

《原著》

エネルギー産生栄養素摂取バランスと  
内臓脂肪との関連  
-岩木健康増進プロジェクトでの横断  
研究-

大沼由香<sup>1,2</sup>、倉内静香<sup>3</sup>、熊谷美香<sup>4</sup>、  
三澤美菜<sup>5</sup>、永田和史<sup>4</sup>、徳田糸代<sup>6</sup>、  
駒目瞳<sup>1</sup>、沢田かほり<sup>1</sup>、桂木能久<sup>4</sup>、  
中路重之<sup>1</sup>、井原一成<sup>1</sup>

1 弘前大学大学院医学研究科社会医学講座  
2 仙台赤門短期大学看護学科  
3 青森県立保健大学健康科学部保健学科  
4 弘前大学大学院医学研究科アクティブライフ・モーション学研究講座  
5 弘前大学大学院医学研究科ウォーターヘルスサイエンス講座  
6 弘前大学大学院医学研究科オーラルヘルスケア学講座

キーワード

1. 内臓脂肪面積
2. エネルギー産生栄養素
3. たんぱく質比
4. 炭水化物比
5. 脂質比

本研究では、一般住民を対象に男女別、年代別にエネルギー産生栄養素摂取バランスと内臓脂肪との関連性を検討した。対象者は、2015年度「岩木健康増進プロジェクト」に参加した713名(男292名、女421名)であった。調査項目は、身長・体重(BMI)、簡易型自記式食事歴法質問票(brief-type self-administered diet history questionnaire, BDHQ)、生活習慣(運動習慣、喫煙本数、飲酒量)、閉経の有無であった。加えて体脂肪率、内臓脂肪面積(visceral fat area, VFA)とともに、インピーダンスで測定した。BDHQでは、過去1か月の80項目の食品の摂取頻度を聞き取り、1日あたりの総エネルギー摂取量及び栄養素摂取量を算出した。その結果女性の高年群ではVFAとたんぱく質エネルギー比と脂質エネルギー比が有意な負の相関関係を、さらに炭水化物エネルギー比と有意な正の相関関係を示した。以上より、一般住民の高齢女性における食事パターンの関連性が明らかになり、今後内臓脂肪蓄積の予防につながる可能性が示唆された。

体力・栄養・免疫学雑誌 第28巻 第3号 157-165頁 2018年

【緒言】

現在、わが国では食生活の欧米化、慢性的な運動不足から相対的に過剰栄養となり、肥満が問題となっている<sup>1,2)</sup>。そして近年では、内臓脂肪の過剰蓄積が生活習慣病を高率に惹起することから<sup>3,7)</sup>、内臓脂肪型肥満が注目されている。たとえば、非肥満者(BMI<25 kg/m<sup>2</sup>)であっても、内臓脂肪蓄積者に動脈硬化リスクが高いことが報告されている<sup>8)</sup>。

内臓脂肪は、腸間膜や大網に付着している脂肪組織である。その脂肪組織からアディポサイトカイン(レプチン、アディポネクチン、TNF $\alpha$ 、PAI-1、アンジオテンシノーゲンなど)が分泌され、それらのバランスが生体の恒常性を維持している<sup>9,11)</sup>。しかし、内臓脂肪の過剰蓄積により、アディポサイトカインの産生異常が起こる。具体的には、PAI-1過剰分泌による血栓溶解の低下や、TNF- $\alpha$ の産生促進による血栓形成傾向の増大、また、アディポネクチン血中濃度の低下による抗炎症作用や抗動脈硬化作用の減退が起こる<sup>11)</sup>。このよ

うな病態変化に加え、あるいは基盤としてインスリン抵抗性をはじめとする生活習慣病が惹起されると考えられている<sup>3)</sup>。

WHOによると、肥満は食事におけるエネルギーの過剰摂取と高脂肪食品の摂取増加が主要因と考えられている<sup>12)</sup>。また、内臓脂肪も肥満と同様に、エネルギー過剰摂取や体重の増減と関連するため<sup>13-15)</sup>、食習慣の改善が重要である。

食習慣で重要なことは、量と質の栄養バランスである。その栄養バランスを評価する指標のひとつとして、エネルギー産生栄養素バランス(%エネルギー)がある<sup>16)</sup>。エネルギー産生栄養素バランスとは、「エネルギーを産生する栄養素(energy-providing nutrients、macronutrients)、すなわち、たんぱく質、脂質、炭水化物(アルコールを含む)とそれらの構成成分が総エネルギー摂取量に占めるべき割合」のバランスである。

2015年日本人の食事摂取基準では、たんぱく質は、不足を回避する目的で推定平均必要量が算定された。一方、脂質は脂肪酸に細分化され、n-3系脂肪酸、n

-6系脂肪酸などの目安量が算定された。飽和脂肪酸も動脈硬化等に関連することから目標量が設定されている。炭水化物は必須栄養素であるが、摂取量が必要量を下回することは考えにくいとされ、エネルギー栄養素バランスを定める際には、たんぱく質の量を初めに定め、次に脂質、最後に残余を炭水化物とすることを推奨している<sup>16)</sup>。

総エネルギー摂取量に対するたんぱく質由来エネルギー量 (以下P比)、脂質由来エネルギー量 (以下F比)、アルコールを含む炭水化物由来エネルギー量 (以下C比) は、2015年食事摂取基準において、各々P比13-20%、F比20-30%、C比50-65%を基準範囲と提唱されている<sup>16)</sup>。この比率により、生活習慣病と関連があるエネルギーの過剰摂取や栄養素摂取の偏りが少なく、理想の栄養素バランスが摂取できるとされている<sup>17)</sup>。

