

Table 5 続き

13	乳類	776	チーズ(ダンドー、フィルム状、fidm20%)	1.5
13	乳類	754	チーズ(デニッシュブルー、fidm50%)	1.5
13	乳類	784	チーズ(フォンテーナ、セミハード、fidm45%)	1.5
13	乳類	775	チーズ(ダンドー、フィルム状、fidm30%)	1.5
13	乳類	368	チーズ(クリーム、fidm60%)	1.5
13	乳類	774	チーズ(サムソー、フィルム状、fidm30%)	1.5
13	乳類	757	チーズ(マイセラブルー、fidm50%)	1.5
13	乳類	773	チーズ(エルポー、フィルム状、fidm40%)	1.5
13	乳類	772	チーズ(サベンボ、フィルム状、fidm45%)	1.5
13	乳類	771	チーズ(マリポー、フィルム状、fidm45%)	1.5
13	乳類	760	チーズ(プロセス、fidm30%)	1.5
13	乳類	762	チーズ(ヒンギノ、固形、fidm32%)	1.5
13	乳類	765	チーズ(クァーグ、fidm45%)	1.5
13	乳類	766	チーズ(曹白カビ、fidm70%)	1.5
13	乳類	265	チーズ(プロセス、fidm45%)	1.5
13	乳類	770	チーズ(ミンスター、フィルム状、fidm50%)	1.5
13	乳類	768	チーズ(フィンボー、フィルム状、fidm45%)	1.5
13	乳類	755	チーズ(デニッシュブルー、fidm60%)	1.5
13	乳類	785	チーズ(モッツアレラ、セミハード、fidm45%)	1.5
13	乳類	867	チーズ(クァーグ、fidm45%、バニラ入り)	1.5
13	乳類	788	チーズ(フォンテーナ、セミハード、fidm50%)	1.5
13	乳類	787	チーズ(フェタ、セミハード、fidm50%)	1.5
13	乳類	363	チーズ(フェタ、セミハード、fidm40%)	1.5
13	乳類	789	チーズ(セントポーリン、セミハード、fidm50%)	1.5
13	乳類	786	チーズ(モッツアレラ、セミハード、fidm30%)	1.5
13	乳類	160	サワークリーム(脂肪18%)	1.4
13	乳類	170	牛乳(一部スキム化、脂肪1.5%)	1.4
13	乳類	169	牛乳(バターミルク、レモン入り)	1.4
13	乳類	168	牛乳(バターミルク、脂肪1.5%)	1.4
13	乳類	165	クリーム(脂肪13%)	1.4
13	乳類	156	牛乳(全乳、脂肪3.5%)	1.4
13	乳類	161	クリーム(培養、脂肪38%)	1.4
13	乳類	163	クリーム(脂肪9%)	1.4
13	乳類	752	クリーム(培養、脂肪9%)	1.4
13	乳類	736	クリーム(脂肪13%、UHT)	1.4
13	乳類	166	クリーム(ホイップ、脂肪38%)	0.9
13	乳類	1303	人乳(成熟乳)	0.7
15	菓子類	540	クッキー(スイートビスケット)	4
15	菓子類	532	ビスケット(甘いもの)	4
15	菓子類	39	チョコレート(ビター)	3
15	菓子類	38	チョコレート(ミルク)	3
15	菓子類	451	チョコレート(嗜好品)	3
15	菓子類	1167	チョコレート(?)	3
15	菓子類	1101	チョコレート(ミルク、ナッツ入り)	3
15	菓子類	443	ポテトチップ	1.5
15	菓子類	1103	マジパン(アーモンド粉末、砂糖、卵白)	0.3
16	嗜好飲料類	159	牛乳(チョコレート入り、一部スキム化、脂肪1.5%)	1.4
16	嗜好飲料類	734	牛乳(チョコレート入り、一部スキム化、脂肪1.5%、UHT)	1.4
16	嗜好飲料類	347	ビール(輸出物、アルコール5.6%、by vol.)	1.2
16	嗜好飲料類	348	ビール(高アルコール、度数5.6%、by vol.)	1
16	嗜好飲料類	346	ビール(デンマーク産、低アルコール)	0.5
17	調味料及	184	マヨネーズ	12
17	調味料及	735	牛乳(スキムミルク、チョコレート入り、UHT)	2
17	調味料及	309	トマト(ケチャップ、ボトル)	1.5
18	調理加工	311	トマトペースタ(濃縮)	3
19		1057	ドライイースト	200
19		68	イースト(パン屋用圧縮)	60
		74	hailbut.atlantic(生)	5
		325	ジャンケット	3.5
		326	Lingonberry(生)	2.4
		16	ブラックブディング	2
		96	ニワトコの実(生)	1.8
		82	ガーパイク(生)	1.2
		1300	quark(フルーツ入)	1
		23	オランダガラシ(生)	0.4

