

表3 食事のエネルギー密度の5分位別の代謝危険因子¹

	食事のエネルギー密度(中央値)																		
	1 (4.64 kJ/g)			2 (5.23 kJ/g)			3 (5.73 kJ/g)			4 (6.28 kJ/g)			5 (7.03 kJ/g)						
	n	平均	95% CI	n	平均	95% CI	n	平均	95% CI	n	平均	95% CI	n	平均	95% CI	傾向性のP ²			
Body mass index (kg/m ²) ³	454	21.4	21.1, 21.7	90	21.4	21.4, 21.4	91	21.5	21.4, 21.6	91	21.0	20.9, 21.1	91	21.4	21.3, 21.5	91	21.5	21.4, 21.6	0.86
腹囲 (cm) ^{3,4}	454	73.6	72.9, 74.3	90	73.2	73.2, 73.2	91	72.4	72.3, 72.5	91	73.5	73.4, 73.6	91	74.6	74.5, 74.7	91	74.5	74.4, 74.6	0.002
収縮期血圧 (mm Hg) ^{3,4}	453	106.8	105.8, 107.7	90	106.5	106.4, 106.6	91	107.3	107.1, 107.5	91	106.0	105.8, 106.2	91	107.1	106.9, 107.3	90	106.9	106.7, 107.1	0.84
拡張期血圧 (mm Hg) ^{3,4}	453	69.0	68.3, 69.7	90	68.6	68.5, 68.7	91	69.0	68.8, 69.2	91	68.2	68.0, 68.4	91	70.3	70.1, 70.5	90	68.4	68.2, 68.6	0.81
総コレステロール (mg/dL) ^{3,4}	453	188.1	185.2, 190.9	90	184.9	184.6, 185.2	91	190.4	189.9, 190.9	91	183.1	182.6, 183.6	91	193.3	192.8, 193.8	90	188.5	188.0, 189.0	0.35
HDLコレステロール (mg/dL) ^{3,4}	453	71.1	69.9, 72.3	90	70.8	70.7, 70.9	91	72.0	71.7, 72.3	91	70.3	70.0, 70.6	91	72.2	71.9, 72.5	90	70.1	69.8, 70.4	0.75
LDLコレステロール (mg/dL) ^{3,4}	453	105.5	103.1, 107.9	90	102.5	102.2, 102.8	91	106.6	106.1, 107.1	91	101.2	100.7, 101.7	91	109.4	108.9, 109.9	90	107.9	107.4, 108.4	0.12
空腹時TG (mg/dL) ^{3,4,5}	444	55.6	53.5, 57.7	88	49.9	49.7, 50.1	89	54.6	54.0, 55.2	89	56.3	55.7, 56.9	89	59.1	58.5, 59.8	89	58.0	57.4, 58.6	0.008
空腹時血糖 (mg/dL) ^{3,4}	444	84.0	83.4, 84.6	88	82.9	82.8, 83.0	89	84.0	83.8, 84.2	89	84.2	84.1, 84.3	89	85.2	85.1, 85.3	89	83.5	83.4, 83.6	0.32
空腹時インスリン (μ U/mL) ^{3,4,5}	440	8.1	7.7, 8.5	88	7.8	7.7, 7.8	88	7.8	7.5, 8.0	88	7.8	7.6, 8.1	88	8.7	8.4, 9.0	88	8.4	8.1, 8.7	0.13
ヘモグロビンA1c (%) ^{3,4}	453	4.9	4.9, 5.0	90	5.0	5.0, 5.0	91	4.9	4.9, 4.9	91	4.9	4.9, 4.9	91	5.0	5.0, 5.0	90	5.0	5.0, 5.0	0.52

CI=信頼区間, TG=トリグリセリド

¹食事のエネルギー密度は食品のみを用いて計算。エネルギーを含む飲料(果物ジュース、野菜ジュース、清涼飲料、牛乳、アルコール飲料)、エネルギーを含まない、もしくは非常に少量にエネルギー含有量が少ない飲料(緑茶、ウーロン茶、紅茶、コーヒー、ダイエット飲料)、および水は計算に含まれなかった。

²傾向性のP値は、それぞれのカテゴリのメディアンを連続変数として扱って計算。

³それぞれの分位の平均値は、居住ブロック(北部(関東・東北)、中部(関東・北陸・近畿)、南部(九州・中国))、居住地域の規模(人口100万人以上の都市、人口100万人未満の都市、町や村)、喫煙(はい、いいえ)、サブジメントの使用(はい、いいえ)、摂食速度(遅い、ぶつ、速い)、身体活動(METスコア/日、連続変数)、エネルギー摂取量(kcal/日、連続変数)で調整。

⁴それぞれの分位の平均値は、body mass index (kg/m²、連続変数)でさらに調整。

⁵幾何平均。

第2回栄養関連学科女子学生の栄養と健康に関する多施設共同型観察疫学研究：粗集計結果

分担研究者 佐々木 敏¹、上西一弘²、村上健太郎^{1*}、高橋佳子^{3*}、第2回栄養関連学科女子学生の栄養と健康に関する多施設共同型観察疫学研究グループ⁴

*研究協力者

¹独立行政法人国立健康・栄養研究所栄養疫学プログラム、

²女子栄養大学栄養生理学研究室、

³独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進プログラム、

⁴第2回栄養関連学科女子学生の栄養と健康に関する多施設共同型観察疫学研究（通称：詳細調査）協力研究者（対象者数順）（対象者数順）渡邊智子（千葉県立衛生短期大学栄養学科）、郡俊之（近畿大学農学部）、山崎美津代（西九州大学健康栄養学科）、渡邊令子（県立新潟女子短期大学生活科学科）、馬場啓子（三重中京大学短期大学部食物栄養学科）、柴田克己（滋賀県立大学人間文化学部）、高橋徹（美作大学生活科学部）、早淵仁美（県立福岡女子大学人間環境学部）、大木和子（昭和女子大学大学院生活機構研究科）、鈴木純子（北海道文教大学人間科学部）

研究要旨

栄養素等摂取量と健康状態、特に、摂取された栄養素の体内状態、との関連について、観察疫学的手法を用いて検討し、次回の食事摂取基準（2010年4月から使用開始を予定）を策定するための基礎資料を得ること、また、栄養素摂取量や摂取形態と体内の栄養素ならびにその代謝物質の動態について検討し、栄養と健康との関連に関する新たな知見を得ることを目的として、全国11の栄養士養成施設（大学および短期大学）に在籍する健康な女性687人（18歳以上かつ23歳未満）を対象に疫学調査を実施した。調査項目は、質問票による食習慣調査、質問票による生活習慣調査、質問票による身体活動量調査、身体測定（身長、体重、腹囲）、血圧測定、採血（早朝空腹時）、24時間蓄尿、採尿であった。すべての対象者が3種類の質問票に回答した。99%以上の対象者が身体測定および血圧測定を実施した。98%の対象者が採血を行い、97%以上の対象者が24時間蓄尿および随時尿の採取を行った。全国規模で高度に標準化された方法で実施した本調査によって、若年成人女性の食習慣と健康状態、生活習慣との関連について、新たな知見が数多く得られることが期待される。

A. 研究の背景ならびに目的

栄養士養成施設（大学、短期大学、専門学校）に在籍する健康な女性における栄養素等摂取量と健康状態、特に、摂取された栄養素の体内状態、との関連について、観察疫学的手法を用いて検討

し、次回の食事摂取基準（2010年4月から使用開始を予定）を策定するための基礎資料を得ることを目的とする。加えて、栄養素摂取量や摂取形態と体内の栄養素ならびにその代謝物質の動態について検討し、栄養と健康との関連に関する新たな知見を得ることを目的とする。

B. 方法

B-1. 対象者と調査方法

対象者は、全国 11 の栄養士養成施設（大学および短期大学）に在籍する健康な女性とした。年齢は 18 歳以上かつ 23 歳未満とした。

2006 年 12 月～2007 年 3 月に、この研究に参加する各大学・短期大学の担当教官が対象となりうる学生に対して、研究の主旨と参加方法についての概略を説明した。参加を希望する者は、調査担当者または調査協力者から、個別または集団で、研究について詳細な説明を受け、研究に参加する意志を持つ者から研究参加についての同意書を得た。20 歳未満の場合は、調査担当者または調査協力者から、個別または集団で、研究について詳細な説明を行った上で、研究内容を説明する文書を渡し、保護者と相談したうえで対象者と保護者（1 人）から文書による同意を得た。

2007 年 1～3 月中に、採血予定日から遡って 3～7 日前をめどに、質問票と蓄尿ボトル、質問票の記入方法、蓄尿の方法、採血日までの生活に関する注意に関する説明書を参加者に配布した。蓄尿は原則として、採血前日の 1 日間とした。

採血予定日の朝に、採血場所に集合を依頼し、記入済みの質問票と、採尿済みの蓄尿ボトルを回収した。そこで、身体測定、血圧測定、採血、採尿（随時尿）、質問票の不備内容に関する聞き取りを行った。蓄尿日が生理の期間中の者には、蓄尿および採尿を強制しなかった（他の調査項目は生理の有無にかかわらず行った）。