エネルギー産生栄養素バランスと内臓脂肪との関連の先行研究は、肥満者の減量を対象に検討したものがほとんどである。たとえば、成人男女の肥満者で、高炭水化物食よりも高たんぱく質食が有意に体重減少をもたらしたという報告や<sup>18)</sup>、同じく成人男女の肥満者で、低脂質食よりも低炭水化物食が、有意に内臓脂肪を減少させた報告などがある<sup>19)</sup>。また、同時に2つの栄養素に着目した研究では、高齢の男女の肥満者で、高たんぱく質・低炭水化物食が高脂質・低炭水化物食より有意に体重と体脂肪を低下させた報告や<sup>20)</sup>、低脂質・高炭水化物食よりも、脂質を制限しない超低炭水化物食の方が体重減少に有効であったとする報告がある<sup>21)</sup>。このように、先行研究では、肥満者を対象にしたP比、F比、C比単独または2つの比に関する検討しかなく、P比、F比、C比を同時に検討したものはなかった。

たんぱく質、脂質、炭水化物は相互作用および相乗効果を有し、時には拮抗作用を有することが知られる<sup>22)</sup>。また、エネルギー産生栄養素バランスのわずかな崩れの蓄積が体重増加と肥満を引き起こすことから<sup>23)</sup>、P・F・C比間の相互バランス、組み合わせが重要と考えられる。さらに、現代の日本は食生活の欧米化により、理想とするP・F・C比から急速に乖離する可能性も示唆されており<sup>17)</sup>、内臓脂肪とP比、F比、C比間の最適なバランスを探索することは重要な課題である。また、エネルギー産生栄養素バランスは、一般住民においては、若年層で高脂質の食事傾向があること<sup>24)</sup>、閉経前の肥満女性においては高たんぱく質食による内臓脂肪の減少が報告されているなど<sup>25)</sup>、性別や年代による特徴も報告されており、性、年齢を加味した検討も求められる。

そこで、本研究では、20~69歳の一般住民を対象に男女別、年代別に内臓脂肪とP・F・C比の関係を調査・検討し、内臓脂肪型肥満の予防に資する食生活の検討を行った。

## 【調査対象と方法】

### 1. 対象者

対象者は、2015年度「岩木健康増進プロジェクト」<sup>26,27)</sup>に参加した1,113名の中から、簡易型自記式食事歴法質問票 (brief-type self-administered diet history questionnaire:BDHQ) 利用上の除外基準該当者 (4,000kcal/日以上、または600kcal/日未満)、および悪性腫瘍、虚血性心疾患、脳血管疾患既往者、脂質異常症、糖尿病と診断された者、ステロイド剤、ホルモン剤の服用者、調査項目に欠損値がある者を除外した。さらに、食事質問票 (頻度法) の評価精度の低さが指摘されている70歳以上を除外した (方法の稿で後述)。以上より20~69歳の713名 (男292名、女421名) を解析対象とした。

### 2. 測定項目と測定方法

#### (1) 生活習慣等調査

対象者には「生活習慣等調査」として自記式質問用紙 (BDHQ) を事前配布し、受診当日に個人面接にて回答内容を確認し回収した。調査項目は、性別、年齢、閉経の有無、現病歴、既往歴、服薬状況、食事状況、その他の生活習慣である。その他の生活習慣としては、運動習慣として運動種類から運動強度 (Mets) を計算して1週間当たりの運動日数と1回あたりの時間から運動量 (分/日) を算出した。また、喫煙習慣は喫煙本数 (本/日)、飲酒習慣は飲酒量 (g/日) を調査した。

#### (2) 食事調査 (栄養素等摂取状況)

BDHQは食物摂取頻度法及び食事歴法の手法を用いて、過去1か月の食習慣 (栄養素、食品摂取量) を定量評価できる自記式食事歴法質問票の簡略版であり、大規模な栄養疫学研究に用いることを目的に開発され、栄養素および食品摂取量算出値の妥当性が確認されている<sup>28,29)</sup>。食品および飲み物の計80項目の頻度を調査し、専用の解析プログラム (東京大学医学研究科佐々木敏博士開発「佐々木式食習慣アセスメント」) を用いて1日あたりの総エネルギー摂取量及び栄養素摂取量を算出した。算出された栄養素のうち、たんぱく質、脂質、炭水化物、飽和脂肪酸は総エネルギー量に対する栄養素量にエネルギー係数 (たんぱく質4kcal、脂質9kcal、炭水化物4kcal) を乗じて栄養素のエネルギー比を求めた。

#### (3) 体格・身体組成測定

身長、体重を測定しBMIを計算した。体脂肪率はTANITA体組成計 (MC-190、タニタ、東京) を、内臓脂肪面積 (visceral fat area:以下VFA) (cm<sup>2</sup>) は、Panasonic内臓脂肪計 (EW-FA90、東京) を用い、いずれも、インピーダンス (BIA) 法で<sup>30)</sup>測定した。インピーダンス (BIA) 法は、腹部CT検査と比較しより簡便に人体への侵襲性がなく、広く一般利用できる内臓脂肪量評価法として多数集団の健康管理指標として開発され、妥当性が確認されている<sup>30,31)</sup>。

表1 対象者の特徴 (男性)

