

原 著

アメリカ心臓協会の食事・栄養素摂取指標5項目と 健診成績との横断的関連：日本人勤労者集団での検討

上村 真由¹⁾ 八谷 寛^{1,2)} 玉腰 浩司³⁾
 李 媛英¹⁾ 王 超辰¹⁾ 江 啓発¹⁾
 大塚 礼⁴⁾ 豊嶋 英明⁵⁾ 佐々木 敏⁶⁾
 青山 温子¹⁾

要約 目的：アメリカ心臓協会（AHA）は、心血管疾患による死亡率を10年間で20%減少させることを目標として、心血管健康度（AHA指標）を2010年に定めた。本研究の目的は、日本人の一集団において、AHA指標の中の食事・栄養素摂取に関する5項目と健診成績との関連を調べることである。

方法および結果：2002年に35-66歳の愛知県内自治体職員3,446人に、簡易型自記式食事歴法質問票を用いて食事調査を実施した。AHA指標の中で食事・栄養素摂取に関して定められた野菜・果物、魚介類、食物繊維の豊富な全粒穀物、食塩、清涼飲料水の5項目の各摂取量に基づいて対象者を三群に分けた。野菜・果物、魚介類は摂取量の最も多い第3三分位、食塩、清涼飲料水は最も少ない第1三分位を「良好な摂取状況」とみなした。食物繊維の豊富な全粒穀物は玄米・胚芽米・麦・雑穀を「いつも食べる」を「良好な摂取状況」とみなした。これら5項目について「良好な摂取状況」の達成項目数別の人数（割合）は、0項目が537人（15.6%）、1項目が1,453人（42.2%）、2項目が1,029人（29.9%）、3項目が365人（10.6%）、4項目以上が62人（1.8%）であった。この5項目の三分位による摂取量と健診成績との関連性を、性、年齢、喫煙歴、1週間の運動日数、肉体労働の有無、アルコール摂取量、食事・栄養素摂取項目を調整して検討した。その結果、野菜・果物摂取量はbody mass index（BMI）と負の関連、魚介類摂取量は中性脂肪（TG）と負の関連、HDLコレステロール（HDL-C）、血糖（PG）と正の関連、食塩摂取量はTGと有意な正の関連、清涼飲料水摂取量はBMI、拡張期血圧（DBP）、総コレステロール（TC）、LDLコレステロール、TG、PGと有意な正の関連を示した。しかし、BMIを調整すると、魚介類とTG、HDL-C、PG以外の上記関連は統計学的有意性が消失した。食物繊維の豊富な全粒穀物と検査値との間には有意な関連は認められなかった。食事・栄養素摂取に関する指標の達成項目数と検査値との関連については、達成項目数が多い群ほど、BMI、TGが有意に低く、HDL-Cが有意に高くなる量・反応関係が認められたが、TGやHDL-Cとの関連はBMIで調整すると有意性が消失した。

結論：本研究は一勤労者集団を対象としたものであるが、我が国においても、食事・栄養素摂取に関するAHA指標と血圧及び脂質代謝異常との間に有意な関連がみられた。特に魚介類と清涼飲料水の摂取は複数の検査項目の異常と有意な関連を認めたが、そのうち清涼飲料水の摂取との関連は肥満を介することが示唆された。今後、我が国の生活習慣病予防対策を立案する際には、魚介類の摂取不足および清涼飲料水の摂取過多に関連する病態にも着目する必要があると考えられた。

キーワード：アメリカ心臓協会，心血管疾患，食事，健診，清涼飲料水，魚介類
 （日循予防誌 49：1－11，2014）

*1 名古屋大学大学院医学系研究科国際保健医療学・公衆衛生学
 （〒466-8550 名古屋市昭和区鶴舞町65番地）

*2 藤田保健衛生大学医学部公衆衛生学

*3 名古屋大学大学院医学系研究科看護学専攻

*4 国立長寿医療研究センター 予防開発部予防栄養研究室

*5 安城更生病院 健康管理センター

*6 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学

受付日 2013年2月14日・受理日 2014年2月19日

I. 諸 言

心血管疾患は、我が国における死亡ならびに、要介護状態に至る主要な原因である¹⁾。その構成疾患としては、脳卒中が従来多かったが、1970年代ごろより都市部男性における虚血性心疾患発症率

の増加や^{2,3)}、郊外住民における脳梗塞病型構成の変化⁴⁾など、心血管疾患病型構成の欧米との類似が指摘されている。その理由の一つとして、コレステロール摂取量や脂質エネルギー比の増加⁵⁾等生活習慣の欧米化が指摘されている⁶⁾。

アメリカ心臓協会 (American Heart Association: AHA) は、心血管疾患による死亡率を10年間で20%減少させることを目標に、心血管健康度という指標 (AHA 指標) に基づいた、一般市民にも分かりやすい行動目標を2010年に定めた⁷⁾。具体的には、4つの保健行動 (非喫煙、健康体重維持、身体活動励行、食事内容適正) と3つの保健因子 (血圧、脂質、血糖) からなるAHA指標について、目標値が定められた。この7つの指標とその目標値は、アメリカにおける過去の疫学研究の系統的レビューにより、心血管疾患予防に関する確かなエビデンスがあるものとして選択された。本研究で着目した食事・栄養素摂取の指標は、1) 野菜・果物、2) 魚介類、3) 食物繊維の豊富な全粒穀物、4) 食塩、5) 清涼飲料水の5項目から構成されている (表1)。

以下にAHAが提唱した食事・栄養素摂取に関する指標の目標値について概略を示す。

野菜・果物の摂取量は、1日4～5皿以上、魚介類の摂取量は、1週間に約200g以上、食物繊維の豊富な全粒穀物の摂取量は、1日に3サービング以上としている。なお、全粒穀物1サービングとは全粒穀物のパン1枚、全粒穀物のシリアルを1カップ、玄米を1/2カップ等である。さらに、ナトリウムの摂取量は、1日1,500mg/日未満、