なお、この調査は、日常生活における状態を観察することを目的としているため、調査期間中の生活には何らの規制も行わなかった。

（倫理面への配慮）

ヘルシンキ宣言を遵守して実施した。研究参加

者には書面ならびに口頭での説明を研究協力者が行い、じゅうぶんに理解し、同意が得られたひとを研究対象者とした。対象者の自由意志により、研究実施中ならびに実施後における研究からの離脱が可能ないようにじゅうぶん配慮した。また、収集したデータは、データ管理者のみが管理し、その他の共同研究者には、個人が特定できない形式の情報（個人には ID が与えられ、個人が特定できない形式）として配布し、各自、厳重に保管することとした。

B-2. 調査項目

次の 7 種類の調査を行った。

- 1) 自記式食事歴法質問票（過去 1 か月間に関する質問）を用いたエネルギー・栄養素摂取量に関する調査。
- 2) 質問票を用いた生活習慣ならびに身体健康状態に関する調査。
- 3) 身体測定。身長、体重、腹囲を測定。
- 4) 血圧測定。自動血圧計を用いて、座位にて測定。
- 5) 血液から得られる栄養学的に重要な生体指標。採血は原則的に 8 時間以上の空腹にて行った。採血は 1 回。採血量は全血として 20 ml を上限とした。採取した血液を用いた測定予定項目は次のとおり。赤血球数、白血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット、血小板数、ヘモグロビン A_{1c}、総コレステロール、LDL コレステロール、HDL コレステロール、中性脂肪、GOT (AST)、GPT (ALT)、 γ -GTP、インスリン、グルコース、脂肪酸分画、血清鉄、トランスフェリン、フェリチン、TIBC、無機リン、カルシウム、オステオカルシン、ビタミン B₆、ビタミン B₁₂、葉酸、ビタミン D、

ビタミンK、ビタミンE、ビタミンA、カロテノイド (α -カロテン、 β -カロテン、リコペン、クリプトキサンチン、 β -クリプトキサンチン)、イソフラボン類、カテキン類、非カルボキシル化オステオカルシン、PTH、レプチン、アディポネクチン、トータル PAI-I (tPA/PAI 複合体)、高感度 CRP、IgE。

採血量が、上記全項目の測定にじゅうぶんでない場合は、一部の項目のみについて測定する。測定項目の選択は研究者が行い、対象者は行わない。

なお、遺伝子情報の測定は行わない。

- 6) 24 時間蓄尿。24 時間 (起床後最初の排尿直後から翌日の起床後最初の排尿まで) に排泄された全尿を採取した。蓄尿は 1 回。蓄尿の完全性を客観的に測定するために、パラアミノ安息香酸 (PABA) の錠剤を 3 回に分けて摂取させた。PABA は、人体にはまったく無害の物質であり、経口摂取後、体内で代謝されずに速やかに尿中に排泄される。手に入る限りの論文を解読したところ、PABA の危険情報に関する記載はなかった。また、PABA は欧米を中心として、今回の研究と類似の目的で広く用いられている。採取した尿を用いた測定予定項目は次のとおり。

ナトリウム、カリウム、クレアチニン、尿素窒素、無機リン、カルシウム、骨代謝マーカー (N-テロペプチドクロリンクドコラーゲンタイプ I、デオキシピリジノリン)、ヨウ素、カドミウム、セレン、チアミン、リボフラビン、4-ピリドキシン酸 (ピリドキサールの異化代謝産物)、ニコチンアミド、N1-メチルニコチンアミド (ニコチンアミドの異化代謝産

物)、N1-メチル-2-ピリドン-5-カルボキサミド (ニコチンアミドの異化代謝産物)、N1-メチル-4-ピリドン-3-カルボキサミド (ニコチンアミドの異化代謝産物)、シアノコバラミン、プテロイルモノグルタミン酸、パントテン酸、ピオチン、アスコルビン酸、2,3-ジケトグルロン酸 (アスコルビン酸の異化代謝産物)、タウリン、メチルヒスチジン。

- 7) 随時尿。測定項目は 24 時間蓄尿と同じ。

B-3. 統計処理

ここでは、各測定項目別にみた、各施設および全体の調査参加者数、および各施設および全体の身長、体重、Body mass index、腹囲、収縮期血圧、拡張期血圧、食事摂取量、生化学検査の結果 (血液、24 時間蓄尿、随時尿) の平均値、標準偏差、最小値、および最大値のみを示す。

C. 結果

表 1 に、各測定項目別にみた、各施設および全体の調査参加者数を示す。調査参加者は、11 施設を合計すると合計で 687 人であった。各施設の参加者数は最小で 28、最大で 234 であった。参加施設の所在地は、北海道、千葉県、埼玉県、東京都、新潟県、三重県、滋賀県、奈良県、岡山県、福岡県、佐賀県であった。

すべての対象者が 3 種類の質問票に回答した。99% 以上の対象者が身体測定および血圧測定を実施した。98% の対象者が採血を行い、97% 以上の対象者が 24 時間蓄尿および随時尿の採取を行った。表 2 に基本特性を、表 3 および 4 に食事

摂取量を、表 5 および 6 に生化学検査の結果を示す。

D. 考察

全国規模で高度に標準化された調査を実施することによって、若年成人女性の食習慣と健康状態、生活習慣との関連について、新たな知見が数多く得られることが期待される。

E. 結論

栄養素等摂取量と健康状態、特に、摂取された栄養素の体内状態、との関連について、観察疫学的手法を用いて検討し、次回の食事摂取基準（2010年4月から使用開始を予定）を策定するための基礎資料を得ること、また、栄養素摂取量や摂取形態と体内の栄養素ならびにその代謝物質の動態について検討し、栄養と健康との関連に関する新たな知見を得ることを目的として、全国 11 の栄養士養成施設（大学、短期大学）に在籍する健康な女性 687 人（18 歳以上かつ 23 歳未満）を

対象に疫学調査を実施した。調査項目は、質問票による食習慣調査、質問票による生活習慣調査、質問票による身体活動量調査、身体測定（身長、体重、腹囲）、血圧測定、採血（早朝空腹時）、24 時間蓄尿、採尿であった。すべての対象者が 3 種類の質問票に回答した。99%以上の対象者が身体測定および血圧測定を実施した。98%の対象者が採血を行い、97%以上の対象者が 24 時間蓄尿および随時尿の採取を行った。全国規模で高度に標準化された方法で実施した本調査によって、若年成人女性の食習慣と健康状態、生活習慣との関連について、新たな知見が数多く得られることが期待される。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

表1 測定項目別の調査参加者数

施設(所在地)	総参加者	身体測定	血圧	食事歴法 質問票	生活習慣 質問票	身体活動 質問票	空腹時 採血	24時間 蓄尿	随時尿
A(千葉県)	87	87	87	87	87	87	86	86	86
B(北海道)	28	28	28	28	28	28	28	28	28
C(新潟県)	40	40	40	40	40	40	30	39	39
D(滋賀県)	40	40	40	40	40	40	38	39	40
E(福岡県)	38	38	38	38	38	38	38	35	38
F(奈良県)	71	71	71	71	71	71	71	66	67
G(三重県)	39	39	39	39	39	39	39	37	39
H(佐賀県)	43	43	43	43	43	43	43	40	41
I(東京都)	28	28	28	28	28	28	28	26	25
J(岡山県)	39	39	39	39	39	39	39	38	38
K(埼玉県)	234	232	232	234	234	234	234	233	233
合計	687	685	685	687	687	687	674	667	674

表2 対象者の基本特性

	人数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
年齢(歳)	687	19.7	1.1	18.0	22.0
身長(cm)	685	158.6	5.4	134.0	175.2
体重(kg)	685	53.7	7.4	34.2	88.6
Body mass index(kg/m ²)	685	21.3	2.6	15.2	34.3
腹囲(cm)	685	72.4	6.8	51.8	101.1
収縮期血圧(mm Hg)	685	106.2	10.6	80.5	146.5
拡張期血圧(mm Hg)	685	70.6	8.7	48.5	102.5

表3 エネルギーおよび栄養素の摂取量(n = 687)