	男性 (n=292)			P <sup>a</sup>
	若年群 20~39歳 (n=105)	中年群 40~59歳 (n=121)	高年群 60~69歳 (n=66)	
体重(kg)	69.0 ± 11.6	70.0 ± 9.9	63.7 ± 8.2	**†† <0.01
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.1 ± 3.8	24.0 ± 2.9	23.4 ± 2.7	0.11
体脂肪率(%)	18.4 ± 6.1	19.4 ± 5.2	19.3 ± 5.2	0.38
VFA(cm <sup>3</sup> )	92.0 ± 47.3	107.6 ± 42.4 *	109.8 ± 42.9 *	<0.05
喫煙数(本/日)	8.8 ± 8.8	15.2 ± 12.7 **	10.3 ± 12.8 †	<0.01
飲酒量(g/日)	9.2 ± 20.7	11.4 ± 20.2	5.3 ± 13.9 †	<0.05
運動量(Mets・分/週)	464.1 ± 1024.3	276.2 ± 781.3	275.0 ± 532.1	0.24
総エネルギー摂取量(kcal)	2026.4 ± 633.2	2127.2 ± 546.0	2185.2 ± 492.7	0.18
炭水化物エネルギー比(%E)	53.6 ± 9.0	54.6 ± 8.3	56.1 ± 7.1	0.17
たんぱく質エネルギー比(%E)	13.6 ± 2.7	13.1 ± 2.4	14.0 ± 2.7	0.07
脂質エネルギー比(%E)	24.1 ± 5.7	22.2 ± 5.2 *	22.2 ± 4.7	<0.05
飽和脂肪酸エネルギー比(%E)	6.4 ± 1.9	5.8 ± 1.8	5.9 ± 1.7	0.06
炭水化物比/(たんぱく質比+脂質比)	1.5 ± 0.5	1.6 ± 0.5	1.6 ± 0.5	0.15
たんぱく質比/(炭水化物比+脂質比)	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.41
脂質比/(炭水化物比+たんぱく質比)	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1 **	0.3 ± 0.1 *	<0.01

数値は平均±標準偏差、a: 一元配置分散分析における P  
 多重比較検定(Turkey法)の P, \*: 若年群との差 P<0.05, \*\*: 若年群との差 P<0.01, †: 中年群との差 P<0.05, ††: 中年群との差 P<0.01

表2 対象者の特徴 (女性)

	女性 (n=421)			P <sup>a</sup>
	若年群 20~39歳 (n=119)	中年群 40~59歳 (n=178)	高年群 60~69歳 (n=124)	
体重(kg)	53.73 ± 10.01	54.44 ± 8.34	52.36 ± 8.17	0.13
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	21.30 ± 4.02	21.80 ± 3.16	22.41 ± 3.14 *	<0.05
体脂肪率(%)	27.85 ± 7.55	28.14 ± 6.38	28.73 ± 7.56	0.61
VFA(cm <sup>3</sup> )	53.52 ± 32.88	63.58 ± 30.59 *	70.10 ± 31.17 **	<0.01
喫煙数(本/日)	2.55 ± 5.11	3.74 ± 6.84	1.46 ± 4.83 ††	<0.01
飲酒量(g/日)	3.19 ± 11.48	3.39 ± 10.23	1.21 ± 5.14	<0.05
運動量(Mets・分/週)	170.84 ± 601.66	188.05 ± 511.46	281.01 ± 597.99	0.25
総エネルギー摂取量(kcal)	1573.16 ± 447.01	1698.55 ± 454.59 *	1671.66 ± 436.03	0.05
炭水化物エネルギー比(%E)	54.79 ± 6.99	54.37 ± 7.06	56.51 ± 7.23 †	<0.05
たんぱく質エネルギー比(%E)	14.18 ± 2.04	14.98 ± 2.65 **	15.66 ± 2.58 **	<0.01
脂質エネルギー比(%E)	27.50 ± 5.32	26.64 ± 5.01	25.68 ± 4.94 **	<0.05
飽和脂肪酸エネルギー比(%E)	7.28 ± 1.70	7.10 ± 1.74	6.68 ± 1.53 *	<0.05
炭水化物比/(たんぱく質比+脂質比)	1.37 ± 0.39	1.37 ± 0.43	1.44 ± 0.49	0.31
たんぱく質比/(炭水化物比+脂質比)	0.17 ± 0.03	0.19 ± 0.04 **	0.19 ± 0.04 **	<0.01
脂質比/(炭水化物比+たんぱく質比)	0.41 ± 0.11	0.39 ± 0.10	0.36 ± 0.09 **†	<0.01

数値は平均±標準偏差、a: 一元配置分散分析における P

### 3. 統計的解析

対象者を男女別に若年群 (20~39 歳)、中年群 (40~59 歳)、高年群 (60~69 歳) の3区分して解析を行った。なお、食事調査法における申告誤差について、日本人の集団平均値として男性 11%、女性 15%程度の過少申告が存在することが報告されており<sup>16)</sup>、BDHQ 開発過程では研究対象が男性 76 歳以下、女性 69 歳以

下であったことから<sup>29)</sup>、本研究では高齢者における測定誤差を危惧し、70 歳以上を対象から除外した。

まず、3群の比較では、対象者の年齢、身長、体重、BMI、VFA、喫煙本数、運動量、飲酒量、および対象者の1日あたり総エネルギー摂取量、P比、F比、C比、飽和脂肪酸比、C比/(P比+F比)、P比/(C比+F比)、F比/(C比+P比)について、一元配置分散分析を行ない、その後の多重比較は Turkey 法を用いた。また、

表3 内臓脂肪面積 (VFA) とエネルギー産生栄養素バランスとの関係 (男女、若年群、中年群、高年群)