食塩に換算して1日3.8g未満となっている。そして清涼飲料水の摂取量は、1週間に約1,050ml以下としている。

これらの食事・栄養素摂取項目は、心血管疾患・糖尿病・肥満との因果関係が強く示唆されていること、摂取の実態や推移の把握が可能で、保健医療従事者・市民・政策立案者間における議論に基づいた目標設定が容易なこと、米国の他のガイドライン等と矛盾しておらず、5つの項目間の重複も少ないことから採用された。

我が国においても、AHA指標に含まれる食事・栄養素摂取項目と健康状態との関連は個々に調べられてきているが、比較的最近注目されるようになった清涼飲料水の摂取について、まだ十分検討されていない。さらに、これらの5項目を同時に考慮した研究は報告されていない。そこで、本研究では食事・栄養素摂取に関するAHA指標5項目の摂取量と健診成績との関連について日本人勤労者集団において検討した。その際、AHA指標の目標値そのものを我が国に適用することは、食習慣の違いから困難と考えられることから、本研究では目標値を利用した解析ではなく、各項目の三分位に基づく摂取量を用いて解析した。

II. 方 法

1. 調査対象と調査方法

愛知職域コホート (第二次) は、ベースライン時 (2002年) に35-69歳であった愛知県内の自治体に勤務する男女公務員を対象とした心血管疾患に関するコホート研究である。対象者の大半は、事務職種に従事する者であるが、病院勤務者も含まれている。なお、警察官、教員は含まれない。同意書および質問票からなる冊子は、対象者10,759人に配布され、うち、7,991人から回収され (回収率: 74.3%)、6,651人から同意が得られた (男性5,179人、女性1,472人)。さらに、ベースライン時に高血圧、糖尿病、脂質異常症の薬物治療者であると申告した者 (705人)、医師、栄養士、その他の専門家の指導のもとで食事のコントロールをしている者 (156人)、エネルギー摂取量の推定値が500kcal未満、3,500kcal以上の者 (81人)、健診成績に欠損値のある者 (1,087人) およ

表1 AHAの食事・栄養素摂取に関する指標

項 目	量
野菜・果物	4～5皿/日以上
魚介類	2サービング/週以上 (2サービング=約200g)
食物繊維の豊富な全粒穀物	3サービング/日以上 (3サービング=約85g)
食塩	3.8g/日未満
清涼飲料水	36液量オンス/週以下 (36オンス=約1,050 ml)

AHA: American Heart Association.

び検討に用いた食事・栄養素摂取の項目に欠損値のある者(1,176人)を除外し、35-66歳の3,446人(男性2,648人、女性798人)を解析対象とした。

2. 食事調査

食事・栄養素摂取量の推定には、簡易型自記式食事歴法質問票(brief-type self-administered diet history questionnaire: BDHQ)を用いた。BDHQは佐々木らによって開発された食事習慣に関する調査票であり、過去一ヶ月間の食物摂取頻度と食行動に関する質問項目から構成される。食事内容に応じて、コンピュータアルゴリズムに基づいた摂取エネルギー等の計算が可能である⁸⁾。16日間の食事記録との比較から、食品群別摂取量の妥当性および栄養素摂取量の妥当性が報告されており、BDHQから推定された摂取量と16日間の秤量式食事記録法による摂取量との相関係数は、野菜(男性: $r=0.62$ 、女性 $r=0.62$)、果物(男性: $r=0.70$ 、女性 $r=0.61$)、魚介類(男性: $r=0.36$ 、女性 $r=0.45$)、食物繊維(男性: $r=0.79$ 、女性 $r=0.76$)、食塩(ナトリウム)(男性: $r=0.60$ 、女性 $r=0.61$)、清涼飲料水(男性: $r=0.49$ 、女性 $r=0.39$)であったことが報告されている^{9,10)}。

3. 食事・栄養素摂取量の解析方法

BDHQで推定した野菜・果物、魚介類、食塩、清涼飲料水の摂取量、さらに食物繊維の豊富な全粒穀物については質問票の項目「玄米・胚芽米・麦・雑穀」の摂取頻度を解析に用いた。摂取量については、三分位で対象者を分け、少ない方から第1、第2、第3三分位とした。玄米・胚芽米・麦・雑穀の摂取頻度は「食べない」、「まれに」、「ときどき」、「いつも」の四選択肢をそのまま解析に用いた。また、食物繊維の摂取量三分位を用いた解析も実施した。

次に、野菜・果物、魚介類、食塩、清涼飲料水、食物繊維の豊富な全粒穀物の5項目の達成項目数を算出した。野菜・果物、魚介類は第3三分位の場合、食塩、清涼飲料水は第1三分位の場合、食物繊維の豊富な全粒穀物、すなわち玄米・胚芽米・麦・雑穀の摂取頻度は「いつも」の場合に望ましい摂取を達成していると判断し、これらの達成項目数を0、1、2、3、4-5項目の5群に分けて、以後の解析に用いた。

4. 検査項目およびその他の生活習慣

体重と身長は、空腹時に軽装かつ靴を履いていない状態でそれぞれ0.1kg、0.1cmまで測定し、測定された体重と身長からbody mass index (BMI: kg/m^2)を算出した。血圧は、5分間休憩後、座位でオシロメトリック法自動血圧計を用いて測定した。静脈血採血は、8時間または一晩空腹後に行い、総コレステロール(TC: mg/dl)はコレステロールオキシダーゼ・HDAOS法で、高比重リポタンパクコレステロール(HDL: mg/dl)は酵素法で、中性脂肪(TG: mg/dl)は酵素法(遊離グリセロール消去法)、血糖(PG: mg/dl)はヘキソキナーゼ法で測定した。低比重リポタンパクコレステロール(LDL: mg/dl)はTG値が400 mg/dl 未満の場合、次式より求めた。 $\text{TC}(\text{mg}/\text{dl}) - \text{HDL}(\text{mg}/\text{dl}) - (\text{TG}(\text{mg}/\text{dl}) \div 5)$ 。TC値およびHDL値の標準化は、アメリカ疾病管理予防センター(CDC)の在邦認証委託機関である大阪府立健康科学センターより認証を受けた。