	粗摂取量				エネルギー調整済み値 ²			
	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値
エネルギー(kcal/日)	1781	499	605	5463				
たんぱく質(g/日)	59.3	19.4	14.2	191.0	13.2	1.9	7.1	19.8
脂質(g/日)	58.2	22.8	12.4	208.6	28.9	5.3	12.1	48.7
飽和脂肪酸(g/日)	17.0	7.5	3.7	61.1	8.4	2.0	3.3	15.2
一価不飽和脂肪酸(g/日)	20.2	8.2	3.9	77.2	10.0	2.2	4.1	20.4
多価不飽和脂肪酸(g/日)	12.5	4.7	1.7	41.8	6.3	1.3	2.1	12.7
n-3系脂肪酸(g/日)	2.2	1.0	0.2	8.6	1.1	0.3	0.3	2.6
n-6系脂肪酸(g/日)	10.5	3.9	1.6	34.7	5.3	1.1	2.0	10.2
炭水化物(g/日)	247.5	65.7	92.4	746.1	56.2	6.1	34.1	77.9
アルコール(g/日)	1.6	5.2	0	80.2	0.6	1.8	0	31.0
コレステロール(mg/日)	304.1	135.0	32.0	1242.3	169	55	45	441
総食物繊維(g/日)	11.9	4.8	2.4	50.3	6.7	1.9	3.1	17.3
水溶性食物繊維(g/日)	3.1	1.3	0.4	13.9	1.7	0.5	0.6	4.7
不溶性食物繊維(g/日)	8.5	3.4	2.0	34.9	4.8	1.3	2.3	12.2
グリセミック・インデックス ¹	65.3	4.0	49.7	76.0				
グリセミック・ロード ¹	145.3	38.5	47.0	387.4	82.8	12.8	46.9	130.2
ナトリウム(mg/日)	3574	1232	771	10325	2021	490	636	4431
カリウム(mg/日)	1952	769	440	7478	1088	257	496	2303
カルシウム(mg/日)	491	220	100	1584	274	92	108	769
マグネシウム(mg/日)	211	78	52	739	118	26	65	257
リン(mg/日)	906	318	212	2834	505	90	284	925
鉄(mg/日)	6.5	2.3	1.5	21.4	3.6	0.8	1.8	8.3
亜鉛(mg/日)	7.2	2.3	1.9	21.8	4.0	0.5	2.2	6.2
銅(mg/日)	1.0	0.3	0.3	3.9	0.6	0.1	0.4	1.0
マンガン(mg/日)	3.5	1.4	0.9	11.4	2.0	0.8	0.7	6.0
ビタミンA(μg/日)	554	606	55	13435	307	275	60	5566
ビタミンD(μg/日)	6.0	3.9	0.3	30.4	3.3	1.7	0.4	16.4
ビタミンE(mg/日)	0.1	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3
ビタミンK(μg/日)	260	165	21	1258	146	84	21	730
ビタミンB ₁ (mg/日)	0.8	0.3	0.2	3.2	0.4	0.1	0.2	0.9
ビタミンB ₂ (mg/日)	1.2	0.5	0.3	4.6	0.7	0.2	0.3	1.9
ナイアシン(mg/日)	12.6	5.5	2.6	55.2	7.0	2.0	2.7	14.5
ビタミンB ₆ (mg/日)	0.9	0.4	0.2	3.8	0.5	0.1	0.2	1.0
ビタミンB ₁₂ (μg/日)	5.3	3.4	0.5	35.2	2.9	1.4	0.4	14.6
葉酸(μg/日)	267	114	57	1293	151	52	54	536
パントテン酸(mg/日)	5.6	2.0	1.3	17.2	3.1	0.6	1.8	6.2
ビタミンC(mg/日)	83	46	12	520	47	21	9	202

¹グルコースのグリセミック・インデックスを100として計算。

²マクロ栄養素は%エネルギー、ミクロ栄養素とグリセミック・ロードは1000kcalあたり重量。

表4 食品群の粗摂取量(n = 687)

	粗摂取量(g/日)				エネルギー調整済み値(g/100kcal)			
	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値
めし類	277.9	113.7	0	817.1	161.4	63.3	0	381.3
パン類	49.2	45.1	0	632.7	27.2	20.5	0	175.5
めん類	60.9	52.6	0	429.8	36.0	32.3	0	198.6
いも類	29.4	25.1	0	319.8	16.2	10.9	0	86.5
菓子類 ¹	95.6	58.1	7.5	491.6	52.6	23.1	8.5	180.0
油脂類	21.0	12.1	3.0	120.5	11.7	5.6	1.9	49.6
豆類 ²	38.6	28.9	0	223.9	21.5	14.6	0	122.2
魚介類	49.4	33.8	0	292.0	27.0	14.6	0	92.9
肉類	61.0	38.6	1	370.2	33.7	16.5	1	116.9
卵類	35.1	22.5	0	200.0	19.6	11.9	0	84.4
乳類	140.2	132.9	0	852.5	78.1	69.4	0	458.5
野菜類 ³	218.7	134.6	12.6	1305.6	122.3	66.2	10.9	630.4
果実類	100.8	119.5	0	1712.3	55.1	53.5	0	666.7
アルコール飲料	19.9	56.4	0	874.4	11.2	28.2	0	311.1
非アルコール飲料	823.8	519.5	0	3531.4	480.2	320.6	0	3005.5

¹砂糖類を含む。

²種実類を含む。

³きのこ類および海藻類を含む。

表5 生化学検査の結果(血液)

	単位	人数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
白血球数	個/ μ L	671	5946.9	1590.0	2600.0	13300.0
赤血球数	$\times 10000$ 個/ μ L	671	458.0	30.6	246.0	596.0
血色素量	g/dL	671	13.3	1.0	8.3	15.6
ヘマトクリット	%	671	41.9	2.7	28.6	49.3
平均赤血球容積	fL	671	91.6	5.2	63.0	126.0
平均赤血球色素量	Pg	671	29.2	2.1	17.6	35.8
平均赤血球色素濃度	%	671	31.8	1.0	27.8	35.5
血小板数	$\times 10000$ 個/ μ L	671	25.7	5.1	12.8	74.4
AST(GOT)	IU/L/37°C	673	17.7	5.6	10.0	107.0
ALT(GPT)	IU/L/37°C	673	14.6	11.4	4.0	238.0
γ -GTP	IU/L/37°C	673	13.8	6.6	4.0	107.0
総コレステロール	mg/dL	673	189.5	32.5	120.0	336.0
HDLコレステロール	mg/dL	673	70.3	12.7	36.0	113.0
LDLコレステロール	mg/dL	673	107.9	27.9	35.0	242.0
中性脂肪	mg/dL	673	62.2	29.3	12.0	328.0
カルシウム	mg/dL	673	9.9	0.3	8.7	10.9
無機リン	mg/dL	673	4.0	0.4	2.8	5.3
血清鉄	μ g/dL	674	94.1	40.9	14.0	259.0
総鉄結合能	μ g/dL	674	366.0	47.6	248.0	519.0
フェリチン	ng/ml	674	31.1	36.8	0.3	751.0
トランスフェリン	mg/dL	674	284.5	43.9	169.0	431.0
血糖	mg/dL	674	84.1	6.7	53.0	125.0
インスリン	μ U/ml	674	8.3	5.2	0.5	46.8
ヘモグロビンA1c	%	673	4.8	0.3	3.7	8.9
IgE	IU/ml	672	324.5	700.2	2.5	8700.0
1 α 25ビタミンD	pg/ml	673	53.2	17.1	14.0	111.0
葉酸	ng/ml	673	8.9	3.2	3.4	29.2

表6 生化学検査の結果(尿)

	単位	人数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
24時間蓄尿						
絶対量	ml/日	667	1085.3	525.6	150.0	4450.0
尿素窒素	mg/日	667	7586.4	1960.9	1862.0	15994.2
クレアチニン	mg/日	667	1016.0	173.9	243.3	1616.0
ナトリウム	mg/日	667	3360.2	1285.0	707.0	9622.8
カリウム	mg/日	667	1739.9	648.5	292.5	4423.8
カルシウム	mg/日	667	118.7	53.9	9.2	463.0
無機リン	mg/日	667	650.6	168.2	144.0	1223.0
マグネシウム	mg/日	667	80.8	24.8	11.7	198.2
PABA	mg/日	667	242.7	33.6	6.0	431.5
濃度						
尿素窒素	mg/dL	667	814.3	316.6	46.0	1800.0
クレアチニン	mg/dL	667	113.8	52.4	11.8	294.9
ナトリウム	mg/dL	667	348.0	134.1	32.0	756.0
カリウム	mg/dL	667	182.7	80.3	16.0	694.0
カルシウム	mg/dL	667	12.8	7.2	0.6	47.0
無機リン	mg/dL	667	71.2	31.7	4.5	200.5
マグネシウム	mg/dL	667	8.7	3.9	0.6	26.0
PABA	mg/dL	667	27.3	12.7	1.1	93.8
随時尿						
尿素窒素	mg/dL	674	908.1	371.9	58.0	1898.0
クレアチニン	mg/dL	674	155.4	87.0	8.1	707.2
ナトリウム	mg/dL	674	345.4	159.5	18.0	890.0
カリウム	mg/dL	674	263.9	128.5	25.0	792.0
カルシウム	mg/dL	674	12.8	9.5	0.2	57.0
無機リン	mg/dL	674	62.1	38.5	3.8	254.0
マグネシウム	mg/dL	674	9.0	5.2	0.4	33.0

PABA=パラアミノ安息香酸。

山口県周南市小・中学生の貧血に関する調査- 栄養素との関連について検討

分担研究者 佐々木 敏¹、奥田昌之^{2*}

*研究協力者

¹独立行政法人国立健康・栄養研究所栄養疫学プログラム、

²山口大学大学院医学系研究科システム統御医学系専攻医療環境統御医学領域環境
制御健康医学分野

研究要旨

貧血は小児においてもみられる健康障害の原因の一つである。貧血と摂取栄養素などに関連を検討した。周南市において10歳(小学5年生)2274人、13歳(中学2年生)2064人の男女を対象に貧血検査を行った。ヘモグロビンは小学5年生の男女でそれぞれ平均 13.53 ± 0.73 、 13.41 ± 0.75 、中学2年生男女でそれぞれ平均 14.35 ± 0.87 、 13.52 ± 0.86 であった。WHO基準による貧血有病率は小学5年生男子2.48%、小学5年生女子3.71%であった。中学2年生では男子0.85%、女子4.36%であった。貧血なし群と貧血あり群で比較すると、MCVと血清鉄は貧血あり群で有意に低下しており(MCV;小学5年男子 $p=0.014$ 、女子 $p=0.008$ 、中学2年男子 $p<0.001$ 、女子 $p<0.001$ 、血清鉄;小学5年男子 $p=0.002$ 、女子 $p<0.001$ 、中学2年男子 $p=0.004$ 、女子 $p<0.001$)、貧血陽性群全体で血清鉄低値・小球性貧血の傾向であった。しかし鉄などの栄養素の推定摂取量は相対的に低い有意差はなかった(鉄;小学5年男子 $p=0.477$ 、女子 $p=0.439$ 、中学2年男子 $p=0.402$ 、女子 $p=0.686$)。中学生では身長に差があった(男子 $p=0.037$ 、女子 $p=0.021$)。今回の調査では10代前半の小児の貧血と栄養摂取量との間に明らかな関連を認めず、今後他の交絡因子も含めた検討が必要である。