	若年群		中年群		高年群	
	$\beta$	<i>P</i>	$\beta$	<i>P</i>	$\beta$	<i>P</i>
男性 総エネルギー摂取量	-0.09	0.06	0.09	0.13	-0.04	0.58
炭水化物エネルギー比率	0.02	0.76	-0.09	0.13	-0.08	0.33
たんぱく質エネルギー比率	-0.08	0.13	-0.06	0.29	0.03	0.75
脂質エネルギー比率	-0.05	0.31	-0.05	0.43	0.12	0.13
飽和脂肪酸エネルギー比率	-0.07	0.20	0.01	0.93	0.03	0.68
炭水化物比/(たんぱく質比+脂質比)	0.04	0.37	-0.01	0.80	-0.11	0.17
たんぱく質比/(脂質比+炭水化物比)	-0.05	0.29	0.00	0.97	0.02	0.79
脂質比/(炭水化物比+たんぱく質比)	-0.02	0.61	-0.01	0.85	0.12	0.12
女性 総エネルギー摂取量	-0.01	0.73	-0.02	0.63	-0.03	0.56
炭水化物エネルギー比率	0.02	0.69	0.06	0.16	0.15	< 0.01 **
たんぱく質エネルギー比率	-0.03	0.50	0.00	0.99	-0.16	< 0.01 **
脂質エネルギー比率	-0.01	0.80	-0.09	< 0.05 *	-0.11	< 0.05 *
飽和脂肪酸エネルギー比率	0.00	0.95	-0.09	< 0.05 *	-0.09	0.12
炭水化物比/(たんぱく質比+脂質比)	0.02	0.60	0.06	0.17	0.14	< 0.01 **
たんぱく質比/(脂質比+炭水化物比)	-0.03	0.48	0.00	0.95	-0.16	< 0.01 **
脂質比/(炭水化物比+たんぱく質比)	-0.01	0.86	-0.10	< 0.05 *	-0.11	< 0.05 **

重回帰分析 : 従属変数 VFA,  $\beta$  : 標準化係数, *P* : 有意確率  
 調整項目 : 年齢, BMI, 喫煙本数, 運動量, アルコール量, 閉経の有無  
 \* : *P* < 0.05, \*\* : *P* < 0.01

エネルギー産生栄養素バランスの要素となる P・F・C 比は、それぞれ基準範囲として示されているため、これらを足しても 100 にはならないことから、P・F・C 比間の関連を検討するため C 比/ (P 比+F 比)、P 比/ (F 比+C 比)、F 比/ (C 比+P 比) を指標として設けた。

次に、VFA を従属変数として、総エネルギー摂取量、エネルギー産生栄養素バランスの値をそれぞれ独立変数とした重回帰分析を行った。調整項目は年齢<sup>32)</sup>、BMI、喫煙本数<sup>33)</sup>、運動量<sup>6)</sup>、飲酒量<sup>34)</sup>、閉経の有無<sup>35)</sup>とした。

さらに、重回帰分析で有意な相関を示した項目について、男女別年代別に VFA をそれぞれ四分位によって 4 群に分類し、4 群間のエネルギー産生栄養素と P・F・C 比を共分散分析により比較した。なお、内臓脂肪の増減に影響する年齢、BMI、喫煙本数、運動量、飲酒量、閉経で調整し、事後検定は Bonferroni 法により多重比較した。

データの入力および統計解析は SPSS Statistics Ver.18 (IBM 社,東京) により行った。有意水準を *P* < 0.05 とした。

#### 4. 倫理的配慮

本研究は弘前大学医学部倫理委員会の承認 (承認番号 2014-377) を得ており、すべての参加者に対して、研究参加前に、研究の趣旨、研究協力中断の保証、匿名性の確保、データ管理方法について文書及び口頭にて説明し、研究協力の承諾を文書で得た。また、本研究に関し開示すべき利益相反 (COI) はない。

#### 【結果】

##### 1. 対象者の特徴

男性 292 名 (若年群 105 名、中年群 121 名、高年群 66 名)、女性 421 名 (若年群 119 名、中年群 178 名、高年群 124 名) に層別された。女性は、若年群は全て閉経前、中年群は混在、高年群は全て閉経後であった。

男性では、VFA は 3 群間に有意差が有り (*P* < 0.05)、中年と高年群は若年群より有意に高値を示し (いずれも *P* < 0.05)、かつ平均値は 100 cm<sup>2</sup> を超えていた。また喫煙本数は、中年群が若年群と高年群に対して有意に高値を示した (対若年群 *P* < 0.01、対高年群 *P* < 0.05)。F 比/ (C 比+P 比) は、中年群は若年群に対して有意に低値を示した (*P* < 0.05)。飲酒量は中年群が高年群に対して有意に高値を示した (*P* < 0.05)。総エネルギー摂取量と C 比、P 比、飽和脂肪酸比、C 比/ (P 比+F 比)、P 比/ (F 比+C 比) に有意差はみられなかった (表 1)。

女性では、BMI は、高年群が若年群に対して有意に高値を示し (*P* < 0.05)、VFA は、中年群、高年群が若年群に対して有意に高値を示した (各々 *P* < 0.05、*P* < 0.01)。喫煙数は、中年群が高年群に対して有意に高値を示した (*P* < 0.01)。C 比は、高年群が中年群に対して有意に高値を示し (*P* < 0.05)、P 比と P 比/ (F 比+C 比) は、若年群が中年群と高年群に対して有意に高値であった (いずれも *P* < 0.01)。F 比と飽和脂肪酸比は高年群が若年群に対して有意に低値であり (各々 *P* < 0.01、*P* < 0.05)、F 比/ (C 比+P 比) は、高年群は若年群、中年群に対して有意に低値であった (各々 *P* < 0.01、*P* < 0.05)。