運動習慣については、1週間の運動日数(しない、1日、2-3日、4-6日、7日)、また仕事の身体活動は、体を大変良く使う仕事か(以降、肉体労働の有無と記載)(そうだ、まあそうだ、ややちがう、ちがう)より調査した。喫煙歴については、3群(吸っている、禁煙した、初めから吸わない)に分類した。統計モデルには、ダミー変数として投入した。アルコール摂取量は、飲酒頻度と1回に飲む量、飲むアルコール飲料の種類を組み合わせから推定し、1日当たりの摂取量($\text{g}/\text{日}$)として表した。

5. 倫理的配慮

対象者には、研究の趣旨と目的、データの取り扱い等についての説明書を渡し、研究協力に同意する場合は、書面で承諾を得た。また、研究実施前に、名古屋大学医学部生命倫理審査委員会の審査・承認を得た。

6. 統計解析

分析対象とした検査値はBMI、収縮期血圧(SBP)、拡張期血圧(DBP)、TC、LDL、HDL、TG、PGであり、HDL、TG、PGについては対数変換して解析し、幾何平均値を記載した。

食事・栄養素摂取指標のうち、玄米・胚芽米・麦・雑穀の摂取頻度を除く4項目は密度法により

エネルギー調整した値を用いた。三分位の各群の検査値の平均の差の検定には、交絡要因と想定した性、年齢（歳）、1週間の運動日数、肉体労働の有無、喫煙歴、アルコール摂取量（g/日）、食事・栄養素摂取の項目（摂取量の場合は連続量、玄米・胚芽米・麦・雑穀の摂取頻度は頻度）を共変量として調整した一元配置共分散分析を用いた（Model 1）。主要因の各段階における共変量と従属変数の平行性が概ね保たれていることは主要因と共変量の交互作用項の統計学的有意性ならびに視覚的方法によって確認した。

次に、食事・栄養素摂取と健診成績の関連の中間要因と想定したBMIを調整した分析を行った（Model 2）。食事・栄養素摂取指標5項目の達成項目数と検査値の間の線形トレンドの検定には、SPSSのpolynomial procedure（多項式の一次）を用いた。

解析には、統計ソフトIBM SPSS Statistics Ver.20を用い、 $P < 0.05$ を統計学的有意とした。

Ⅲ. 結 果

対象者の平均年齢は、男性47.5歳、女性45.9歳であった（表2）。

AHA指標の目標値を本研究の対象集団に適用した場合、魚介類は99.3%が達成（充足）し、食塩

はわずか0.2%のみが達成していた（表には示していない）。

野菜・果物の摂取量が増えるに従い、BMIが低くなる傾向が認められ、その関連は統計学的に有意であった（トレンド検定 $P=0.02$ 、Model 1：表3-1）。

魚介類の摂取量が増えるに従い、TGは低く（トレンド検定 $P < 0.01$ ）、HDL-C（トレンド検定 $P=0.02$ ）およびPG（トレンド検定 $P=0.02$ ）は高くなる傾向が認められ、その関連は統計学的に有意であった（Model 1）。また、これらの有意な関連は、BMI調整後も消失しなかった（Model 2）。

食塩の摂取量が増えるに従い、TGが高くなる統計学的有意な傾向が認められたが（トレンド検定 $P=0.04$ ）、この関連は、BMIを調整すると消失した。

玄米・胚芽米・麦・雑穀の摂取頻度は、今回検討した全ての健診成績と統計学的に有意な関連を認めなかった（表3-2）。また、BDHQから算出された食物繊維の摂取量を用いて健診成績との関連も検討したが、玄米・胚芽米・麦・雑穀の摂取頻度の場合と同様、有意な関連は認められなかった。

清涼飲料水の摂取量が増えるに従い、BMI（トレンド検定 $P < 0.001$ ）、DBP（トレンド検定 $P < 0.01$ ）、TC（トレンド検定 $P=0.01$ ）、LDLC（トレンド検定 $P < 0.01$ ）、TG（トレンド検定 $P < 0.01$ ）、

表2 ベースライン時（2002年）における対象者の生活習慣、検査項目の平均値と割合

	全体 (n=3,446)	男性 (n=2,648)	女性 (n=798)
年齢（歳）	47.1	47.5	45.9
body mass index (kg/m ²)	22.8	23.1	21.7
エネルギー摂取量 (kcal/日)	1935.7	2003.1	1712.1
アルコール摂取量 (g/日)	14.2	16.9	5.1
現喫煙者 (%)	27.7	34.0	6.8
1週間の運動日数（「7日」と回答した者, %）	6.7	7.0	5.5
肉体労働の有無（「そうだ」と回答した者, %）	5.6	3.6	12.2
収縮期血圧 (mmHg)	124.3	126.1	118.3
拡張期血圧 (mmHg)	76.5	78.2	71.1
総コレステロール (mg/dl)	207.6	207.4	208.1
LDL ¹⁾ コレステロール (mg/dl)	125.7	126.6	122.8
HDL ²⁾ コレステロール (mg/dl)	56.4	53.7	66.5
中性脂肪 (mg/dl)	101.5	110.6	76.3
空腹時血糖 (mg/dl)	93.8	94.9	90.2

1) low-density lipoprotein (低比重リポタンパク)

2) high-density lipoprotein (高比重リポタンパク)