Table 6. カナダの食品に含まれるビオチン量

	日本食品 群類番号	食品群	食品名	biotin(μ g/100g)
1	1	穀類	パン(ホワイト)	2.0
2	1	穀類	パン(ブラウン)	3.0
3	1	穀類	パン(ライ麦)	6.0
4	1	穀類	ロールパン	2.0
5	1	穀類	パン(全粒粉)	2.0
6	1	穀類	パン(とうもろこし)	6.0
7	1	穀類	オートミール	20.0
8	1	穀類	コーンミール	6.0
9	1	穀類	米	6.0
10	1	穀類	スイートルール	2.0
11	1	穀類	強化小麦粉	5.0
12	2	いも及びでん粉類	ジャガイモ(焼き)	0.1
13	2	いも及びでん粉類	ジャガイモ(ゆで)	0.1
14	2	いも及びでん粉類	ジャガイモ(粉末)	0.1
15	4	豆類	エンドウマメ(調理)	9.0
16	4	豆類	大豆(調理)	3.0
17	4	豆類	アオイマメ(冷凍)	3.0
18	4	豆類	ピーナッツバター	3.9
19	6	野菜類	キャベツ(生)	0.2
20	6	野菜類	キャベツ(調理)	0.2
21	6	野菜類	セロリ	0.1
22	6	野菜類	レタス	3.0
23	6	野菜類	アスパラガス	0.5
24	6	野菜類	ニンジン(生)	2.5
25	6	野菜類	ニンジン(調理)	1.5
26	6	野菜類	タマネギ(生)	3.5
27	6	野菜類	タマネギ(調理)	0.9
28	6	野菜類	カブ(調理)	0.1
29	6	野菜類	トマト(生)	1.2
30	6	野菜類	トマト(缶詰)	1.8
31	6	野菜類	トマト(ケチャップ)	1.8
32	7	果実類	オレンジ	1.0
33	7	果実類	グレープフルーツジュース	0.7
34	7	果実類	リンゴ(生)	0.9
35	7	果実類	リンゴ(ソース)	0.9
36	7	果実類	バナナ	4.0
37	7	果実類	桃	2.0
38	7	果実類	ブドウ	1.6
39	7	果実類	イチゴ(冷凍)	4.0
40	7	果実類	オレンジジュース	0.8
41	7	果実類	ラズベリー(冷凍)	1.9
42	10	魚類	魚(冷凍)	10.0
43	10	魚類	魚(いわし缶詰)	24.0
44	11	肉類	ビーフステーキ	3.0
45	11	肉類	ローストビーフ	3.0
46	11	肉類	豚肉・ベーコン	7.0
47	11	肉類	豚肉・ハム	5.0
48	11	肉類	豚肉	4.0
49	11	肉類	ソーセージ	3.0
50	11	肉類	レバー	100.0
51	11	肉類	ポロニーヤ(ソーセージ)	3.0
52	11	肉類	鶏肉	10.0
53	11	肉類	羊肉(ラムチョップ)	3.0
54	12	卵類	卵	25.0
55	13	乳類	固形チーズ	2.0
56	13	乳類	プロセスチーズ	5.0
57	13	乳類	カッテージチーズ	2.0
58	13	乳類	全乳	5.0
59	13	乳類	調製乳	5.0
60	13	乳類	脱脂粉乳	2.0
61	13	乳類	アイスクリーム	3.0
62	15	菓子類	ポテトチップ	0.1
63	18	調理加工食品類	ハンバーガー	4.0
64	18	調理加工食品類	フライドポテト	0.1
65	18	調理加工食品類	ジャガイモ(缶詰)	0.1

V. 分担研究者・研究協力者の報告書

1 2. 水溶性ビタミンの食餌摂取基準の妥当性の検討—測定技術と基準値の検討—

分担研究者 橋詰直孝 東邦大学医学部 教授

研究要旨

第六次改定日本人の栄養所要量の策定では、幾つかのビタミンとミネラルについて血液、また血漿（血清）中の濃度を基準値に保ち得る濃度として求められた。基準値は測定方法に依存して変動するので、標準となる方法を定めなければならない。水溶性ビタミンの内、本年はビタミンB₁、ビタミンCについて検討した。

A. 目的

ビタミン B₁ は糖代謝に働くビタミンである。現在、B₁ 欠乏による脚気などの臨床症状が認められることは少ないが、その摂取は必須で必要量は食事からとらなければならない。臨床では糖質を高濃度で含む高カロリー輸液（TPN）時に B₁ が欠乏すると、乳酸アシドーシスを惹起し、時に死に至る。健常者、輸液患者での摂取、また投与 B₁ 量は血液濃度を基準下限値以上とするように薦められている。研究の目的は血液濃度を維持できる量を確認することにあるが、本研究では所要量（RDA）が健常女性の血液濃度を維持できるか、また輸液製剤による投与量が処置途中の分解により RDA 量を下回ることがないか調べた。