表4 女性の中年・高年群別のVFA四分位間のエネルギー産生栄養素バランスの関連

		女性VFA四分位別				P <sup>a</sup>	P <sup>b</sup>
VFA (cm <sup>3</sup> )		I 群 ~78.0 n=41	II 群 78.0~103.0 n=48	III 群 103.0~130.5 n=44	IV 群 130.5~ n=45		
中年群	脂質エネルギー比(%エネルギー)	28.0 ± 0.9	27.9 ± 0.7	26.3 ± 0.7	24.4 ± 1.0	0.08	-
	飽和脂肪酸エネルギー比(%エネルギー)	7.4 ± 0.3	7.6 ± 0.3	6.9 ± 0.3	6.5 ± 0.4	0.08	-
	脂質比/(炭水化物比+たんぱく質比)	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.3 ± 0.0	†	0.05
VFA (cm <sup>3</sup> )		I 群 ~85.75 n=31	II 群 85.75~108.5 n=30	III 群 108.5~143.75 n=30	IV 群 143.75~ n=33	P <sup>a</sup>	P <sup>b</sup>
高年群	炭水化物エネルギー比(%エネルギー)	53.6 ± 1.3	52.5 ± 1.1	54.6 ± 1.0	56.9 ± 1.4	0.16	-
	たんぱく質エネルギー比(%エネルギー)	16.8 ± 0.6	15.8 ± 0.5	15.8 ± 0.5	14.3 ± 0.5	*	<0.05
	脂質エネルギー比(%エネルギー)	27.9 ± 1.1	25.6 ± 0.9	25.4 ± 0.9	23.9 ± 1.0	0.14	-
	炭水化物比/(たんぱく質比+脂質比)	1.2 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.7 ± 0.1	*	<0.05
	たんぱく質比/(炭水化物比+脂質比)	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	*	<0.05
	脂質比/(炭水化物比+たんぱく質比)	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.17	-

数値は平均±標準誤差、a: 共分散分析におけるP、b: 傾向性の検定におけるP  
 多重比較 (Bonferroni法) のP、\*: I群との差 P<0.05、†: II群との差 P<0.05。  
 調整項目 年齢、BMI、喫煙本数、運動量、飲酒量、閉経の有無

一方、総エネルギー摂取量とC比/ (P比+F比) に有意な差はみられなかった (表2)。

### 2. 内臓脂肪面積とエネルギー産生栄養素バランスの関係

従属変数をVFAとし、P比、F比、C比、およびP・F・C比間の相互関係をみるため、重回帰分析を行った (表3)。

男性では各年齢群とも、VFAとすべての説明変数間に有意な相関はみられなかった。

女性では中年群で、VFAとF比、飽和脂肪酸エネルギー比、F比/ (C比+P比) の間に有意な負の相関がみられた (いずれもP<0.05)。高年群では、VFAとC比、C比/ (P比+F比) に有意な正の相関がみられ (いずれもP<0.01)、P比とP比/ (F比+C比) に有意な負の相関がみられた (いずれもP<0.01)。また、VFAとF比、F比/ (C比+P比) の間にも、有意な負の相関がみられた (いずれもP<0.05)。若年群ではVFAとすべての説明変数間に有意な相関はみられなかった。

### 3. 内臓脂肪面積四分位間のエネルギー産生栄養素バランスの比較

2.の重回帰分析で有意な相関を示した項目について、VFAをそれぞれ四分位によって4群に分類し、4群間のエネルギー産生栄養素とP・F・C比を共分散分析により比較した (表4)。

女性の中年群は、F比、F比/ (C比+P比)、飽和脂肪酸エネルギー比ともに4群間に有意な差は認められなかったが (各々P=0.08、P=0.05、P=0.08)、F比/ (C

比+P比) では、II群 (VFA78.0以上~103.0 cm<sup>3</sup>未満) よりIV群 (VFA130.5 cm<sup>3</sup>以上) で有意に低値であった。

高年群では、P比とP比/ (F比+C比)、で4群間に有意な差があり (いずれもP<0.05)、I群 (VFA85.75 cm<sup>3</sup>未満) よりIV群 (VFA143.75 cm<sup>3</sup>以上) が有意に低値であった。そしてC比/ (P比+F比) は4群間に有意な差があり (P<0.05)、I群 (VFA85.75 cm<sup>3</sup>未満) よりIV群 (VFA143.75 cm<sup>3</sup>以上) で有意に高値であった。

女性高年群でVFAが大きくなるほど、P比、P比/ (C比+F比) が小さくなり、C比/ (P比+F比) において大きくなる傾向を認めた (P for trend <0.001)。

### 4. 女性高年群の脂質比3群間のエネルギー産生栄養素バランスの比較

2.の重回帰分析で有意な相関を示したF比について、摂取基準未満 (20%未満) 群、摂取基準範囲 (20~30%)、摂取基準以上 (30%以上) 群の3群に分類し、3群間のエネルギー産生栄養素とVFAを共分散分析により比較した (表5)。

女性高年群では、たんぱく質量と炭水化物量で3群間に有意な差が有り (各々P<0.01、P<0.05)、たんぱく質量が小さいほど、F比が小さくなり、炭水化物量が大きいほど、F比が小さくなる傾向を認めた。VFAとF比3群間に有意な差が認められなかった。

### 【考察】

本研究では、一般住民を対象に男女別、年代別にエネルギー産生栄養素摂取バランスと内臓脂肪との関

表5 女性高年群の脂質比3群間のエネルギー産生栄養素バランスの比較

	20%未満		20以上30%未満 (基準範囲)		30%以上		Pa
	n = 20		n = 82		n = 22		
内臓脂肪面積 (cm <sup>2</sup> )	80.9	± 4.1	67.4	± 2.0 *	70.3	± 3.9	0.07
総エネルギー摂取量 (kcal)	1474	± 94	1738	± 46 *	1605	± 89	0.32
体重(kg)	52.6	± 0.8	52.3	± 0.4	52.6	± 0.8	0.98
たんぱく質量 (g/日)	45.7	± 4.2	69.1	± 2.0 **	70.4	± 4.0 **	<0.01
炭水化物量 (g/日)	251.7	± 14.1	243.0	± 6.9	192.8	± 13.4 *††	<0.05

数値は平均±標準誤差、a:傾向性の検定におけるP  
 \*: 基準未満との差P<0.05, \*\*: 基準範囲未満との差P<0.01, † 基準範囲内との差P<0.05, ††: 基準範囲内との差 P<0.01  
 調整項目: 年齢、BMI、喫煙本数、運動量、飲酒量、閉経の有無