表 3-1 食事・栄養素摂取に関するAHA指標各項目の三分位におけるbody mass index, 血圧, 脂質, 血糖の調整平均値

	野菜・果物						魚介類						食塩					
	T1	T2	T3	線形 トレンッド 検定P値	P値 ¹⁾	線形 トレンッド 検定P値	T1	T2	T3	線形 トレンッド 検定P値	P値 ¹⁾	線形 トレンッド 検定P値	T1	T2	T3	線形 トレンッド 検定P値	P値 ¹⁾	線形 トレンッド 検定P値
	(0,0105) (n=1,096)	(0,105,0.160) (n=1,199)	(0,160,0.468) (n=1,151)				(0,0064) (n=1,151)	(0,064,0.096) (n=1,206)	(0,096,0.329) (n=1,088)				(0,003,0.005) (n=1,209)	(0,005,0.006) (n=1,158)	(0,006,0.013) (n=1,079)			
body mass index (kg/m ²)	crude Model 1	23.1 23.0	22.8 22.7	22.5 22.6	<0.001 0.05	<0.001 0.02	22.7 22.8	22.8 22.8	22.8 22.7	0.32 0.36	0.32 0.36	0.27 0.27	22.7 22.7	22.8 22.8	22.8 22.9	0.93 0.28	0.93 0.28	0.78 0.12
収縮期血圧 (mmHg)	crude Model 1 Model 2	125.5 124.8 124.6	124.0 124.0 124.1	123.6 124.2 124.3	<0.01 0.42 0.70	<0.01 0.35 0.71	123.3 124.6 124.5	124.0 123.9 123.9	125.8 124.5 124.6	<0.001 0.47 0.32	<0.001 0.47 0.32	<0.001 0.90 0.87	123.9 124.0 124.1	124.1 124.2 124.2	125.1 124.9 124.7	0.13 0.40 0.57	0.13 0.40 0.57	0.05 0.19 0.34
拡張期血圧 (mmHg)	crude Model 1 Model 2	77.4 76.8 76.6	76.4 76.4 76.5	75.7 76.3 76.5	0.001 0.57 0.93	<0.001 0.32 0.74	75.7 76.8 76.8	76.3 76.2 76.1	77.6 76.5 76.7	<0.001 0.36 0.26	<0.001 0.36 0.26	<0.001 0.58 0.81	76.2 76.3 76.4	76.1 76.2 76.2	77.2 77.1 77.0	0.04 0.11 0.16	0.04 0.11 0.16	0.03 0.09 0.19
総コレステロール (mg/dl)	crude Model 1 Model 2	206.6 207.6 207.2	207.2 207.4 207.4	208.8 207.7 208.0	0.29 0.96 0.87	0.13 0.92 0.62	206.4 207.2 207.1	208.7 208.6 208.4	207.6 206.8 207.0	0.28 0.44 0.53	0.28 0.44 0.53	0.41 0.82 0.96	207.1 208.1 208.4	208.4 208.3 208.3	207.2 206.1 205.9	0.58 0.30 0.22	0.58 0.30 0.22	0.94 0.22 0.13
LDL ²⁾ コレステロール (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	125.3 126.1 125.7	125.9 125.7 125.8	126.1 125.4 125.7	0.82 0.88 0.99	0.54 0.62 1.00	124.4 125.4 125.3	127.0 126.8 126.7	125.8 124.9 125.2	0.14 0.30 0.39	0.14 0.30 0.39	0.32 0.78 0.96	125.4 126.8 127.0	126.3 126.3 126.3	125.5 124.0 123.7	0.79 0.14 0.07	0.79 0.14 0.07	0.93 0.07 0.03
HDL ⁴⁾ コレステロール (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	54.8 56.0 56.2	56.3 56.5 56.5	58.1 56.8 56.5	<0.001 0.45 0.91	<0.001 0.22 0.66	56.9 55.7 55.8	56.2 56.2 56.4	56.2 57.4 57.1	0.40 0.05 0.10	0.40 0.05 0.10	0.24 0.02 0.03	56.7 56.6 56.4	56.9 56.6 56.6	55.7 56.0 56.2	0.13 0.63 0.77	0.13 0.63 0.77	0.11 0.40 0.74
中性脂肪 (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	107.1 101.4 100.2	99.3 99.8 100.0	98.5 103.3 104.2	<0.001 0.21 0.08	<0.001 0.42 0.08	99.8 105.0 104.7	102.4 102.1 101.6	102.3 97.3 97.9	0.42 <0.01 0.01	0.42 <0.01 0.01	0.27 <0.01 <0.01	100.1 99.3 100.0	100.6 101.2 101.2	104.0 104.2 103.5	0.16 0.13 0.28	0.16 0.13 0.28	0.08 0.04 0.12
空腹時血糖 (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	94.5 94.2 94.2	93.7 93.8 93.8	93.3 93.3 93.5	0.12 0.43 0.60	0.04 0.20 0.31	92.3 93.3 93.3	93.5 93.5 93.3	95.8 94.8 94.8	<0.001 0.03 0.02	<0.001 0.03 0.02	<0.001 0.02 0.01	93.3 93.8 93.8	93.2 93.3 93.3	95.0 94.4 94.4	0.001 0.11 0.12	0.001 0.11 0.12	0.002 0.29 0.38

AHA : American Heart Association.
 Model 1 : 性、年齢、喫煙歴、1週間の運動日数、肉体的労働の有無、アルコール摂取量、食事・栄養素摂取項目を調整(玄米・胚芽米・麦・雑穀は、エネルギー摂取量も調整)、Model 2 : Model 1+ body mass indexを調整
 T1 : 第三分位, T2 : 第三分位, T3 : 第三分位
 1) 共分散分析, 2) low-density lipoprotein (低比重リポタンパク), 3) 幾何平均, 4) high-density lipoprotein (高比重リポタンパク)