ビタミンCは抗壞血病作用をもつビタミンであるが、抗酸化剤として働く水溶性ビタミンであり、その摂取が必須である。大六次改定では血漿（血清）ビタミンC濃度を基準下限値（0.7 mg/dL）以上に保つ量として RDA を求めた。われわれは多くの基礎研究で必要とされている血漿濃度の測定を迅速に（ビタミンCは極めて不安定なので）、かつ大量処理の可能な自動分析方法を開発している。そこでのビタミンCを安定化させ、除蛋白剤として働くメタリン酸の最も適した濃度について検討した。さらに健常者の血液中にもビタミンCを分解してしまうヘモグロビンとトランスフェリンを生理的に含んでいる。ヘモグロビンは赤血球由来でフリーヘモグロビンとして存在する。火傷や0-175感染などでフリーヘモグロビンの血漿濃度が増加すると、腎臓の糸球体に詰まり腎障害を起こす。トランスフェリンは、鉄の輸送に働く重要な

蛋白質である。本研究では生理的濃度にあるヘモグロビンとトランスフェリンによるビタミンCの分解を求め、成績の評価に影響を与えるか否か検討した。さらに血清ビタミンC濃度と血清総抗酸化能との関係、摂取量と血清濃度からビタミンC栄養の評価値を比較した。

B. 研究方法

1. ビタミンB₁

(1) 安定性試験：輸液製剤内でのビタミンB₁を不安定とする因子として基本液やアミノ酸製剤の安定性を保つ目的で添加されている亜硫酸水素ナトリウムがある。亜硫酸水素ナトリウムはビタミンB₁を分解する。ビタミンB₁は酸性pHでは安定ではあるが、アルカリ性では不安定である。日常臨床において行われている点滴ライン（図1）を通して投与速度で滴下し、針の先端から輸液を採取し、ビタミンB₁の安定性を調べた。TPN製剤（表1：A～F液）に遮光カバーで遮光した後、室温蛍光灯下（約1000ルクス）に放置し、点滴ラインを通じ各投与速度で持続的に滴下し、配合直後、3、6および12時間後に点滴ラインから採取した液についてビタミンB₁（チアミン）を測定した。

(2) 投与量と血液中濃度：われわれの以前の研究では、女子学生（19～21歳）に9日間、2.0 mg/日のB₁を摂取させ、その間、4回採血して血中B₁濃度を測定した。血中濃度が安定した時に求めた基準範囲は28～56 ng/mLにあった。本研究では、策定されRDAの確認のために、別の10名の女子学生を7日間、一定の生活環境（Human study）において、朝食0.24 mg、昼食0.32 mg、夕食0.24 mg、合計0.8 mg/日のB₁を摂らせ血中濃度の変化を観察した。また別の77名の成人男女につい

てROC曲線より基準下限値を検討した。ビタミンB₁の測定は順相系HPLC法(プレカラム蛍光法)により行った。蒸留水で41倍に希釈した全血0.2 mLに4 mol/L酢酸ナトリウム溶液0.03 mL, 臭化シアン0.02 mLおよび2 mol/L水酸化ナトリウム溶液0.02 mLを加えて混合し, HPLCに0.05 mL注入した。カラムはAspic NH2P-50 YE (Shodex), 移動相は0.09 mol/Lリン酸緩衝液(pH 8.6)・60%アセトニトリルを流速1.2 mL/分で用い, 蛍光強度(En. 375 nm, Em. 430 nm)を求めた。

2. ビタミンC

(1) メタリン酸(MAP)濃度: 100, 200, 300, 400, 500 g/L濃度のMAP溶液0.02 mLを健常者の新鮮なプール血清(0.18 mL)に添加した(MAPの終濃度は10, 20, 30, 40, 50 g/L)となる。その遠沈上清につきアスコルビン酸濃度を, われわれが開発した自動分析法であるアスコルビン酸化酵素(ASO)法で測定し各濃度で比較した。血清中のアスコルビン酸はASOにより酸化型アスコルビン酸になる。酸化型アスコルビン酸はオルトフェニレンジアミンと縮合して蛍光体となる。蛍光の増加速度を340 nmで測定し, アスコルビン酸濃度を求める。自動化法としてCobas Mira S (Roche Diagnostics System)を用いた。血清試料は1/10量の100-500 g/LのMAPで除蛋白して用いた。

(2) ヘモグロビンとトランスフェリン: ヒトホロトランスフェリン(終濃度で0.4~6.6 $\mu\text{mol/L}$)もしくはヘモグロビン(終濃度で27~144 $\mu\text{mol/L}$)を健常者のプール血清に添加し, ビタミンC濃度はASO法で測定した。また別の健康な女性(18~26歳)について血清ビタミンC濃度と血清フリーヘモグロビン濃度, また血清トランスフェリン濃度と比較検討した血清フリーヘモグロビン濃度は分光学的に415, 450, 700 nmで測定した。血清トランスフェリン濃度はネフェロメトリー法(Dade Behring BN ProSpec System)で測定した。

(3) 血清ビタミンCと総抗酸化能との関係: 抗酸化ビタミンであるビタミンCの血清濃度と血清総抗酸化能(Total antioxidant status: TAS)を健常成人41名について比較した。血清TASは, フリーラジカル(2,2'-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride: AAPH)を用い赤血球溶血阻止反応で測定し, Trolox(ビタミンEの代用品で水溶性)当量で表わした。