連性を検討した。

本研究の特徴は、脂質異常症、糖尿病に罹患していない一般住民を対象にしていることであり、日常生活における腹部脂肪蓄積の予防法を検討したことにある。また、BMIと比較しVFAに焦点を絞っていること、そして栄養素の摂取量ではなく栄養素間のバランスを検討していること、男女別年代3群間で比較検討していることも、特徴としてあげられる。

本研究の結果では、女性中年群では、エネルギー産生栄養素バランスにおけるF比とF比/(C比+P比)においてVFAと有意な負の相関を示した。また、女性高年群において、P比、P比/(F比+C比)、およびF比、F比/(C比+P比)はVFAと有意な負の相関を、そしてC比/(P比+F比)においては、VFAと有意な正の相関関係を認めた。

一般的に脂肪は、他の栄養素よりも体内に蓄積されやすいとされている<sup>38)</sup>。肥満者を対象とした先行研究では、低脂質バランス食で減量したとする報告がある一方で<sup>39)</sup>、低炭水化物・高脂質食で減量したとする報告もある<sup>40)</sup>。しかし、非肥満者を対象とした報告では、総脂質摂取量を減少させると体重減少が認められることが、メタアナリシス(33の介入研究を含む)で示されている<sup>41)</sup>。一方、本研究において、女性の中年群、高年群では、低F比食が低たんぱく質摂取量、高炭水化物摂取量と関係していたが、VFAとは量反応関係はみられなかった。これは本研究の新しい知見で、食パターンとしてF比の増加がVFAを大きくする可能性が低いことが示唆された。もちろん大量の脂肪摂取は体脂肪(VFA)の増加をもたらすと考えられるが、今回の対象者のF比の平均値は、中年群で26.6±5.0%、高年群で25.7±4.9%であり、F比の基準範囲から外れていない。したがって、このような基準範囲内のF比の場合、F比がVFAを大きくする可能性は低いと考えられた。

次にP比について、本研究の女性高年群ではP比とP比/(F比+C比)において、VFAとの負の相関がみられた。肥満者を対象とした先行研究では、高たんぱく質食による体重減少の報告や<sup>36,37)</sup>、高炭水化物食よ

りも高たんぱく質食が有意に体重減少したという報告<sup>18,25)</sup>がある。以上のことから、本研究結果で高P比がVFAの低値と関連したことは、先行研究と同様の結果であったと言えよう。

次に低C比である。本研究結果では、女性高年群において、C比/(P比+F比)食がVFAと正の相関を示した。肥満者を対象とした先行研究で、高齢男女の高たんぱく質・低炭水化物食では、高脂質・低炭水化物食に比べて減量と体脂肪減少に有効であったとする報告や<sup>20)</sup>、低脂質食よりも低炭水化物食で有意に内臓脂肪が減少した報告<sup>19)</sup>、低脂質・高炭水化物食よりも、脂質を制限しない超低炭水化物食の方が体重減少に有効であったとする報告<sup>21)</sup>、さらに低炭水化物食でエネルギー制限をしなくとも減量したとする報告がある<sup>42)</sup>。炭水化物が不足することで、たんぱく質摂取による熱発生効果の増大、糖新生のたんぱく質代謝回転の増加や、汗や尿中のケトン体の排泄によるエネルギー消費の増大によりVFA減少の可能性が報告されている<sup>43)</sup>。これらをまとめると、低C食が減量に効果があることが明らかであり、本研究結果は、先行研究に符合するものであった。低C比と高P比のVFAへの影響の大きさについては、高C比ではインスリン放出によりグルコース取り込み促進作用、グリコーゲン合成作用と共に脂肪合成促進作用があることから、C比が直接的にVFAを大きくする可能性を示唆している。

また、P・F・C比間の関係性を示す高P比/(F比+C比)と低C比/(P比+F比)がVFAの低値を示したことも、本研究の得た新しい知見である。このことは、単に一つの要素ではなく、エネルギー産生栄養素間のバランスで食生活を考えることの重要性を示唆している。

一方、本研究において男性では、エネルギー産生栄養素バランスとVFAの間に有意な関係はみられなかった。この男女差の理由は不明である。しかし、女性若年群では女性ホルモンの影響で皮下脂肪蓄積が優位であるのに対し<sup>3,44,46)</sup>、閉経者が100%を占める高年群では女性ホルモンが激減し<sup>47,48)</sup>、腹腔内脂肪が蓄積優位になると考えられる。この急激な変化がおきる高

年群では、高P比食、高F比食、低C比食が腹腔内脂肪の蓄積に影響を与えやすくなるのかもしれない。つまり、この現象は女性ホルモンの変遷に影響される女性特有の現象であり<sup>49)</sup>、男性ではみられなかったものと考えられた。このような観点からみると、閉経者と非閉経者が混在する中年群で、若年群と高年群の中間的な傾向が観察されたことは頷ける。

本研究の限界は、本研究が横断研究であり、エネルギー産生栄養素バランスとVFAとの因果関係を詳細に検討することができなかったことである。今後、コホート研究でこれらをより明らかにする必要がある。

#### 【結論】

一般住民の女性の中老年においては、内臓脂肪型肥満の予防のために、閉経時期を迎える前から、単に低C比食にするだけでなく、高P高F低C比のバランスを考慮した食生活を提案することの重要性が示唆された。

#### 【謝辞】

本論文の作成にあたり、研究の趣旨を理解しご協力いただきました青森県弘前市岩木地区の皆様にご心より感謝申し上げます。

(受稿 2018/6/18 受理 2018/7/2)