A. 研究の背景ならびに目的

貧血は全身倦怠感、頭痛、眩暈感、胸痛、動悸、息切れ、高次脳機能障害等の症状をおこす(陳2006)。特に成長、発達の盛んな時期にある学童・思春期の小児において成長・発達遅延を指摘されており、注意を要すべき疾患である(Iannotti 2006, Lozoff 1991)。

これまで小児の貧血の一般的な原因として貯蔵鉄量・ビタミンB6、B12不足を示唆する報告がある(Iannotti 2006, Broek 2000)。思春期には部活動の参加、トレーニングによる溶血性貧血(いわゆるスポーツ貧血)と運動との関連を示唆されている(Radomski 1980, 櫻田 1996, 藤原 2003)。さら

に女性では11歳-12歳の二次性徴・月経開始後に血算・ヘモグロビン値に男性との差が大きくなり、集団内での個人差が顕著になる(前田 2006)。

しかし、先進国における生活習慣・環境的要因と貧血を考慮した横断的、縦断的研究は少ない。今回われわれは、成長発達段階にある子供の貧血や関連する生活習慣等を明らかにするために、日本の地方都市(山口県周南市)に在住する修学児童;小学5年生(10歳~11歳)、中学2年生(13~14歳)を対象に貧血の有病率、摂取栄養素等との関連を調べた。

B. 対象と方法

B-1. 対象

この調査は山口県周南市で行った。周南市は人口約 15.6 万人 (60.8 千世帯) の臨海都市である。対象は平成 17 年度および平成 18 年度の周南市立の全小学校、全中学校に通う小学 5 年生 (平均年齢 10.5 ± 0.5) 歳男子 1499 人、女子 1390 人、中学 2 年生 (13.5 ± 0.5 歳) 男子 1457 人、女子 1300 人とした。

質問票は学校を通して配布し、回答と一緒に、児童・生徒及びその保護者から文書等によるインフォームドコンセントを得た。研究参加の同意は小学 5 年生男子約 79%、小学 5 年生女子 80%、中学 2 年生男子 74%、中学 2 年生女子 78% から得た。このうち採血検査・身体測定等での技術的問題から欠損値をもつケースやアンケート調査項目に欠損があったケース除き、合計小学 5 年生男子 1168 人 (77.9%)、同女子 1106 人 (79.6%)、中学 2 年生 1055 人 (72.4%)、同女子 1009 人 (77.6%)、合計 4338 人を解析の対象とした。この研究は山口大学臨床・疫学倫理審査委員会 IRB から承認された (平成 17 年 5 月 No. 2638 号)。

B-2. アンケート調査

質問表は食事歴調査と生活習慣調査の 2 種類であった。栄養評価を、過去 1 か月間の習慣的な栄養素摂取量など食習慣について、妥当性が検討されている簡易型自記式食事歴法質問票 (brief-type self-administered diet history questionnaire: BDHQ) を用いて調べた。BDHQ はすでに数多くの妥当性研究が存在している自記式食事歴法質問票 (self-administered diet history questionnaire: DHQ) の簡易型として開発された質問票である。

生活習慣についての調査は自記式のアンケートを用いて行った。対象は頻度 (月、週、日に何回・何時間) や程度 (とても、まあまあ、ほとんどない等) ごとに段階的な選択肢や数字によって回答した。質問の内容は、朝食に関すること、夕食に関

すること、普段の生活習慣について、起床時間、就寝時間、食事の時間、運動の頻度、種目、帰宅後の過ごし方、情報機器の使用、趣味の内容、家庭での過ごし方、コンビニ、ファーストフードの利用等を含めた。

B-3. 身体測定

身長、および体重は学校内の診察室又は測定用に用意された部屋で午前中に測定された。体重計はバネ秤式で公正をうけ学校に備付けのものを使用した。測定するときには、シャツ・パンツ等の最小限の衣服だけを着用し、0.1kg 単位まで目視で目盛を確認した。身長は身長計を用いて、立位垂直方向で測定した。裸足で立ち、あごを引いた頭位で測定した。

B-4. 採血検査

得られた全血サンプルより自動血算計 (ベックマン・コールター社 コールター STKS) を用いて赤血球数、ヘモグロビン値、ヘマトクリット値、血清鉄を算定した。これらの結果からさらに MCV, MCH, MCHC を算出した。血清を抽出し血液生化学検査 (HITACHI 社製 生化学分析機 7600-110S 型) を使用した。貧血の判定には WHO 基準 ($Hb < 12.0$ 未満 or $Hb < 36.0\%$ 未満) を用いた。

B-5. 解析

栄養素の推定摂取量は、推定エネルギー摂取量で調整した 1 日あたりのエネルギー密度とした。推定生活活動強度と推定エネルギー必要量は生活習慣調査のうち身体活動に関連する質問項目を用いて 1 日平均の MET を算出し、年齢性別の標準基礎代謝量 (日本人の食事摂取基準 2005) から推定した (妥当性未検証)。身体測定値、血液検査値、栄養摂取状況などは、各学年の男女および貧血あり群と貧血なし群を比較するために Student's T 検定、等分散が仮定されない場合には Welch's T 検定を用いた。解析には SPSS ver13.0 を使用した。

C. 結果

はじめに、学年ごとに男女を比較した。小学校5年生の平均身長は女子が 139.7 ± 6.6 cm であり男子 138.5 ± 6.2 より 1cm 以上高かった ($P < 0.001$, 表1)。赤血球数の平均値は男子 $4.69 \pm 0.29 \times 10^4/\text{ml}$ 、女子 $4.61 \pm 0.28 \times 10^4/\text{ml}$ で有意に多かった ($P < 0.001$)。ヘモグロビン濃度は男子と女子ではそれぞれ 13.5 ± 0.7 g/dl, 13.4 ± 0.7 g/dl と男子で高く ($P < 0.001$)、ヘマトクリット値も男子 $40.0 \pm 2.1\%$ 、女子 $39.8 \pm 2.2\%$ と男子が有意に高値であった ($P = 0.004$) (図1, 2, 3)。その他 MCV, MCH, MCHC についても男女で有意差を認めた。血清鉄は女子の平均値 104 ± 34.6 mg/l が男子平均 100.2 ± 33.0 mg/l よりも高かった ($P = 0.005$)。男女での推定栄養素摂取量を比較すると、鉄、ビタミンA、ビタミンB6、葉酸、ビタミンB12の全てで、女子の平均が有意に男子の平均を上回っていた (以上 $p < 0.001$; ビタミンA, $p < 0.038$)。

中学2年生では、小学5年生とは逆に身長・体重ともに男子が女子を大きく上回っていた ($P < 0.001$, 表1)。しかし、BMIは女子 19.3 ± 2.6 が男子 19.0 ± 2.7 よりも大きい平均値を示した ($P = 0.004$)。赤血球数では男子 $4.9 \pm 0.3 \times 10^4/\text{ml}$ 、女子 $4.5 \pm 0.3 \times 10^4/\text{ml}$ と男子が高かった ($P < 0.001$)。ヘモグロビン濃度は男女それぞれ 14.4 ± 0.9 g/dl, 13.5 ± 0.9 g/dl と男子が高かった ($P < 0.001$)。ヘマトクリット値も男女それぞれ $42.5 \pm 2.5\%$ 、 $40.1 \pm 2.4\%$ で男子が高かった (図1, 2, 3)。MCV, MCH, MCHC においても男女差が認められたが、いずれも正常範囲内であった ($P < 0.001$)。血清鉄平均値は男子が高く ($P = 0.001$)、男女それぞれ 110.5 ± 39.2 mg/l, 104.3 ± 43.8 mg/l であった。

WHO 基準 ($\text{Hb} < 12.0$ 未満 or $\text{Hb} < 36.0\%$ 未満) での貧血有病率は、小学5年生男子 2.48%、小学5年生女子 3.71% であった。中学2年生では男子 0.85%、女子 4.36% であった。

小学5年生男子で、貧血あり群のBMIは貧血なし群に比べて有意に低かった ($p < 0.013$, 表2)。また貧血あり群では血清鉄量が 85.3 ± 28.7 mg/1000kcal と有意に低値であった。エネルギー摂取量や鉄・亜鉛、ビタミン類について有意な差はなかった。

小学5年生女子の貧血あり群では、身長、体重、BMIが貧血なし群よりも低かったが有意な差はなかった (身長 $p = 0.299$, 体重 $p = 0.085$, BMI $p = 0.079$ 表2)。また、貧血あり群の血清鉄とMCV平均値が、貧血なし群よりも有意に低くそれぞれ 90.3 ± 39.6 mg/l ($p = 0.008$)、 84.5 ± 5.4 fl ($p < 0.001$) であった。推定エネルギー摂取量は貧血あり群で有意に低かった ($p = 0.029$)。