(4) 摂取量と血清濃度: 前のわれわれの研究では, 健康な女子学生54名(18~19歳, 非喫煙者)にビタミンCを150 mg/日を含む試験食を3日間摂取させて求めた血漿ビタミンC濃度の基準範囲は0.7~1.38 mg/dLにある。本研究では別の58名の女子学生について, 摂取量から評価した血清濃度, そして血清濃度から評価した摂取量についてROC曲線から解析した。血清ビタミンC濃度はASO法で測定した。

C. 研究成果

1. ビタミンB₁

(1) 安定性試験: 室温保存した各試料について, 点滴ラインより滴下液を採取し, 外観, pH, 亜硫酸水素ナトリウム濃度, チアミン濃度とチアミン含量の残存率(表2)を経時的に観察した。全ての試料溶液において, 外観変化, pHの経時変化は見られなかった。チアミン含量については, いずれの試料も低下が認められた。12時間投与でのチアミン濃度は, A液及びB液で12時間後の残存率は80%, D液は12時間で84%, F液は87%の残存率であった。24時間投与のチアミン含量の場合, すなわちC液は24時間で57%, E液は12時間で72%の残存率であった。糖およびアミノ酸補液中の亜硫酸水素ナトリウム量と関係しており, 亜硫酸水素塩の含有量の少ない製剤ほどチアミン残存率が大きくなる傾向にあった。24時間投与の場合は, 12時間までの低下傾向と異なり, E液と比べてC液のほうが低下していた。いずれの試料もチアミンの含量低下を示しているため, 短時間での投与にすべきである。累積投与量は, 最も含量低下の大きな24時間投与のB液において約80%であり, チアミンの配合量3.1 mgのうち2.5 mgに相当する。この量はビタミン所要量の指標になっている1 mgの2.5倍量に相当するため, すべての試料ともに必要十分量の投与と考えられた。

(2) 投与量と血液中濃度: わが国の第六次改定ではビタミンB₁のRDAを, 男性で1.1 mg/日, 女性で0.8 mg/日としている。女子学生について0.8 mg/日の投与試験では, 試験開始時に血中濃度が27 ng/mLを示す者が1名いたが, 7日後には20 ng/mLまで低下し, また, 開始時に31 ng/mLの者も27 ng/mLとなった(図2)。このことよりRDAの0.8 mg/日は血中濃度を基準範囲に維持できる限界量と考えられた。全血総チアミン濃度のカットオフ値に対して, 20 ng/mLと28 ng/mLの

報告があるが、欠乏症例 20 例を含む 77 例の ROC 解析では 28 ng/mL で最も高い病態識別を得た (図 3)。

1. ビタミン C

(1) MAP 濃度：標準液 (25 mg/L) の吸光度増加速度は、10-50 g/L (終濃度) の MA 濃度で吸光度増加速度に有意の差を認めなかった。盲検の吸光度増加速度は 0.0000~0.0001 であった。血清 29 試料について求めたアスコルビン酸濃度は、10 g/L の MAP 濃度では、20-50 g/L 濃度に比べ 0.8-1.0 mg/L 高値にあり、10 g/L 濃度では透明な除蛋白上清を得られなかった。20-50 g/L の MAP 濃度を用いた成績は相互に良好な相関にあった ($r = 0.987-0.998$)。

(2) ヘモグロビンとトランスフェリン：新鮮なプル血清に添加した 33 から 41 $\mu\text{mol/L}$ のトランスフェリン (血清基準範囲：22-45 $\mu\text{mol/L}$)、また 1.9 $\mu\text{mol/L}$ のヘモグロビン (血清基準範囲：0-3.0 $\mu\text{mol/L}$) でアスコルビン酸は有意 ($p < 0.05$) に減少を示した (表 2, 3)。しかしながら生理的濃度から 80 $\mu\text{mol/L}$ までのトランスフェリンによるアスコルビン酸の減少はわずかなので、低アスコルビン酸濃度の臨床診断への影響のないことが明らかになった。生理的濃度のヘモグロビンは血清アスコルビン酸測定にほとんど影響しないが、血清放置 (4°C, 1.5 時間) は低アスコルビン酸濃度の臨床診断を誤らせる。58 例の健康な女子学生の血清ヘモグロビン濃度とトランスフェリン濃度とアスコルビン酸との間に関連性は認められなかった ($r = 0.18, p > 0.05$; 図 4)。

(3) 血清ビタミン C と総抗酸化能との関係：抗酸化ビタミンとしてアスコルビン酸、またビタミン E について検討した。血清濃度は TAS と、それぞれ、相関係数が、-0.319, -0.176 と低く TAS への関与は認められなかった (図 5)。TAS は血清アルブミン濃度と相関した ($r = 0.417, P < 0.01$)。