#### 【参考文献】

- 厚生労働省: 平成28年国民健康・栄養調査結果の概要 (<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h28-houkoku-03.pdf>) (last access on 1 June 2018)
- 厚生労働省: 二十一世紀における第二次国民健康づくり運動 (健康日本21 (第二次)) ([http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kenkouinippon21.html](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkouinippon21.html)) (last access on 1 June 2018)
- Matsuzawa Y: Pathophysiology and Molecular Mechanisms of Visceral Fat Syndrome. *The Japanese Experience. Diabetes/Metabolism Reviews* 1997;13:3-13.
- Masuzaki H, Paterso J, Shinyam H, Nicholas M Morton, John J Mullins, Jonathan R Seck I, Jeffrey S Flier: A transgenic model of visceral obesity and the metabolic syndrome. *Science* 2001;294:2166-70.
- Fujioka S, Matsuzawa Y, Tokunaga K, Tarui S: Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 1987;36:54-9.
- Nakamura T, Tokunaga K, Shimomura I, Nishida M, Yoshida S, Kotani K, AHM WaliulIslama et al: Contribution of visceral fat accumulation to the development of coronary artery disease in non-obese men. *Atherosclerosis* 1994;107:239-46.
- Hamdy O, Porramatikul S, Al-Ozairi E: Metabolic Obesity: The paradox between visceral and subcutaneous fat. *current Diabetes Reviews* 2006;2:367-73.
- Miyawaki T, Abe M, Yahata K, Kajiyama N, Katsuma H, Saito N: Contribution of visceral fat accumulation to the risk factors for atherosclerosis in non-obese Japanese. *Intern Med* 2004;43:1138-44.
- Scherer PE, Williams S, Foglian M, Baldini G, Lodish HF: A novel serum protein similar to c1q, produced exclusively in adipocytes. *The Journal of Biological Chemistry* 1995;270:26746-9.
- Maeda K, Okubo K, Shimomura I, Funahashi T, Matsuzawa Y, Matsubara K: cDNA cloning and expression of a novel adipose specific collagen-like factor, apM1 (Adipose Most Abundant Gene Transcript 1). *Biochemical and Biophysical Research Communications* 1996;221:286-9.
- Matsuzawa Y, Funahashi T, Kihara S, Shimomura I: Adiponectin and metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2004;24:29-33.
- World Health Organization: "Obesity and overweight", updated October 2017 (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>) (last access on 1 June 2018)
- Fujioka S, Matsuzawa Y, Tokunaga K, Kawamoto T, Kobatake T, Keno Y, Kotani K et al: Improvement of glucose and lipid metabolism associated with selective reduction of intra-abdominal visceral fat in premenopausal women with visceral fat obesity. *Int J Obes* 1991;15:853-9.
- Tchernof A, Despres JP: Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiol Rev* 2013;93:359-404.
- Orr JS, Gentile CL, Davy BM, Davy KP: Large artery stiffening with weight gain in humans: role of visceral fat accumulation. *Hypertension* 2008;51:1519-24.
- 厚生労働省: 「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」策定検討会報告書 2014.
- 中谷朋昭、木村勇輝、橋本大佑: 日本人の栄養摂取バランスに関する時系列分析. *フードシステム研究* 2017;24:82-93.
- Skov AR, Toubro S, Rønn B, Holm L, Astrup A: Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999;23:528-36.
- Bazzano LA, Hu T, Reynolds K, Yao L, Bunol C, Liu Y, Chen CS et al: Effects of low-carbohydrate and low-fat diets: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2014;161:309-18.
- Hays NP, Starling RD, Liu X, Sullivan DH, Trappe TA, Fluckey JD, Evans WJ: Effects of an ad libitum low-fat, high-carbohydrate diet on body weight, body composition, and fat distribution in older men and women: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med*