表 3-2 食事・栄養素摂取に関するAHA指標各項目の三分位におけるbody mass index, 血圧, 脂質, 血糖の調整平均値 (続き)

	g/kcal 人数 (n)	玄米・胚芽米・麦・雑穀				清涼飲料水				食物繊維			
		食べない (n=2,338)	まれに (n=517)	ときどき (n=313)	いつも (n=278)	T1 (0,0) (n=1,128)	T2 (0,003,0015) (n=1,037)	T3 (0,015,0,0511) (n=1,281)	線形 トレンド 検定P値	T1 (0,001,0,005) (n=1,101)	T2 (0,005,0,007) (n=1,213)	T3 (0,007,0,014) (n=1,132)	線形 トレンド 検定P値
		P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	P値 ¹⁾	
body mass index (kg/m ²)	crude Model 1	22.8 22.7	22.9 22.9	22.9 23.0	22.6 22.7	22.5 22.6	22.7 22.7	23.1 23.0	<0.001 <0.001	23.0 22.8	22.8 22.8	22.5 22.8	<0.001 0.85
収縮期血圧 (mmHg)	crude Model 1 Model 2	124.8 124.5 124.6	124.1 124.6 124.4	122.6 123.2 122.9	123.1 123.7 123.8	124.4 124.2 124.4	123.7 123.7 123.8	124.8 125.0 124.7	0.18 0.08 0.27	125.7 124.7 124.7	123.8 123.8 123.8	123.6 124.5 124.5	0.001 0.89 0.85
拡張期血圧 (mmHg)	crude Model 1 Model 2	76.7 76.5 76.6	76.6 77.0 76.8	75.5 76.1 75.8	75.7 76.2 76.2	76.2 76.1 76.3	76.0 76.0 76.1	77.2 77.3 77.0	0.02 <0.01 0.07	77.6 76.6 76.6	76.2 76.2 76.2	75.9 76.8 76.8	<0.001 0.75 0.78
総コレステロール (mg/dl)	crude Model 1 Model 2	207.3 207.1 207.2	205.5 206.3 206.0	212.1 212.4 211.8	208.0 208.2 208.3	207.5 205.9 206.3	206.9 206.9 207.0	208.2 209.6 209.1	0.66 0.03 0.14	206.3 208.1 208.1	208.3 208.6 208.6	208.0 205.9 205.8	0.33 0.29 0.31
LDL ²⁾ コレステロール (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	125.8 125.5 125.6	123.4 124.4 124.1	129.6 130.2 129.7	125.3 125.6 125.7	124.9 124.1 124.6	124.9 125.2 125.4	127.1 127.6 127.0	0.14 0.03 0.17	124.8 126.5 126.5	126.8 126.7 126.7	125.6 124.0 123.9	0.31 0.24 0.21
HDL ⁴⁾ コレステロール (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	55.9 56.2 56.1	56.7 56.5 56.6	58.0 56.9 57.3	58.5 57.4 57.3	57.7 56.8 56.5	57.0 56.6 56.5	54.9 56.0 56.4	<0.001 0.16 0.99	55.0 56.1 56.1	56.2 56.5 56.5	58.0 56.6 56.6	<0.001 0.68 0.61
中性脂肪 (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	102.7 101.6 101.9	101.3 102.1 101.2	98.0 101.6 100.0	95.7 99.8 100.2	98.1 98.6 100.0	99.9 100.5 101.2	105.9 104.7 103.0	<0.01 0.01 0.27	106.8 101.9 101.9	101.1 101.4 101.4	97.0 101.2 101.2	<0.001 0.88 0.82
空腹時血糖 (mg/dl) ³⁾	crude Model 1 Model 2	94.1 94.0 94.0	93.1 93.5 93.3	94.0 94.4 94.2	92.6 93.3 93.3	93.8 93.3 93.5	93.4 93.3 93.5	94.2 94.6 94.4	0.43 0.06 0.15	94.7 94.0 94.0	93.2 93.3 93.3	93.5 94.2 94.2	0.02 0.31 0.32

AHA : American Heart Association.
 Model 1 : 性・年齢・喫煙歴・1週間の運動日数・肉体重動の有無・アルコール摂取量、食事・栄養素摂取項目を調整 (玄米・胚芽米・麦・雑穀は、エネルギー摂取量も調整)、Model 2 : Model 1 + body mass indexを調整
 T1 : 第1三分位、T2 : 第2三分位、T3 : 第3三分位
 1) 共分散分析、2) low-density lipoprotein (低比重リポタンパク)、3) 幾何平均、4) high-density lipoprotein (高比重リポタンパク)

PG (トレンド検定 $P=0.04$) が高くなる傾向が認められた (Model 1)。しかし BMI を調整すると、DBP、TC、LDLC との関連は減弱し、TG、PG との有意味な関連は消失した (Model 2)。

次に、食事・栄養素摂取に関する指標の達成項

目数と健診成績との関連を検討した (表 4)。各食事・栄養素摂取項目において、5項目全てを満たす者は1名であり、4-5項目満たす者の割合も、1.8%と低かった。また、食事・栄養素摂取に関する指標5項目の達成項目数が多い群ほど、BMI (ト

表 4 該当数ごとの対象者の割合および生活習慣の平均値と割合

	該当する指標の数					P値
	0項目	1項目	2項目	3項目	4-5項目	
N (%)	537 (15.6)	1,453 (42.2)	1,029 (29.9)	365 (10.6)	62 (1.8)	—
男性 (%)	83.4	80.2	74.1	63.3	64.5	<0.001
年齢 (歳)	45.7	46.2	48.2	49.3	49.6	<0.001
body mass index (kg/m ²)	23.1	22.8	22.8	22.2	22.0	<0.001
エネルギー摂取量 (kcal/日)	1870.2	1955.6	1944.9	1919.2	1980.6	0.03
アルコール摂取量 (g/日)	13.2	14.2	15.4	12.7	10.5	0.05
喫煙者 (%)	31.3	28.2	28.9	19.5	14.5	0.001
1週間の運動日数 (「7日」と回答した者, %)	5.2	6.3	6.7	9.6	11.3	0.19
肉体労働の有無 (「そうだ」と回答した者, %)	4.1	5.4	6.5	6.3	3.2	0.09