(4) 摂取量と血清濃度：20 歳代の米国での非喫煙女子の RDA は 75 mg/日であることから、基準値を求めた学生の試験開始前の摂取量を調査すると、平均 99 mg/日 (3~368 mg/日) にあった。摂取量と血漿濃度との関係は相関係数 $r = 0.373$ ($P < 0.001$) にあった (摂取量が US RDA 以下の 26 名について血漿アスコルビン酸濃度が基準下限値以下の者の割合を求めると 15% (5 名) となった。一方、Jpn RDA 以下の者は 39 名、このなかで血漿濃

度が基準下限値以下の者は 5 名、13% であつた。ROC 解析の結果 (図 6) は、欠乏症の検出には食事調査による摂取量よりも血清濃度が優れていた。

D. 結論

1. ビタミン B₁

(1) 安定性試験：TPN 用総合ビタミン剤を添加した TPN 製剤について、点滴ラインを通して針の先端から輸液を採取し、投与液に近い状態で採取した試料におけるチアミンの安定性を検討した結果、いずれの試料もチアミン含量の低下を認め、亜硫酸水素塩または pH が安定性に影響していた。しかしながら、1 日以内、特に 12 時間程度の投与時間であれば、臨床上の投与量として全く問題ないと結論づけられた (論文 1)。

(2) 投与量と血液中濃度：成人女子での 0.8 mg/日の RDA は血中濃度を基準範囲に維持できる限界量で、全血総 B₁ 濃度の下限値は 28 ng/mL で最も高い病態識別にある (論文 2, 3)。

1. ビタミン C

(1) MAP 濃度：酵素法による血清アスコルビン酸濃度の測定では除蛋白が必要とされる。除蛋白試薬には MAP が汎用され、酸性 pH によりアスコルビン酸の安定化にも有効である。MAP 濃度が低いと除蛋白が不十分で、高いと酵素反応を妨害するので、MAP の最適濃度について研究した。これまでの検討で、40 g/L の MAP 濃度で、直線性、測定精度、回収率、HPLC 法との相関、さらに除蛋白血清の安定性において良好な成績を得ているので、MAP 濃度は 40 g/L (終濃度：4 g/L) とした (論文 4)。

(2) ヘモグロビンとトランスフェリン：生理的濃度にあるトランスフェリンとヘモグロビンが血清アスコルビン酸の測定に影響を与えるか否か検討を行った。生理的濃度のトランスフェリンとヘモグロビンは血清アスコルビン酸測定にほとんど影響しない。女子学生では貧血により血清トランスフェリン濃度の増加 (50 $\mu\text{mol/L}$ 以下) を見るが、血清アスコルビン酸濃度に影響を与えないものと考えられた。しかしながら血清放置はヘモグロビン酸化によって低アスコルビン酸濃度の臨床診断を誤らせる (論文 5)。

(3) 血清ビタミン C と総抗酸化能との関係：ビタミン E およびビタミン E の TAS への関与の低さは、血清中に高濃度で含まれるアルブミンの抗酸化能に、それぞれのビタミン E の抗酸化活性が覆い被されているものと考え

ている (論文 2) .

(4) 摂取量と血清濃度 : 摂取量と血清アスコルビン酸濃度は相関係数 0.373 ($p < 0.01$) にある. 摂取量からみた欠乏症の推測には, US RDA が適しているようであるが, ” 第五次改定 Jpn RDA (男女とも 50 mg/日) ” で評価すると欠乏例は含まれず, このエビデンスが単なる偶然なのか, もしくは食事調査の方法が不正確なのか今後の課題とされた. 欠乏症の検出には食事調査による摂取量よりも血清濃度が優れている. しかしながら偽陽性率を考慮すると摂取量では 80 mg/日, 血清濃度は 0.9 mg/dL をカットオフ値として欠乏を考えるのが妥当であろう (論文 2, 3) .

E. 研究発表

- 1) 橋詰直孝, 渭原博, 志越顕, 谷晴仁 : 高カロリー輸液の臨床輸液モデルにおけるビタミン B₁ の安定性, 日本臨床栄養学会雑誌, 24 : 208-211 (2003)
- 2) 渭原博, 篠良雄, 松本信明, 橋詰直孝 : 検査室からみた血中ビタミン測定, 臨床化学, 32 : 274-279 (2003)
- 3) 渭原博, 橋詰直孝 : EBM に基づいたビタミン欠乏症の判定, 臨床病理レビュー, 特集 127 号 : 24-30 (2003)
- 4) Ihara H, Shino Y, Hashizume N. : Optimum concentration of metaphosphoric acid as the deproteinizing reagent for enzymatic analysis of ascorbic acid in serum. J Anal Bio-Sci 26: 365-368 (2003)
- 5) Ihara H, Shino Y, Hashizume N, Hirano A, Okada M : The assay of ascorbic acid in serum is not affected by physiological concentrations of transferrin and hemoglobin. J Nutr Sci Vitaminol 49: 289-291 (2003)