中学2年生男子では、貧血あり群の平均身長は貧血なし群の平均身長と 5cm 以上差があり、有意に高かった (貧血なし 159.0 ± 7.7 cm vs 貧血あり 164.4 ± 8.6 cm; $p = 0.037$, 表2)。体重は両群で近い平均値となりBMIも有意な差はなかった。生活活動強度は貧血あり群で高いようであるが有意ではなかった ($p = 0.170$)。血清鉄とMCVは有意に低く、とくに貧血あり群の血清鉄の平均値 44.2 ± 29.5 mg/l は貧血なし群 111.0 ± 38.8 mg/l の半分以下であった ($p < 0.0001$)。貧血ありの群では、推定摂取量が貧血なし群よりも相対的に低い栄養素 (鉄、亜鉛、牛肉、ビタミンB12) があつたがいずれも有意ではなかった。

中学2年生女子では、男子と同様に貧血あり群と貧血なし群で平均身長は約 2cm 差があり、貧血あり群で有意に高かった (貧血なし 154.4 ± 5.4 cm vs 貧血あり 156.4 ± 6.4 cm; $p = 0.021$, 表2)。体重もBMIも貧血あり群で相対的に高い平均値だったが有意差はみられなかった (体重, $p = 0.222$; BMI, $p = 0.737$)。男子と同様に、貧血あり群は血清鉄とMCVで低値を示した ($p < 0.001$)。しかし、エネルギー摂取量や金属類、ビタミン類の摂取は、まったく有意差は認めなかった。

D. 考察

小学5年生・中学2年生(9-10歳・12-13歳)男女を対象に貧血等にかかわる特性を調査した。今回の対照群では、WHO基準(Hb<12.0未満 or Hb<36.0%未満)貧血有病率は、小学5年生男子2.48%、小学5年生女子3.71%であった。中学2年生では男子0.85%、女子4.36%であった。貧血はヘモグロビン値による判定が一般的であるが、カットオフ値は様々である。(遠野2006, WHO1993, Khusun H1999, 山予防1997, 高橋ら2005)。同じ判定基準を採用している他の報告と比べて小学生女子を除けば有病率は低い(前田2006)。

発展途上国の報告では、思春期男女や就学前児では鉄、ビタミンB6、B12等の栄養素不足が貧血と関連する(Iannotti2006, Broek2000)。乳幼児、小児の鉄欠乏・貧血のある集団に対して、鉄剤投与により改善した例が報告されている(Jackson2000, Dossa2001)。これらの報告では貧血有病率が高い。我々の報告では貧血あり群で有意に血清鉄、MCVが低く、小球性貧血で、体内の鉄貯蔵量が少ない可能性がある。しかし、摂取栄養素量とあまり関係はなく、さらに鉄摂取量と貧血と関連があるという報告と比べて有病率は非常に低かった。本調査の対象者の遺伝特性、生活環境、栄養状態では、摂取鉄量と鉄欠乏状態・貧血を結びつけるのは不適切かもしれない。ただし本調査は、貧血有病者は栄養素不足ばかりでなくサラセミア、その他の二次性貧血の児童が含まれていることは考慮していない。

活動量の高い男女において、貧血と運動との関連性が示唆されている(Radomski1980, 藤原2003)。このいわゆる「スポーツ貧血」は、筋運動にともなう溶血や足底への圧迫・細血管の障害による物理的な血球破壊といった溶血性貧血の機序が考えられている。また運動により鉄吸収量低下、

損失の増加(尿・便中)がおり、間接的に鉄欠乏を助長するという報告もある(櫻田1996)。本調査では、中学2年生男女の貧血あり群で推定生活活動強度は高いが有意ではなく、小学生は有意でないものの逆に貧血有り群で推定生活活動強度は低かった。今後スポーツの種類、程度を考慮するべきかもしれない。

今回の調査では血算値と身長に関連があった。成長の早さに関連するかもしれないが、第2次性徴の発現時期を訊ねることができなかった。特に女性では定期的な月経があるなら、月経による失血も考慮すべきであるが検討できていない。今後考慮できなかった要因を含めて、栄養素摂取量や運動との関連を詳しく検討すべきであるとする。

E. 結論

男女で大きく異なる血液検査データが明らかになった。貧血の中学生では身長が有意に低く、貧血の小学生では体重が有意に小さかった。貧血の小児では低MCVと低血清鉄量であったが、推定鉄摂取量が低下しているとは言えなかった。日本人小児の貧血について他の因子を含めた詳細な検討がさらに必要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

表1 小学5年生の男女における調査項目の平均値

	小学5年生			中学2年生		
	男子 (n=1163)	女子 (n=1099)	p-値	男子 (n=1055)	女子 (n=1007)	p-値
身長 (cm)	138.5 ± 6.2	139.7 ± 6.6	p<0.001	159.0 ± 7.8	154.5 ± 5.4	p<0.001
体重 (kg)	33.9 ± 6.9	33.9 ± 6.7	0.910	48.3 ± 9.6	46.2 ± 7.4	p<0.001
BMI (kg/m ²)	17.5 ± 2.6	17.2 ± 2.4	0.005	19.0 ± 2.7	19.3 ± 2.6	0.004
生活活動強度 (倍/日)	1.66 ± 0.18	1.57 ± 0.16		1.74 ± 0.22	1.68 ± 0.27	
RBC (10 ⁶ /dl)	4.69 ± 0.29	4.61 ± 0.28	p<0.001	4.88 ± 0.30	4.54 ± 0.27	p<0.001
Hb (g/dl)	13.5 ± 0.7	13.4 ± 0.7	p<0.001	14.4 ± 0.9	13.5 ± 0.9	p<0.001
Hct (%)	40.0 ± 2.1	39.8 ± 2.2	0.004	42.4 ± 2.5	40.1 ± 2.4	p<0.001
MCV (fl)	85.4 ± 2.9	86.3 ± 3.1	p<0.001	87.1 ± 3.5	88.4 ± 4.4	p<0.001
MCH (pg)	28.9 ± 1.2	29.1 ± 1.3	p<0.001	29.4 ± 1.4	29.8 ± 1.8	p<0.001
MCHC (%)	33.8 ± 0.7	33.7 ± 0.7	0.003	33.8 ± 0.7	33.7 ± 0.7	0.004
血清鉄 (mg/l)	100.2 ± 33.0	104.3 ± 34.6	0.005	110.5 ± 39.2	104.3 ± 43.8	0.001
鉄摂取量 (mg/日)	3.63 ± 0.59	3.79 ± 0.61	p<0.001	3.54 ± 0.75	3.78 ± 0.72	p<0.001
ビタミンA摂取量 (μg/日)	358 ± 122	369 ± 114	0.038	334 ± 173	354 ± 162	0.006
ビタミンB ₆ 摂取量 (mg/日)	0.60 ± 0.10	0.63 ± 0.11	p<0.001	0.58 ± 0.12	0.60 ± 0.13	p<0.001
葉酸摂取量 (μg/日)	171.0 ± 37.7	180.3 ± 39.9	p<0.001	152.1 ± 45.4	165.2 ± 44.8	p<0.001
ビタミンB ₁₂ 摂取量 (μg/日)	3.70 ± 1.35	3.91 ± 1.50	p<0.001	4.14 ± 1.88	4.19 ± 1.88	0.548