表 5 食事・栄養素摂取に関する指標の該当数と body mass index, 血圧, 脂質, 血糖の調整平均値

		該当する指標の数					P値 ¹⁾	トレンド検定P値
		0項目	1項目	2項目	3項目	4-5項目		
body mass index (kg/m ²)	crude	23.1	22.8	22.8	22.2	22.0	<0.001	<0.001
	Model 1	23.0	22.8	22.8	22.3	22.2	<0.01	<0.01
収縮期血圧 (mmHg)	crude	123.9	124.4	124.9	123.3	123.7	0.41	0.71
	Model 1	124.2	124.5	124.6	123.3	123.6	0.59	0.53
	Model 2	123.9	124.5	124.5	123.8	124.3	0.85	0.96
拡張期血圧 (mmHg)	crude	76.7	76.6	76.7	75.8	75.3	0.67	0.27
	Model 1	76.8	76.6	76.5	76.0	75.3	0.71	0.22
	Model 2	76.6	76.6	76.5	76.5	76.0	0.99	0.65
総コレステロール (mg/dl)	crude	207.7	207.5	206.5	210.6	207.2	0.43	0.82
	Model 1	208.9	208.2	205.8	208.6	204.7	0.30	0.39
	Model 2	208.5	208.1	205.7	209.5	205.9	0.26	0.69
LDL ²⁾ コレステロール (mg/dl) ³⁾	crude	126.6	125.6	125.4	126.1	123.4	0.92	0.48
	Model 1	127.1	126.1	125.2	124.8	121.2	0.55	0.13
	Model 2	126.6	126.0	125.1	125.9	122.6	0.80	0.34
HDL ⁴⁾ コレステロール (mg/dl) ³⁾	crude	55.3	55.9	56.1	60.3	61.8	<0.001	<0.001
	Model 1	56.2	56.2	55.7	58.6	60.4	<0.01	<0.01
	Model 2	56.6	56.4	55.7	57.8	59.3	0.05	0.07
中性脂肪 (mg/dl) ³⁾	crude	103.0	103.8	101.3	93.4	87.9	<0.01	<0.01
	Model 1	101.6	103.3	101.2	97.1	91.6	0.11	0.04
	Model 2	100.5	103.0	100.9	99.8	95.1	0.43	0.27
空腹時血糖 (mg/dl) ³⁾	crude	93.3	94.0	93.7	93.6	96.7	0.36	0.09
	Model 1	93.5	94.2	93.3	93.3	96.6	0.16	0.14
	Model 2	93.5	94.2	93.3	93.8	97.1	0.11	0.06

AHA: American Heart Association.

Model 1: 性、年齢、喫煙歴、1週間の運動日数、肉体労働の有無、アルコール摂取量、食事・栄養素摂取項目を調整 (玄米・胚芽米・麦・雑穀は、エネルギー摂取量も調整)、Model 2: Model 1+ body mass indexを調整

T1: 第1三分位、T2: 第2三分位、T3: 第3三分位

1) 共分散分析、2) low-density lipoprotein (低比重リポタンパク)、3) 幾何平均、4) high-density lipoprotein (高比重リポタンパク)

レンド検定 $P < 0.01$ ）、TG（トレンド検定 $P = 0.04$ ）は、有意に低値となった（Model 1: 表5）。また HDLC（トレンド検定 $P < 0.01$ ）は有意に高値を示した。しかし、BMI を調整した場合（Model 2）、達成項目数と HDLC の正の関連は減弱し、TG との関連は、消失した。

IV. 考 察

本研究により、以下の5点が明らかになった。第1に、日本の食文化や食習慣の実態は米国と大きく異なるため、米国の基準値を日本にそのまま適用が困難であることは冒頭で述べた通りであるが、魚介類はほとんどの対象者が AHA 指標の目標値を満たし、逆に食塩は、ほとんどの対象者が AHA 指標の目標値を満たしていなかった。玄米・胚芽米・麦・雑穀をいつも摂取する者もほとんどいなかった。第2に、野菜・果物の摂取は、生活習慣に独立して、BMI と負の関連が認められた。第3に、魚介類の摂取は、BMI に独立していくつかの健診成績と有意な関連が認められた。第4に、清涼飲料水の摂取量といくつかの検査項目の間に線形の関連が存在したが、その多くが BMI によって説明された。第5に、達成項目数が多いほど、BMI が高く、そのことが達成項目数といくつかの健診成績との関連を仲介する可能性が示唆された。

本研究では、野菜・果物の摂取量が多い群は、そうでない群に比し、BMI が低値を示した。米国看護師12年間の追跡研究においても、野菜・果物の摂取量が最も増加した者は、摂取量が最も減少した者に比し、総エネルギー摂取量や生活習慣に独立して、肥満および体重増加リスクが低かったことが報告されている¹¹⁾。この理由として、野菜・果物に含まれる食物繊維による肥満および体重増加リスクの減少や¹²⁾、エネルギー密度が低いことが考えられている¹³⁾。

魚介類の摂取量が多い群は、そうでない群に比し、HDLC および PG が高く、TG が低くなる有意なトレンドが認められた。HDLC と TG の関係は、先行研究の結果と一致している¹⁴⁾。しかし、本研究において、魚介類の摂取が多いほど、PG が高くなるトレンドが認められた理由は不明である。この結果は、JPHC 研究において報告されている魚介

類摂取と糖尿病発症リスクの負の関連結果と一致していないと言える¹⁵⁾。今回、魚介類の摂取と PG との関連を検討する際に、交絡要因と想定される運動習慣、喫煙状況、アルコール摂取量などの変数は、統計学的に調整済であるが、魚介類摂取と喫煙習慣やアルコール摂取量の関連の残余交絡や因果の逆転、あるいは偶然の結果である可能性も考えられる。今後、交絡やバイアスをなるべく少なくした前向き研究を実施するなどさらなる検討が必要であると考えられた。