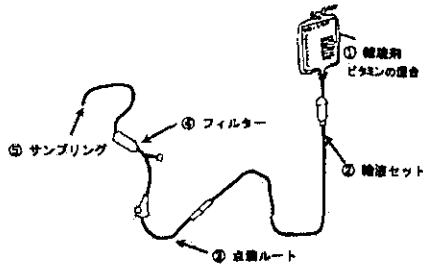


図1：輸液ライン

表1：TPN製剤の組成

TPN 製剤	TPN 基本液	容量	アミノ酸	ブドウ糖	果糖	キシリトール
A 液	アミノトリバ1号 (大塚製薬)	850 ml	25 g	79.8 g	40.2 g	19.8 g
B 液	アミノトリバ2号半日量 (大塚製薬)	900 ml	30 g	100.2 g	49.8 g	25.2 g
C 液	アミノトリバ2号1日量 (大塚製薬)	1800 ml	60 g	200.4 g	99.6 g	50.4 g
D 液	ユニカリック N 半日量 (田辺・テルモ)	1000 ml	29.98 g	175 g	—	—
E 液	ユニカリック N1 日量 (田辺・テルモ)	2000 ml	59.96 g	350 g	—	—
F 液	ビーエヌアイン-2号 (味の素ファルマ)	1100 ml	30 g	180 g	—	—

表2：チアミン濃度の経時変化

TPN 製剤	チアミン濃度 (mg/l)				
	滴下直後	3 時間	6 時間	12 時間	24 時間
A 液	3.32 ± 0.29 (0)	3.22 ± 0.33 (0.8)	2.95 ± 0.30 (1.5)	2.68 ± 0.19 (2.8)	
B 液	3.24 ± 0.16 (0)	2.99 ± 0.19 (0.7)	2.85 ± 0.19 (1.5)	2.59 ± 0.30 (2.8)	
C 液	1.60 ± 0.10 (0)	1.61 ± 0.13 (0.4)	1.45 ± 0.16 (0.7)	1.36 ± 0.11 (1.4)	0.91 ± 0.03 (2.4)
D 液	2.96 ± 0.10 (0)	2.77 ± 0.19 (0.7)	2.60 ± 0.18 (1.5)	2.48 ± 0.19 (2.9)	
E 液	1.43 ± 0.06 (0)	1.33 ± 0.04 (0.4)	1.27 ± 0.09 (0.7)	1.13 ± 0.07 (1.4)	1.03 ± 0.03 (2.7)
F 液	2.27 ± 0.06 (0)	2.63 ± 0.06 (0.8)	2.42 ± 0.20 (1.5)	2.36 ± 0.12 (2.9)	

数値は5回の試験における平均値と標準偏差をかけた。

()内は台形法により計算した累積投与量 (mg)

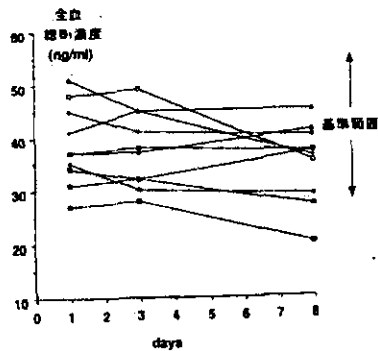
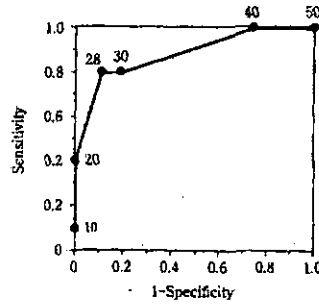


図2: 全血総ビタミンB12の経日変化



全血総ビタミンB12濃度のROC曲線とカットオフ値
Efficiencyは、カットオフ値10ng/mlで0.77, 20
ng/mlで0.84, 28ng/mlで0.87, 30ng/mlで0.81, 40
ng/mlで0.45, 50ng/mlで0.26と、28ng/mlで傾れ
ていることが理解できる。

図3: 全血総ビタミンB12濃度のROC曲線とカッ
トオフ値

表3: アスコルビン酸化におよぼすヘモグ
ロビンの影響

Hemoglobin, $\mu\text{mol/L}$	AA in deproteinized serum, $\mu\text{mol/L}$ ^a	AA by direct analysis of serum, $\mu\text{mol/L}$ ^b
0.4 ^c	82.2 \pm 0.3 (100) ^b	79.5 \pm 0.3 (100) ^b
0.7	81.9 \pm 1.0 (100)	79.2 \pm 0.9 (100)
1.1	81.9 \pm 0.9 (100)	77.9 \pm 0.8 ^c (98)
1.9	80.6 \pm 0.5 ^d (98)	77.6 \pm 0.8 ^d (98)
3.4	79.7 \pm 1.1 ^d (97)	77.0 \pm 0.8 ^d (97)
6.6	77.3 \pm 1.6 ^d (94)	75.8 \pm 1.3 ^d (95)

^a Values are mean \pm SD of three experiments.

^b Percent of the original concentration is in the paren-
theses.

^c Significantly ($p<0.05$) lower than the values at 0.4
 $\mu\text{mol/L}$ of hemoglobin.

^d Significantly ($p<0.01$) lower than the values at 0.4
 $\mu\text{mol/L}$ of hemoglobin.

^e 0.4 $\mu\text{mol/L}$ was the endogenous hemoglobin concen-
tration.