- 2004;164:210-7.
- 21) Gardner CD, Kiazand A, Alhassan S, Kim S, Stafford RS, Helena RR, C Kraemer et al: Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors among overweight premenopausal women : the A TO Z Weight Loss Study: a randomized trial. *JAMA* 2007;297:969-77.
  - 22) Frank B Hu: Dietary pattern analysis:a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002;13:3-9.
  - 23) 勝川史憲:「日本人の食事摂取基準 (2015 年版)」エネルギーの考え方と今後の課題. *日本栄養・食料学会誌* 2016;69:109-15.
  - 24) 山北満哉,内田博之,川村堅,本間隆之,小田切陽一:日本人成人の肥満者割合および脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年代—時代—コホートの影響. *日本公衆衛生誌* 2014;61:371-84.
  - 25) Yaakov H, Julia K, Yfach G, Iris S: Diets and morbid tissues – history counts, present counts. *British Journal of Nutrition* 2015;113:11-8.
  - 26) 村下公一: 健康ビッグデータ解析による健康寿命延伸と幸福度向上を目指して: 疾患予兆発見と予防法開発に向けた弘前大学 COI 拠点の挑戦. *情報管理* 2016;58:10:728-36.
  - 27) 中路重之: "岩木健康増進プロジェクト"でいつも考えること. *民族衛生* 2015;81:1-2.
  - 28) Kobayashi S, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A, Fukui M et al: Comparison of relative validity of group intakes estimated by comprehensive and brief-type self-administered diet history questionnaires against 16d dietary records in Japanese adults. *Public Health Nutr.*2011;14:1200-11.
  - 29) Kobayashi S, Honda S, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A et al: Both comprehensive and brief-type self-administered diet history questionnaires have reasonable ranking ability for nutrient intakes compared with 16-day dietary records in Japanese adults. *J Epidemiol* 2012;22:151-9
  - 30) Ryo M, Maeda K, Onda T, Katashima M, Okumiya A, Nishida M, Yamaguchi T et al: A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care* 2005;28:451-3.
  - 31) 梁美和,中村正,西田誠,高橋雅彦,堀田紀久子,松澤佑次,奥宮暁子他: 腹部生体インピーダンス法による内臓脂肪測定法の開発.「肥満研究」2003;9:136-42.
  - 32) Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roche AF: Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obesity research* 1995;3:73-95.
  - 33) Nakamura T, Tokunaga K, Shimomura I, Nishida M, Yoshida S, Kotani K, AHM Waliul Islam et al: Contribution of visceral fat accumulation to the development of coronary artery disease in non-obese men. *Atherosclerosis* 1994;107:239-46.
  - 34) Pettersson P, Ellsinger BM, Sjöberg C, Björntorp P: Fat distribution and steroid hormones in women with alcohol abuse. *J Intern Med.* 1990 ;228:311-6.
  - 35) Lamberts SW, van den Beld AW, van der Lely AJ: The endocrinology of aging. *Science* 1997;278:419-24.
  - 36) MS Westerterp-Plantenga, A Nieuwenhuizen, D Tome, S Soenen, KR Westerterp: Dietary rotein, Weight Loss, and Weight Maintenance. *Annu Rev Nutr* 2009;29:21-41.
  - 37) Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, Shahar DR, Witkow S, Greenberg H, Golan R et al: Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med* 2008;359:229-41.
  - 38) 上田博子,東山綾,岡山明,岡村智教,奥田奈賀子,由田克士,齋藤重幸他: 中年男性の肥満と脂肪エネルギー比率との関連—INTERMAP 日本における検討—. *日循予防誌* 2008;43:2:123-31.
  - 39) Ajala O, English P, Pinkney J: Systematic review and meta-analysis of different dietary approaches to the management of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2013;97:505-16.
  - 40) Noakes TD, Windt J: Evidence that supports the prescription of low-carbohydrate high-fat diets: a narrative review. *Br J Sports Med* 2016;51:133-9.
  - 41) Hoper L, Abdelhamid A, Moore JH, Douthwaite W, Skeaff CM, Summerbell CD: Effect of reducing total fat intake on body weight: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ* 2012;345:e7666.
  - 42) Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, Keller U, Yancy WS Jr, Brehm BJ, Bucher HC: Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors:meta analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2006;166:285-93.
  - 43) Feinman RD, Fine EJ: 'A calorie is a calorie' violates the second law of thermodynamics. *Nutr J* 2004;3:9.
  - 44) 安井敏之,松井寿美佳,毛山薫,谷杏奈,加藤剛志,苛原稔: 閉経周期ならびに閉経後における内分泌ホルモン補充療法日本. *生殖内分泌学会雑誌(総説)* 2014;19:21-30
  - 45) Kannel WB, Hjortland MC, McNamara PM, Gordon T: Menopause and Risk of Cardiovascular Disease: The famingham study. *Ann Intern Med* 1976;85:447-562.
  - 46) 真鍋一郎: 慢性炎症と加齢関連疾患. *日本老年医学会雑誌* 2017 ;54:105-13
  - 47) Yamada M, Moriguch Y, Mitani T, Aoyama T, Arai H: Age-dependent changes in skeletal muscle mass and visceral fat area in Japanese adults from 40 to 79 years-of age. *Geriatr Gerontol Int* 2014;14:8-14.
  - 48) Lamberts SW, van den Beld AW, van der Lely AJ: The endocrinology of aging. *Science* 1997;278:419-24.
  - 49) 秋下雅弘: 性ホルモン・閉経と動脈硬化. *日老医誌* 2008;45:291-4.



## Relationship between the Intake Balance of Energy-Providing Nutrients and Visceral Fat in the General Population - A Cross-Sectional Analysis in the Iwaki Health Promotion Project-

Yuka OHNUMA<sup>1,2</sup>, Shizuka KURAUCHI<sup>3</sup>, Mika KUMAGAI<sup>4</sup>, Mina MISAWA<sup>5</sup>, Kazufumi NAGATA<sup>4</sup>, Itoyo TOKUDA<sup>6</sup>, Hitomi KOMAME<sup>1</sup>, Kaori SAWADA<sup>1</sup>, Yoshihisa KATSURAGI<sup>4</sup>, Shigeyuki NAKAJI<sup>1</sup>, Kazushige IHARA<sup>1</sup>

- 1 Department of Social Medicine, Hirosaki University Graduate School of Medicine.
- 2 Department of Nursing, Akamon College of Sendai.
- 3 Faculty of Health Sciences Department of Nursing, Aomori University of Health and Welfare.
- 4 Department of Active Life Promotion, Hirosaki University Graduate School of Medicine.
- 5 Department of Water Health Science, Hirosaki University Graduate School of Medicine.
- 6 Department of Oral Health Care, Hirosaki University Graduate School of Medicine.

In this study, we examined the relationship between the intake balance and visceral fat in the general population. Subjects were 713 people (292 males and 421 females) who participated in "Iwaki Health Promotion Project" in 2015. Survey items were as follows: Height / weight (BMI), brief-type self-administered diet history questionnaire (BDHQ), lifestyle (exercise/ habit/ smoking/ drinking habit) and menstruation. In addition, both body fat percentage and visceral fat area (VFA) were measured by electrical impedance method. We calculated total energy intake and nutrient intake per day using the result of BDHQ, which was based on the frequency of food intake of 80 items in the past one month. As a result, for women in the elder group (60-69 y.o.), VFA and protein energy ratio / lipid energy ratio showed a significant negative correlation and a significant positive correlation with carbohydrate energy ratio. These results suggest that dietary patterns of high protein, high lipid and low carbohydrate are preventive for accumulation of visceral fat in older women of general population.

**Keywords;** visceral fat area, energy-providing nutrients, protein energy ratio, lipid energy ratio, carbohydrate energy ratio

別刷請求先：徳田糸代  
弘前大学大学院医学研究科オーラルヘルスケア学講座  
〒036-8562 青森県弘前市在府町5  
Tel : 0172-39-5511, Fax : 0172-39-5038  
E-mail : i-tokuda@hirosaki-u.ac.jp