清涼飲料水の摂取量が多い群は、そうでない群に比し、BMI、DBP、TC、LDLC、TG、BS が高くなった。この結果は、清涼飲料水あるいは果糖・高果糖含有コーンシロップの摂取と肥満^{16, 17)}、血圧高値¹⁸⁾、TG 上昇¹⁹⁾、LDLC 上昇²⁰⁾、インスリン感受性^{21, 22)} およびインスリン分泌能の低下²³⁾ の関連を報告した海外の結果と一致する。本研究は横断研究であり、さらに人工甘味料を用いてカロリーを抑えた清涼飲料水を区別して質問していないため、因果関係を論ずるのは困難だが、清涼飲料水の摂取が肥満を介していくつかの検査値に影響を及ぼす可能性があると考えられる。日本において清涼飲料水の消費量は2002年以降増加しており²⁴⁾、国民レベルでその健康影響が懸念される。今後、我が国においても、清涼飲料水摂取に関する詳細な問診を導入する前向き研究の実施が必要であると考えられる。

食事・栄養素摂取に関する指標の達成項目数が多い群ほど、運動習慣、喫煙、飲酒等の交絡因子に独立して、BMI、TG は低下、HDLC は上昇する統計学的に有意な傾向性が認められた。そして、BMI は、達成項目数と TG、HDLC との関連を仲介していたと考えられた。達成項目数が多いことと、本研究では調査していない何らかの予防的生活習慣が関連し、その関連が達成項目数と BMI との関連を説明する理由であるかもしれない。また、複数の食事・栄養素摂取によって生じる、単独では認められない効果の存在も考えられた。今後、達成項目数がなぜ BMI 高値に関連したのか検討を深めていく必要があると考えられた。

研究の限界

本研究は、横断研究であるため、AHA で選択さ

れた食事・栄養素の摂取量およびその達成項目数と心血管疾患危険因子の間の因果関係の証明はできない。今後、追跡研究によって明らかにする必要がある。次に、日米において循環器疾患の危険因子が異なる可能性があり、これら食事・栄養素摂取と循環器疾患発症との関連も我が国において検討される必要があるであろう。

さらに清涼飲料水の摂取量が多い群ほど、正常域ではあるが、SBP、HDLCを除くBMI、DBP、TC、LDLC、TGおよびPGが高くなるトレンドが認められたが、本研究では、人工甘味料を用いてカロリーを抑えた清涼飲料水を区分して質問していない。清涼飲料水の摂取量と低カロリー飲料の摂取量に何らかの関連がある場合、因果の逆転の可能性も存在する。清涼飲料水の種類を詳細に検討した前向き研究が必要であると考えられる。

最後に、BDHQで得られるデータの性質から、AHA指標のうち、食物繊維の豊富な全粒穀物に関しては、摂取量を把握しておらず、玄米・胚芽米・麦・雑穀の摂取頻度を解析に用いた。したがって、他のAHA指標とは異なり、摂取量に基づいた解析を実施することができなかった。

V. 結 語

本研究は一勤労者集団を対象としたものであるが、我が国においても、食事・栄養素摂取に関するAHA指標と血圧、脂質代謝異常との間に有意な関連を認めた。特に魚介類と清涼飲料水の摂取は複数の検査項目の異常と有意に関連していたが、清涼飲料水の摂取との関連は肥満を介するものであることが示唆された。今後、我が国の生活習慣病予防対策を立案する際には、魚介類の摂取不足および清涼飲料水の摂取過多に関連する病態にも着目する必要があると考えられた。

謝 辞

本研究は、科学研究費補助金（課題番号：13470087、17390185、22390133、23659346）および日本動脈硬化予防研究基金の研究助成を受けた。

本研究にご協力いただいた、愛知職域コホート研究対象者の皆様、健康管理部門の皆様に、深謝する。

文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ. 平成22年国民生活基礎調査の概要. 要介護者等の状況. (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/4-2.html>) (2013年9月3日現在)
- 2) Kitamura A, Iso H, Iida M, et al. Trends in the incidence of coronary heart disease and stroke and the prevalence of cardiovascular risk factors among Japanese men from 1963 to 1994. *The American Journal of Medicine* 2002; 112 (2): 104-109.
- 3) Kitamura A, Sato S, Kiyama M, et al. Trends in the Incidence of Coronary Heart Disease and Stroke and Their Risk Factors in Japan, 1964 to 2003: The Akita-Osaka Study. *Journal of the American College of Cardiology* 2008; 52 (1): 71-79.
- 4) Kubo M, Kiyohara Y, Ninomiya T, et al. Decreasing incidence of lacunar vs other types of cerebral infarction in a Japanese population. *Neurology* 2006; 66 (10): 1539-1544.
- 5) 厚生労働省. 国民健康・栄養の現状 —平成20年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より—. 東京：第一出版株式会社、2011; 付録2-5.
- 6) Iso H. Changes in Coronary Heart Disease Risk Among Japanese. *Circulation* 2008; 118 (25): 2725-2729.
- 7) Lloyd-Jones DM, Hong Y, Labarthe D, et al. Defining and Setting National Goals for Cardiovascular Health Promotion and Disease Reduction : The American Heart Association's Strategic Impact Goal Through 2020 and Beyond. *Circulation* 2010; 121 (4): 586-613.
- 8) 佐々木敏. 生体指標ならびに食事歴法質問票を用いた個人に対する食事評価法の開発・検証（分担研究総合報告書）. 厚生科学研究費補助金 がん予防等健康科学総合研究事業：「健康日本21」における栄養・食生活プログラムの評価方法に関する研究（総合研究報告書：平成13～15年度：主任研究者：田中平三）. 2004: 10-44.
- 9) Kobayashi S, Murakami K, Sasaki S, et al. Comparison of relative validity of food group

