ともに基準値を超える者の割合に、大きな差は見られなかった (Tables 1~3, 総コレステロール値 > 220 mg/dL; 12.3% (学生) vs 12.3%(H25) or 8.1%(H26), トリグリセリド値 > 150 mg / dL; 7.6% (学生) vs 7.5%(H25) or 16.3%(H26))。これらの差については、一つ目は、国民健康・栄養調査は20代男子であり年齢幅が20-29歳と広いのに対し、

当大学男子学生は19-20歳であった事、二つ目は、管理栄養士を目指す学生で「食と健康」への関心が高いため、食事内容をはじめとした生活習慣が異なる可能性が考えられた。いずれにせよ、女子学生では高脂血症（高コレステロール血症と高トリグリセリド血症）を示すものの割合に大きな差は見られず、男子学生にのみ高脂血症を示すものの割合が低い事が示された。今後、男子学生と女子学生の食事内容、生活習慣に関して調査をする事が望まれる。

## 附記

本論分の研究内容は、東海学園大学 健康栄養学部 寺嶋研究室において実施されたものである。

## 引用文献

- Clayton ZS, Scholar KR, Shelechi M, Hernandez LM, Barber AM, Petrisko YJ, Hooshmand S, Kern M. Influence of resistance training combined with daily consumption of an egg-based or bagel-based breakfast on risk factors for chronic diseases in healthy untrained individuals. *J Am Coll Nutr* 34: 113-119, 2015.
- Clayton ZS, Fusco E, Kern M. Egg consumption and heart health: A review. *Nutrition* 37: 79-85, 2017.
- Di Buono M, Jones PJ, Beaumier L, Wykes LJ. Comparison of deuterium incorporation and mass isotopomer distribution analysis for measurement of human cholesterol biosynthesis. *J lipid Res* 41: 1516-1523, 2000.
- Enomoto M, Adachi H, Hirai Y, Fukami A, Satoh A, Otsuka M, Kumagae S, Nanjo Y, Yoshikawa K, Esaki E, Kumagai E, Ogata K, Kasahara A, Tsukagawa E, Yokoi K, Ohbu-Murayama K, Imaizumi T. LDL-C/HDL-C ratio predicts carotid intima-media thickness progression better than HDL-C or LDL-C alone. *J Lipids* 2011: 549137, 6pages, 2011.
- Fuller NR, Sainsbury A, Caterson ID, Markovic TP. Egg consumption and human cardio- metabolic health in people with and without diabetes. *Nutrients* 7: 7399-7420, 2015.
- Greene CM, Zern TL, Wood RJ, Shrestha S, Aggarwal D, Sharman MJ, Volek JS, Fernandez ML. Maintenance of the LDL cholesterol: HDL cholesterol ratio in an elderly population given a dietary cholesterol challenge. *J Nutr* 135: 2793-2798, 2005.
- 菱田明, 佐々木敏. 日本人の食事摂取基準 [2015年版], 厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2015年版)」策定検討会報告書. 第一出版(東京), pp.110-142, 2015.
- 春日雅人. 日本人の食事摂取基準 [2010年版], 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書. 第一出版(東京), pp.77-108, 2010.
- Kunutsor SK, Zaccardi F, Karppi J, Kurl S, Laukkanen JA. Is high serum LDL/HDL cholesterol ratio an emerging risk factor for sudden cardiac death? Findings from the KIID Study. *J Atheroscler Thromb* 24: 600-608, 2017.
- Matsuoka R, Kimura M, Muto A, Masuda Y, Sato M, Imaizumi K. Mechanism for the cholesterol

- lowering action of egg white protein in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 72: 1506-1512, 2008.
- McGee D, Reed D, Stemmerman G, Rhoads G, Yano K, Feinleib M. The relationship of dietary fat and cholesterol to mortality in 10 years: the Honolulu Heart Program. *Int J Epidemiol* 14: 97-105, 1985.
- McNamara DJ, Kolb R, Parker TS, Batwin H, Samuel P, Brown CD, Ahrens EH Jr. Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man. Response to changes in dietary fat quality and cholesterol quantity. *J Clin Invest* 79: 1729-1739, 1987.
- McNamara DJ. The fifty year rehabilitation of the egg. *Nutrients* 7: 8716-8722, 2015.
- 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会. 日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂). 全国官報販売協同組合, pp.120-178, 2015.
- 村木功, 磯博康. 食事・栄養と循環器疾患. *心臓* 47: 17-23, 2015.
- Nagaoka S, Masaoka M, Zhang Q, Hasegawa M, Watanabe K. Egg ovomucin attenuates hypercholesterolemia in rats and inhibits cholesterol absorption in Caco-2 cells. *Lipids* 37: 267-272, 2002.
- Nakamura Y, Okamura T, Tamaki S, Kadowaki T, Hayakawa T, Kita Y, Okayama A, Ueshima H. Egg consumption, serum cholesterol, and cause-specific and all-cause mortality: the national integrated project for prospective observation of non-communicable disease and its trends in the aged, 1980 (NIPPON DATA80). *Am J Clin Nutr* 80 :58-63, 2004.
- Nakamura Y, Iso H, Kita Y, Ueshima H, Okada K, Konishi M, Inoue M, Tsugane S. Egg consumption, serum total cholesterol concentrations and coronary heart disease incidence: Japan Public Health Center-based prospective study. *Br J Nutr* 96 :921-8, 2006.
- 西村直道. 食物繊維及びタウリンの血中コレステロール低下機構に関する研究. *日本栄養・食糧学会誌* 61 : 11-19, 2008.
- Rong Y, Chen L, Zhu T, Song Y, Yu M, Shan Z, Sands A, Hu FB, Liu L. Egg consumption and risk of coronary heart disease and stroke: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ*. 346: e8539, 2013.
- Rueda JM, Khosla P. Impact of breakfasts (with or without eggs) on body weight regulation and blood lipids in university students over a 14-week semester. *Nutrients* 5: 5097-5113, 2013.
- 菅野道廣, 近藤和雄, 磯博康. タマゴとコレステロール -科学的根拠に基づいた知見- タマゴ科学研究会. pp1-28, 2015.
- Weggemans RM, Zock PL, Katan MB. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 73: 885-891, 2001.