表2 貧血の有無による身体測定値、貧血指標、栄養素摂取量の比較

	男子			女子		
	貧血なし	貧血あり	p-値	貧血なし	貧血あり	p-値
小学5年生	n=1139 97.5%	n=29 2.48%		n=1065 96.3%	n=41 3.71%	
身長 (cm)	138.5 ± 6.1	136.8 ± 7.4	0.132	139.8 ± 6.6	138.7 ± 7.0	0.299
体重 (kg)	33.9 ± 6.9	30.8 ± 5.3	0.016	34.0 ± 6.7	32.1 ± 5.8	0.085
BMI (kg/m ²)	17.6 ± 2.6	16.4 ± 1.6	0.013	17.3 ± 2.4	16.6 ± 1.8	0.079
生活活動強度 (倍/日)	1.66 ± 0.18	1.64 ± 0.16	0.489	1.57 ± 0.16	1.53 ± 0.15	0.115
基礎代謝量 (kcal/日)	1269 ± 258	1152 ± 199		1182 ± 233	1118 ± 202	
推定エネルギー必要量 (kcal/日)	2105 ± 475	1890 ± 392	0.016	1857 ± 405	1717 ± 358	0.029
RBC (10 ⁶ /dl)	4.70 ± 0.28	4.23 ± 0.26		4.63 ± 0.27	4.16 ± 0.25	
Hb (g/dl)	13.6 ± 0.7	12.0 ± 0.5		13.5 ± 0.7	11.8 ± 0.9	
Hct (%)	40.1 ± 2.0	35.3 ± 0.9		39.9 ± 2.0	35.1 ± 1.9	
血清鉄 (mg/l)	100.6 ± 33.0	85.3 ± 28.7	0.014	104.8 ± 34.3	90.3 ± 39.6	0.008
MCV (fl)	85.4 ± 2.9	83.7 ± 5.1	0.002	86.4 ± 2.9	84.5 ± 5.4	p<0.001
エネルギー摂取量 (kcal/日)	2131 ± 537	2265 ± 528	0.185	1932 ± 473	1958 ± 597	0.732
鉄摂取量 (mg/日)	3.63 ± 0.60	3.55 ± 0.55	0.477	3.79 ± 0.61	3.86 ± 0.61	0.439
亜鉛摂取量 (mg/日)	4.18 ± 0.37	4.12 ± 0.41	0.384	4.21 ± 0.41	4.22 ± 0.37	0.929
ビタミンA摂取量 (μg/日)	358 ± 122	366 ± 140	0.727	369 ± 114	364 ± 112	0.772
ビタミンB ₆ 摂取量 (mg/日)	0.60 ± 0.10	0.57 ± 0.10	0.091	0.63 ± 0.11	0.63 ± 0.12	0.714
葉酸摂取量 (μg/日)	171 ± 38	162 ± 36	0.186	180 ± 40	184 ± 38	0.586
ビタミンB ₁₂ 摂取量 (μg/日)	3.70 ± 1.35	3.58 ± 1.33	0.652	3.91 ± 1.50	3.96 ± 1.64	0.828
中学2年生	n=1046 99.1%	n=9 0.85%		n=965 95.6%	n=44 4.36%	
身長 (cm)	159.0 ± 7.7	164.4 ± 8.6	0.037	154.4 ± 5.4	156.4 ± 6.4	0.021
体重 (kg)	48.3 ± 9.6	48.3 ± 6.0	0.987	46.2 ± 7.4	47.6 ± 5.9	0.222
BMI (kg/m ²)	19.0 ± 2.7	17.9 ± 2.5	0.237	19.3 ± 2.7	19.5 ± 2.1	0.737
生活活動強度 (Mets/日)	1.74 ± 0.22	1.84 ± 0.24	0.170	1.68 ± 0.27	1.73 ± 0.36	0.186
基礎代謝量 (kcal/日)	1498 ± 298	1497 ± 186		1367 ± 220	1408 ± 173	
推定エネルギー必要量 (kcal/日)	2603 ± 594	2770 ± 561	0.403	2295 ± 517	2436 ± 545	0.079
RBC (10 ⁶ /dl)	4.88 ± 0.30	4.62 ± 0.31		4.55 ± 0.26	4.30 ± 0.36	
Hb (g/dl)	14.4 ± 0.8	11.2 ± 0.9		13.6 ± 0.7	11.1 ± 1.2	
Hct (%)	42.5 ± 2.4	35.4 ± 4.2		40.3 ± 1.9	33.9 ± 2.9	
血清鉄 (mg/l)	111.0 ± 38.8	44.2 ± 29.5	p<0.001	106.9 ± 42.6	47.8 ± 30.9	p<0.001
MCV (fl)	87.1 ± 3.4	76.8 ± 8.0	0.004	88.8 ± 3.5	79.2 ± 9.3	p<0.001
エネルギー摂取量 (kcal/日)	2663 ± 855	2606 ± 1021	0.843	2118 ± 652	2171 ± 584	0.598
鉄摂取量 (mg/日)	3.54 ± 0.75	3.33 ± 0.34	0.402	3.78 ± 0.72	3.73 ± 0.60	0.686
亜鉛摂取量 (mg/日)	4.32 ± 0.55	4.26 ± 0.64	0.763	4.30 ± 0.56	4.38 ± 0.44	0.347
ビタミンA摂取量 (μg/日)	333 ± 166	446 ± 552	0.556	352 ± 163	398 ± 152	0.068
ビタミンB ₆ 摂取量 (mg/日)	0.58 ± 0.12	0.56 ± 0.06	0.635	0.60 ± 0.13	0.60 ± 0.12	0.951
葉酸摂取量 (μg/日)	152 ± 46	148 ± 34	0.765	165 ± 45	164 ± 39	0.901
ビタミンB ₁₂ 摂取量 (μg/日)	4.14 ± 1.88	3.68 ± 1.61	0.462	4.18 ± 1.88	4.28 ± 1.78	0.734

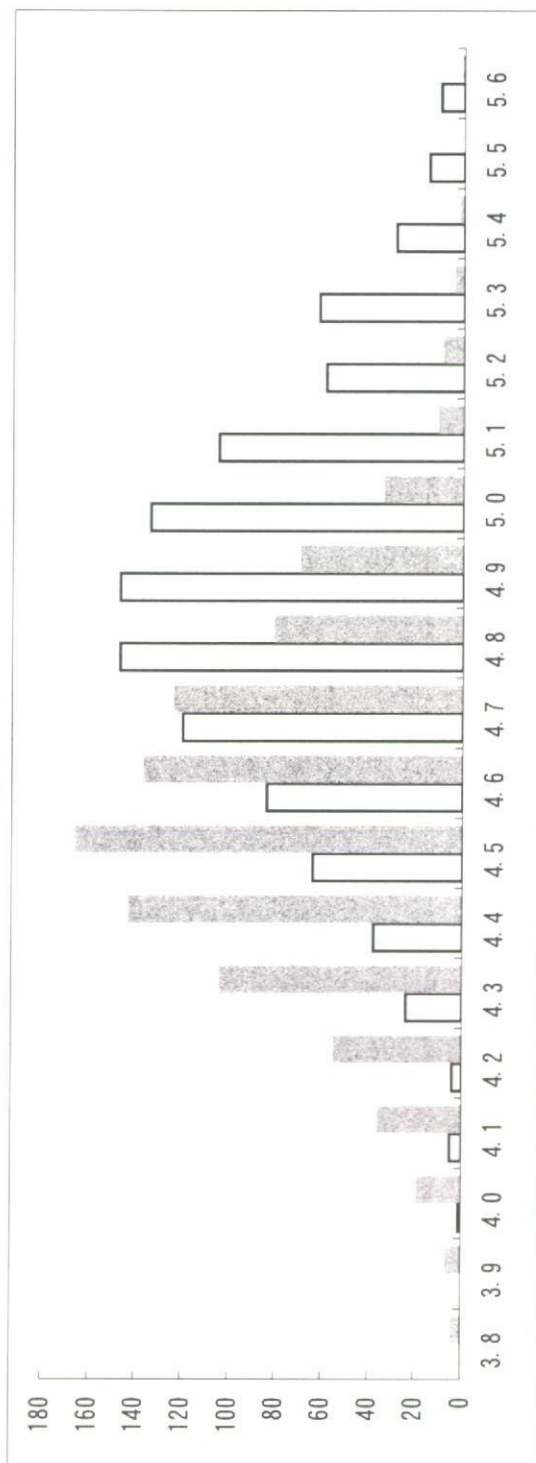
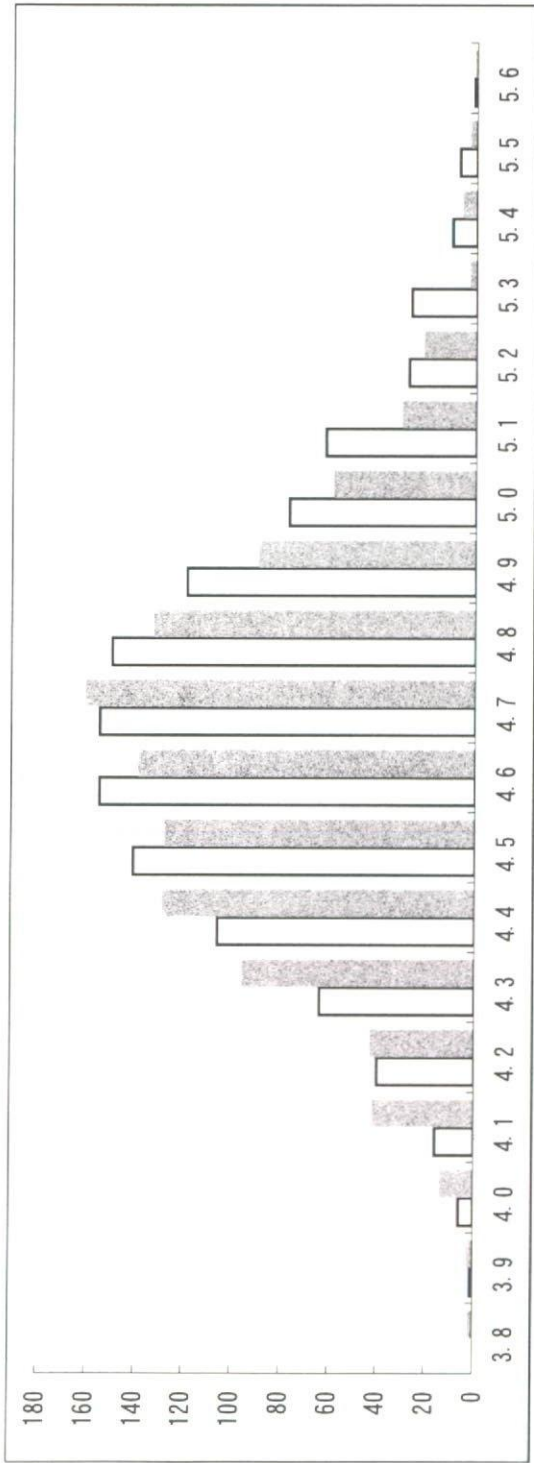


図1 小学5年生生徒と、中学2年生生徒の男女別の赤血球値 (×10⁴/ml) の度数分布
 (上図)：小学5年生、(下図)：中学2年生。*白い棒が男子児童・生徒の度数(人数)、灰色の棒が女子児童・生徒の度数を示す