表4: アスコルビン酸化におよぼすトラン
スフェリンの影響

Transferrin, $\mu\text{mol/L}$	AA in deproteinized serum, $\mu\text{mol/L}$ ^a	AA by direct analysis of serum, $\mu\text{mol/L}$ ^b
27 ^c	82.6 \pm 0.3 (100) ^b	79.5 \pm 0.3 (100) ^b
33	81.1 \pm 0.7 ^c (98)	78.2 \pm 0.7 ^c (98)
41	81.8 \pm 0.3 ^c (99)	77.1 \pm 0.9 ^c (97)
55	80.5 \pm 1.2 ^c (97)	77.5 \pm 0.9 ^c (97)
83	79.2 \pm 0.9 ^c (96)	77.9 \pm 0.9 ^c (98)
144	76.7 \pm 0.6 ^c (93)	74.1 \pm 1.8 ^d (93)

^a Values are mean \pm SD of three experiments.

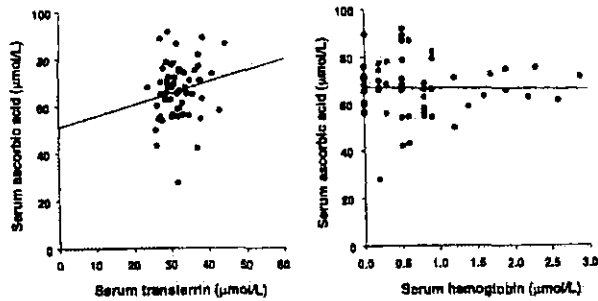
^b Percent of the original concentration is in the paren-
theses.

^c Significantly ($p<0.05$) lower than the values at 27
 $\mu\text{mol/L}$ of transferrin.

^d Significantly ($p<0.01$) lower than the values at 27
 $\mu\text{mol/L}$ of transferrin.

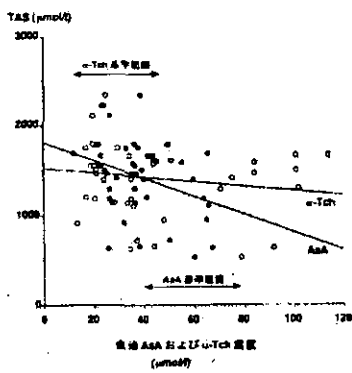
^e Significantly ($p<0.001$) lower than the values at 27
 $\mu\text{mol/L}$ of transferrin.

^f 27 $\mu\text{mol/L}$ was the endogenous transferrin concentra-
tion.



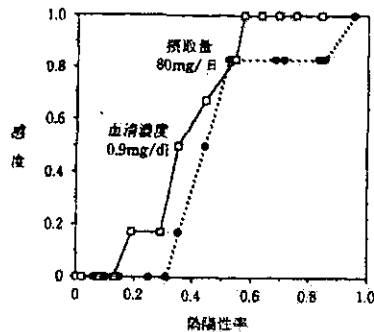
Comparison of serum transferrin and hemoglobin concentrations and serum AA concentrations in 58 sera from healthy women. AA concentrations were determined by the ASO-3 method. For, transferrin, $r=0.18$ ($p>0.05$); the least squares equation is $Y=0.48X+51$. For, hemoglobin, $r=-0.02$ ($p<0.05$); the least squares equation is $Y=-0.29X+67$.

図4：血清ヘモグロビンならびにトランスフェリン濃度とアスコルビン酸濃度との関係



血清抗酸化ビタミン濃度と血清総抗酸化能との関係
 総抗酸化能 (TAS) : アスコルビン酸 (AsA : ●) : ビタミンE (α-Tch : ○)

図5：



ビタミンC欠乏症のROC曲線からみた感度と特異性率
 カットオフ値は、摂取量(●)では80mg/日、血清濃度(□)では0.9mg/dlが求められた。
 欠乏症の検出は摂取量よりも血清濃度のほうが優れた指標のようである。

図6：

V. 分担研究者・研究協力者の報告書

1 3. 離乳前乳児の哺乳量に関する研究

分担研究者 戸谷誠之 昭和女子大学大学院 教授

研究要旨

母乳哺育児 77 例につき、1 日の哺乳量および体重の変化について離乳期前までの期間の各月齢（1～5 ヶ月）に調査を行った。離乳期前の乳児における 1 日の平均哺乳量は 774.8 ml となり、現行の第 6 次改定日本人の栄養所要量において乳児、授乳婦の食事摂取基準を算定する際に使われている 1 日の平均母乳哺乳量 750 ml よりもやや多い結果となった。この結果から離乳期前の乳児における 1 日の平均哺乳量は 780 ml が妥当なのではないかと考えられた。

A. 緒言

母乳は、乳児にとって最適な栄養食品である。母乳育児は乳児に対して栄養的機能面だけではなく、母子間の心理面においても有益であることが明らかにされている¹⁾。また、先進国と途上国を問わず国際的な母乳育児推進の動きも盛んである²⁾。乳児期における母乳の摂取量は、乳児の栄養状態を判定する上で重要な指標であり「日本人の栄養所要量」においても、その値によって乳児期のエネルギーやビタミン摂取量等が算出する時の母数として利用されている。