- intakes estimated by comprehensive and brief-type self-administered diet history questionnaires against 16 d dietary records in Japanese adults. *Public Health Nutrition* 2011; 14 (7): 1200-1211.
- 10) Kobayashi S, Honda S, Murakami K, et al. Both Comprehensive and Brief Self-Administered Diet History Questionnaires Satisfactorily Rank Nutrient Intakes in Japanese Adults. *Journal of Epidemiology* 2012; 22 (2): 151-159.
- 11) He K, Hu FB, Colditz GA, et al. Changes in intake of fruits and vegetables in relation to risk of obesity and weight gain among middle-aged women. *International Journal of Obesity* 2004; 28 (12): 1569-1574.
- 12) Liu S, Willett WC, Manson JE, et al. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2003; 78 (5): 920-927.
- 13) Bell EA, Castellanos VH, Pelkman CL, et al. Energy density of foods affects energy intake in normal-weight women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1998; 67 (3): 412-420.
- 14) Nogi A, Yang J, Li L, et al. Plasma n-3 Polyunsaturated Fatty Acid and Cardiovascular Disease Risk Factors in Japanese, Korean and Mongolian Workers. *Journal of Occupational Health* 2007; 49 (3): 205-216.
- 15) Nanri A, Mizoue T, Noda M, et al. Fish intake and type 2 diabetes in Japanese men and women: the Japan Public Health Center-based Prospective Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2011; 94 (3): 884-891.
- 16) Malik VS, Schulze MB, Hu FB. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2006; 84 (2): 274-288.
- 17) フランク・B・フー 著. 小林身哉、八谷 寛、小林邦彦 監訳. 食事、栄養と肥満. 肥満の疫学. 名古屋: 財団法人名古屋大学出版会. 2010; 259-261.
- 18) Brown IJ, Stamler J, Van Horn L, et al. Sugar-Sweetened Beverage, Sugar Intake of Individuals, and Their Blood Pressure: International Study of Macro/Micronutrients and Blood Pressure. *Hypertension* 2011; 57 (4): 695-701.19)
- 19) de Koning L, Malik VS, Kellogg MD, et al. Sweetened beverage consumption and increased risk of metabolic syndrome in Mexican adults. *Circulation* 2012; 125 (14): 1735-1741.
- 20) Stanhope KL, Bremer AA, Medici V, et al. Consumption of Fructose and High Fructose Corn Syrup Increase Postprandial Triglycerides, LDL-Cholesterol, and Apolipoprotein-B in Young Men and Women. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 2011; 96 (10): E1596-1605.
- 21) Bremer AA, Auinger P, Byrd RS, et al. Relationship Between Insulin Resistance-Associated Metabolic Parameters and Anthropometric Measurements With Sugar-Sweetened Beverage Intake and Physical Activity Levels in US Adolescents: Findings From the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 2009; 163 (4): 328-335.
- 22) Stanhope KL, Schwarz JM, Keim NL, et al. Consuming fructose-sweetened, not glucose sweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. *The Journal of Clinical Investigation* 2009; 119 (5): 1322-1334.
- 23) Teff KL, Grudziak J, Townsend RR, et al. Endocrine and Metabolic Effects of Consuming Fructose- and Glucose-Sweetened Beverages with Meals in Obese Men and Women: Influence of Insulin Resistance on Plasma Triglyceride Responses. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 2009; 94 (5): 1562-1569.
- 24) 一般社団法人全国清涼飲料工業会. 清涼飲料水関係統計資料. 東京: 一般社団法人日本リサーチ総合研究所, 2013; 12.

ABSTRACT

Association between five dietary health metrics of the American Heart Association and results of health checkups in a cross-sectional study of Japanese workers.

Mayu Uemura*¹, Hiroshi Yatsuya*^{1,2}, Koji Tamakoshi*³
Yuanying Li*¹, Chaochen Wang*¹, Chifa Chiang*³
Rei Otsuka*⁴, Hideaki Toyoshima*⁵, Satoshi Sasaki*⁶
and Atsuko Aoyama*¹

*¹ Department of Public Health and Health Systems, Nagoya University Graduate School of Medicine, Nagoya, Japan

*² Department of Public Health, Fujita Health University School of Medicine, Toyoake, Japan

*³ Department of Nursing, Nagoya University Graduate School of Medicine, Nagoya, Japan

*⁴ Preventive Nutrition, Department for Development of Preventive Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology, Obu, Japan

*⁵ Health Care Center, Anjo Kosei Hospital, Anjo, Japan

*⁶ Department of Social and Preventive Epidemiology, School of Public Health, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

Cardiovascular health metrics were defined by the American Heart Association (AHA) in 2010 to reduce deaths from cardiovascular diseases by 20% in a decade. This study aims to examine relationships between dietary health metrics and results of health checkups in Japanese workers. We studied 3,446 Japanese civil servants in Aichi prefecture, aged 35-66 years in 2002. Subjects were divided by tertile of each dietary item intake; the third tertile of fruits and vegetables, and fish intakes, the first tertile of salt and sugar-sweetened beverages (SSB) intakes, and everyday intake of fiber-rich whole grain were considered as ideal intakes. We adjusted for sex, age, smoking habit, leisure-time and work-related physical activities, alcohol intake, and other dietary health metrics as potential confounders, and BMI as a mediator. Lower fruits and vegetables, and higher salt and SSB intakes, as well as lower number of dietary health metrics met, were associated with poor health checkup results most likely by increasing body mass index (BMI). Fish intake was inversely associated with triglycerides and positively with high-density lipoprotein cholesterol independent of BMI. Intake of fiber-rich whole grain was not associated with any health checkup results. In conclusion, AHA dietary health metrics were associated with blood pressure and lipids in a Japanese sample. In particular, fish and SSB intakes were associated with multiple abnormalities, but the associations of SSB were largely explained by its association with BMI. In order to form future plans for non-communicable disease prevention in Japan, measures against insufficient fish intake and over-consumption of SSB are thought to be important.

Keywords : *American Heart Association, cardiovascular diseases, diet, health checkups, sugar-sweetened beverages, fish*

Received Feb. 14, 2013 • Accepted Feb. 19, 2014.

(JJCDP 49: 1-11, 2014)