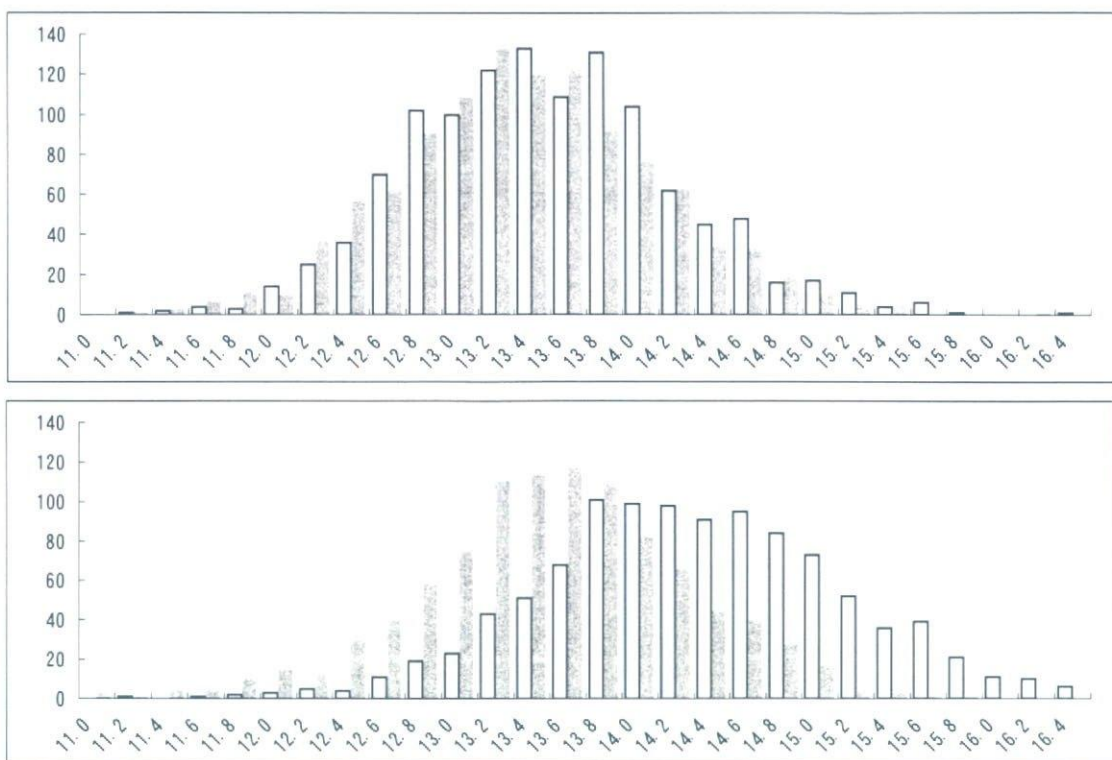


図2 小学5年生生徒と、中学2年生生徒の男女別のヘモグロビン値 (mg/dl) の度数分布
 (上図) : 小学5年生、(下図) : 中学2年生。*白い棒が男子児童・生徒の度数(人数)、灰色の棒が女子児童・生徒の度数を示す

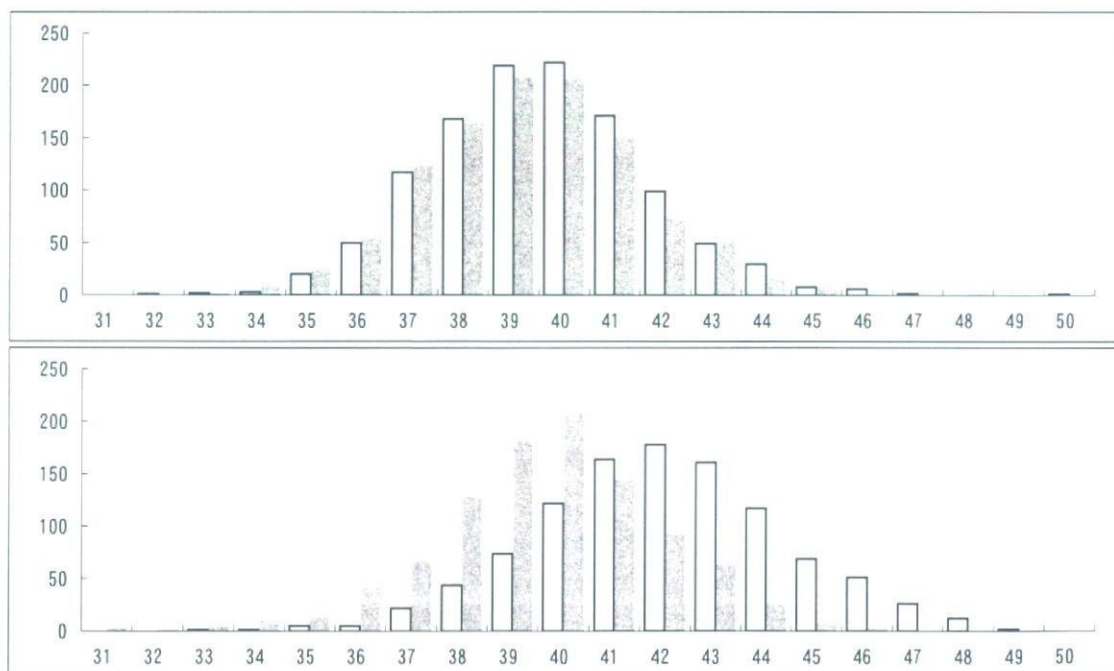


図3 小学5年生生徒と、中学2年生生徒の男女別のヘマトクリット値 (%) の度数分布
 (上図) : 小学5年生、(下図) : 中学2年生。*白い棒が男子児童・生徒の度数(人数)、灰色の棒が女子児童・生徒の度数を示す

リン摂取量と生体指標の関連

分担研究者 上西一弘

女子栄養大学 栄養生理学研究室

研究要旨

日本人の食事摂取基準 2005 年版では、リンの目安量、上限量が設定されているが、わが国でのリンに対する研究報告は少なく、策定の根拠も乏しいのが現状である。リンの過剰摂取は、カルシウムの吸収・利用に影響を与える、副甲状腺の機能を亢進させるなどが問題視されているが、日本人での確かな証拠はない。上限量はアメリカ・カナダの DRIs を参考にしており、その根拠は乏しい。そこで、食事摂取基準の基礎的な資料とするため、若年日本人女性を対象に、リン摂取量と生体指標の関係を検討した。また、参考値として、中学生、高校生の血清リンの値について検討した。

18 歳～23 歳の健康な女子大学生、125 名を対象に 3 日間の食事記録によりリンの摂取量を推定、同時に採血と採尿を行い、リンに関連する生体指標を測定した。その結果、リン摂取量と生体指標の間には特に関係はみられなかった。これはリン摂取レベルが比較的少ないことが理由と考えられる。

18 歳～36 歳の健康な女子大学生、238 名を対象に、食物摂取頻度調査によりリン摂取量を推定、同時に採血、採尿を行い、血清リン値、尿中リン排泄量を測定した。さらに、超音波法（ルナー社アキレス A-1000InSight）による踵の骨量の測定を行った。その結果、リン摂取量と相関がみられたのは、尿中リン排泄量であり、リン摂取量が多いほど、尿中へのリン排泄量が多くなっていた。また、尿中リン排泄量と尿中カルシウム排泄量の間には正の相関関係がみられ、尿中リン排泄量が多いほど、カルシウム排泄量が多くなっていた。超音波法で測定した踵の骨量（ステフネス値）を中央値から 2 群に分け、カルシウム摂取量、リン摂取量、カルシウム・リン摂取量比との関連を検討したところ、カルシウム・リン摂取量比との間に関係がみられ、ステフネス高値群ではカルシウム・リン摂取量比が有意に高い値を示した。

中学 1 年生から高校 3 年生にかけての血清無機リンの値を検討したところ、中学 1 年生から高校 1 年生にかけて低下し、その後ほぼ一定の値を示すことが確認された。したがって、高校生以降は成人の基準値を用いても良いが、それ以下の年代では別の基準値が必要と考えられる。

A. 研究の背景ならびに目的

リンは生体の様々な場所に存在し、生命活動に必須の栄養素である。しかし、多くの食品に含まれていることから、食事からの摂取量が比較的多く、欠乏症がほとんど見られない。そのため、これまで栄養学的な研究があまり進んでこなかった栄養素のひとつである。しかし、近年、国民健康・

栄養調査でのリン摂取量の報告、食品添加物としてのリンの過剰摂取の可能性、人工透析者の増加などもあり、リンへの関心は高まってきている。

日本人の食事摂取基準 2005 年版では、リンの目標量と上限量が設定されているが、わが国でのリンに対する研究報告は少なく、策定の根拠も乏しいのが現状である。リンの過剰摂取は、カルシウムの吸収・利用に影響を与える、副甲状腺の機

能を亢進させるなどが問題視されているが、日本人での確かな証拠はない。食事摂取基準で設定されている上限量はアメリカ・カナダのDRIsを参考にしたものであり、日本人での検証は行われていない。また、現在示されている上限量は成人についてのみ適用されるもので、小児については考慮されていない。そこで、食事摂取基準、特に上限量策定の基礎資料とすべく、リン摂取量の現状と生体指標の関連、血清リン値の検討を行った。

B. 方法

B-1. 対象者

本研究の対象者は次の3グループから構成される。研究1では18歳～23歳の女子大学生、研究2では、18歳～36歳の女子大学生、研究3では、中学生、高校生（12歳～18歳、都内中高一貫校在生）である。

本研究は香川栄養学園医学倫理委員会の承認を得て、実施した。また、研究2については、独立行政法人国立健康・栄養研究所の倫理審査委員会によっても承認されている。

対象者には口頭あるいは文章により研究概要を説明し、大学生については同意書に本人の署名、（研究2では20歳未満の者については本人と保護者の同意）、中学、高校生については本人と保護者の署名を得て、実施した。

最終の解析対象者は、研究1は125名、研究2は238名、研究3は1207名である。

B-2. 研究1

18歳～23歳の健康な女子大学生、125名を対象に3日間の食事記録によりリンの摂取量を推定、同時に採血と採尿を行い、リンに関連する生体指標を測定した。

食事記録は3日間の秤量法により行い、五訂増

補日本食品標準成分表を用いてリンの摂取量を算出した。計算にはエクセル栄養君 Ver.4.0を使用した。採血は早朝空腹時に行い、採尿は採血前後に行った。全血、血清、尿の分析はSRLに依頼した。測定項目は決算（赤血球数、ヘマトクリット値、ヘモグロビン濃度、白血球数、血小板数）、血清（無機リン、カルシウム、インタクトPTH、オステオカルシン、25(OH)ビタミンD、1,25(OH)₂ビタミンD）、尿（無機リン、カルシウム、NTx、デオキシピリジノリン）である。

B-3. 研究2

18歳～36歳の健康な女子大学生、238名を対象に、食物摂取頻度調査によりリン摂取量を推定、同時に採血、採尿を行い、血清リン値、尿中リンおよびカルシウム排泄量を測定した。さらに超音波法（ルナー社アキレス A-1000InSight）による踵の骨量の測定を行った。

食物摂取頻度調査は、すでに妥当性が確認された自記式食事歴法質問票（DHQ）を用いて、最近1か月間の食習慣を評価した。

採血は早朝空腹時に行い、血清を分離、SRLに無機リンの分析を依頼した。

24時間の蓄尿を行い、尿量を測定した。尿中無機リン、カルシウムの測定はSRLに依頼した。24時間尿量と尿中無機リン、カルシウム濃度から、無機リンとカルシウムの尿中排泄量を計算した。

B-4. 研究3

中学生、高校生を対象に健康診断時に採血を行い、先の2つの女子大学生の値とあわせて、学年別、性別の血清リン値の検討を行った。

参加者は中学1年生男子106名、中学1年生女

子106名、中学2年生男子77名、中学2年生女子87名、中学3年生男子72名、中学3年生女子73名、高校1年生男子143名、高校1年生女子142名、高校2年生男子112名、高校2年生女子112名、高校3年生男子89名、高校3年生女子83名である。

採血は対象校の健康診断のスケジュールにあわせて、随時に行った。血清を分離し、SRLに血清リンの測定を依頼した。

B-5. 統計処理

すべての統計処理は、SPSSソフトウェアを用いて行った。有意水準を5%未満(両側)とした。

C. 結果

C-1. 研究1

表1に対象者のリン摂取量、血清無機リン、リン関連項目の測定値を示した。

リン摂取量と血清無機リン値の間には負の相関がみられ(表2)、リン摂取量が多くなっても血清無機リンの値が高値を示すことはなかった。これはリン摂取量が比較的少ないためと考えられ、今回よりも多い量のリンを摂取した際には、血清無機リンの値が高値を示す可能性も考えられる。

リン摂取量と副甲状腺ホルモン濃度、その他リン関連項目の間にも特に関係はみられなかった。今回の対象者でのリン摂取量の幅が、203~1620mgと比較的狭いことが原因と考えられる。また、リン摂取量の変動に対する、生体の適応範囲が広いことが考えられる。

C-2. 研究2

研究1ではリン摂取量と血清無機リンをはじめリン関連項目との間に特に関係がみられなかった。そこで、研究2では対象者を増やし、リンの摂取

量を習慣的な摂取量を把握することができる食物摂取頻度調査法(DHQ)を用いて再検討した。また、24時間蓄尿を行い、尿中リン排泄量との関係を検討した。さらに超音波式骨量測定装置により、踵の骨量を測定し、リン摂取量との関連を検討した。

リン摂取量と血清無機リン、尿中無機リン排泄量などの値を表3に示した。またリン摂取量との相関を表4に示した。リン摂取量と相関がみられたのは、尿中リン排泄量であり、リン摂取量が多いほど、尿中へのリン排泄量が多くなっていった。これは腸管から吸収されたリンが、尿中へ排泄されていると考えられる。また、尿中リン排泄量と尿中カルシウム排泄量の間には正の相関関係がみられ(図1)、尿中リン排泄量が多いほど、カルシウム排泄量が多くなっていった。

超音波法で測定した踵の骨量(ステフネス値)を中央値から2群に分け、カルシウム摂取量、リン摂取量、カルシウム・リン摂取量比との関連を検討したところ、カルシウム・リン摂取量比との間に関係がみられ、ステフネス高値群ではカルシウム・リン摂取量比が有意に高い値を示した。カルシウム摂取量、リン摂取量単独では関係はみられなかった(図2)

C-3. 研究3

中学1年生から高校3年生を対象にして血清無機リンを測定した。研究1、2の女子大学生の値と合わせて、結果を図3に示す。血清無機リンの値は中学1年生から徐々に低下し、高校1年生からはほぼ横ばいの値を示していた。中学1年時、2年時には男女差がみられ、男子が高値を示した。その後男女差はみられなくなるが、高校3年時には女子の方が高値を示していた。

D. 考察

D-1. 研究1

3日間秤量法による食事記録から推定したリン

摂取量は、1日あたり平均 821mg であり、平成 16 年の国民健康・栄養調査結果の 1000mg (15～19 歳女性)、867mg (20～29 歳女性) とほぼ同じあるいは少し低地であった。最も摂取量が多かった者でも 1日あたり 1620mg であり、食事摂取基準で示された上限量の 3500mg よりも少ないこともあり、リン摂取量と血清無機リンや副甲状腺ホルモン、その他リン関連項目との関係はみられなかった。リンの負荷試験や、リン摂取量の多い対象者でのさらなる検討が必要と考えられる。

D-2. 研究2

習慣的なリン摂取量を食物摂取頻度調査

(DHQ) により推定し、血清リンなど関連項目との関係を検討した。その結果、研究1と同様に特に関係はみられなかった。しかし、リン摂取量が多いと、尿中リン排泄量が多くなっており、さらに尿中リン排泄量と尿中カルシウム排泄量には正の相関がみられた。リン摂取量と尿中カルシウム排泄量の間には相関はみられなかったが、リン摂取量が多いと、尿中カルシウム排泄量が多くなる可能性が考えられる。

超音波式骨量測定装置による踵の骨量に対する、カルシウムおよびリン摂取の影響を検討したところ、カルシウム、リンそれぞれ単独では関係はみられなかった。しかし骨量が高値の群では、カルシウム・リン摂取量比が高値を示した。このことはカルシウム摂取量に対するリン摂取量が重要であることを示唆するものである。

D-3. 研究3

中学1年生から高校3年生にかけての血清無機リンの値を検討したところ、中学1年生から高校

1年生にかけて低下し、その後ほぼ一定の値を示すことが確認された。したがって、高校生以降は成人の基準値を用いても良いが、それ以下の年代では別の基準値が必要と考えられる。

中学生の血清無機リンが低値を示した理由は不明であり、小学生以下の年代での測定と合わせて今後さらに検討が必要である。

E. 結論

リン摂取量がそれほど多くない場合(今回の研究では 2000mg/day 以下)には、血清無機リンや副甲状腺ホルモンなどには影響を与えないことが示唆された。しかし、リン摂取量が多い場合には尿中リン排泄量が多くなり、尿中リン排泄量と尿中カルシウム排泄量が相関することから、リンの摂取量が多くなると、尿中へのカルシウム排泄量が多くなる可能性が考えられる。また、カルシウム・リン摂取量比が骨量に影響していることが示唆されたことから、リン摂取単独で検討するのではなく、カルシウムとリンの比率で考えることが重要といえる。

血清無機リンの値は年代によって異なり、中学生以下では、成人の基準値とは別の基準値を設定する必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

表1 リン摂取量と血清無機リンなどリン関連項目（研究1）

		平均	標準偏差	最小値	最大値
リン摂取量	mg/day	821	269	203	1620
血清無機リン	mg/dL	4.07	0.40	3.2	5.2
血清カルシウム	mg/dL	9.47	0.31	8.5	10.3
副甲状腺ホルモン	pg/mL	28.9	10.6	11	88
1.25(OH)2D	pg/mL	60.11	16.35	21.8	103.0
25(OH)D	ng/mL	29.8	5.1	15	40
オステオカルシン	ng/mL	7.1	2.0	2.0	13.0
尿中無機リン	mg/dL	99.7	50.5	5.2	264
尿中カルシウム	mg/dL	12.9	9.5	0.6	51.5
尿中 NTx	nmolBCE/mmol・CRE	49.2	15.8	20.5	89.4
尿中 DPD	nmol/mmol・CRE	7.3	1.4	4.2	12.5

対象者は 125 名

NTx：I型コラーゲン架橋N-テロペプチド

DPD：デオキシピリジノリン

表2 リン摂取量と関連項目との相関（研究1）

	相関係数	
血清無機リン	-0.234	p<0.01
血清カルシウム	-0.138	NS
副甲状腺ホルモン	-0.038	NS
1.25(OH)2D	0.031	NS
25(OH)D	0.249	p<0.01
オステオカルシン	-0.134	NS
尿中無機リン	-0.112	NS
尿中カルシウム	-0.237	p<0.01
尿中 NTx	-0.195	p<0.05
尿中 DPD	-0.081	NS

対象者数は 125 名

NTx：I型コラーゲン架橋N-テロペプチド

DPD：デオキシピリジノリン