「日本人の栄養所要量」は、1975 年以来 5 年毎に改定が行われていることは既によく知られているが、平成 12 年からは第 6 次改定による内容が使用されている。この第 6 次改定では、授乳婦の 1 日当たりの授乳量、つまり乳児の哺乳量に大幅な変更が施された。すなわち、第 5 次改定までは 1 日当たり 850ml とされていたが、6 次改定で 750ml とされ、哺乳量が約 12% 減となった。そして、乳児の栄養所要量もこの哺乳量で算出された数値が表示された。

近年、日本人を対象に月齢を追った乳児哺乳量についての報告は、調査対象数が十数例と少なく 100 例近いものはほとんどない状態である。本論文では乳児哺乳量についての最新情報を得るために、100 例程度を対象を予定して検討を行ったので報告する。

B. 方法

1. 調査対象

平成 14 年 2 月 4 日に昭和女子大学倫理委員会の審査を完了した上で協力病院を通して被験者を募集した。応募者 113 名には本研究の主旨と方法を文書で説明した。インフォームド・コンセントが得られた応募者の中で、母乳哺育を選択した母親とその児 89 名のうち、各満月齢日から一週間前後の間に測定ができた 77 名（男児 43 名、女児 34 名）を調査対象とした。対象者はすべて単胎児である。在胎期間は全児 37 週以上、妊娠経過は概ね正常で、軽度の妊娠中毒症、貧血が数名見られた以外に顕著な異常はなかった。対象者の在住地域は静岡県 45 名、大阪府 9 名、東京都 8 名、愛知県 6 名、長野県 4 名、和歌山県 2 名、神奈川県 2 名、兵庫県 1 名であった。

2. 調査方法

調査期間は満月齢 1～5 ヶ月の期間とし、1) 母子の個人情報（対象母子の健康状態等）、2) 乳児の 1 日の哺乳量、3) 乳児が母乳以外に摂取した水分量、について郵送での紙面調査を行った。

哺乳量調査は、月に 1 回とし合計 5 回で、生後 1～5 ヶ月齢までの各満月齢日から一週間前後の間に重量計量法で測定した。満月齢日の哺乳量を当該月の哺乳量として記録した。

哺乳量の測定日は、当日午前 0 時から 24 時間すべての授乳について授乳前後に乳児の体重を計量し、その体重の差の合算により算出した値を哺乳量とした。体重計測には、全調査対象にタニタデジタルベビースケール「すこやか」。(0～5 kg は 5 g、5～10 kg は

10 g 単位の精度) を無償貸与し、測定精度の安定化に配慮した。

乳児が母乳以外に摂取した水分量は、全調査対象に当方が用意した同一社製のベビースプーンによって計量するよう指導した。

3. 統計処理

統計処理は Microsoft Excel を用いて行った。統計学的検討は乳児の月齢数・哺乳量・体重を要因として t 検定および相関係数の検討にて行った。

C. 結果

1. 乳児の身体状況

調査対象児の月齢別身長・体重の平均値を表 1 に示した。また、厚生労働省による平成 12 年乳幼児身体発育調査の値を使い、各満月齢における身長・体重のパーセントイル値のグラフを作成し、このグラフから各児の満月齢におけるパーセントイル値を読み取った。この際、米山³⁾が行った方法と同様に各満月齢時の値になるように補正を行った。このグラフの各月齢における 50 パーセントイル値を全国平均として表 1 に併記した。

身長は、男児女児とも本調査平均と全国平均はほぼ近似値であった。体重は、女児は満 4 ヶ月以外は全国平均よりも軽く、男児は満 5 ヶ月以外は全国平均よりも重かった。

2. 哺乳量について

1) 1 日平均哺乳量

各月齢別の 1 日平均哺乳量を図 1 に示した。この結果から月齢 1 ヶ月から月齢 5 ヶ月までの平均哺乳量は 791 g であった。各月齢群間の t 検定による有意差は見られなかった。

2) 各乳児の各月齢における哺乳量の推移

図 2 に各乳児の各月齢における哺乳量の推移をパターンごとに示した。パターン 1 では、月齢 1～5 ヶ月の間に哺乳量が増え続けた乳児、パターン 2 では、同期間中に最大の哺乳量を記録しその後哺乳量が減った乳児の哺乳量の推移を示した。パターン 3 では、哺乳量が同期間中に減少した後再び増えた乳児の哺乳量の推移を示した。

3. 哺乳量と体重の関係

1 日哺乳量と各月齢の 1 ヶ月体重増加量との相関関係を図 3 に示した。月齢 1・2 ヶ月では強い相関が見られ ($r = 0.720 \cdot 0.667$)、月齢 3 ヶ月ではやや相関が見られ ($r =$

0.284)、月齢 4・5 ヶ月では相関は見られなかった。

D. 考察

対象となった乳児の体位と平成 12 年厚生労働省幼児身体発育調査結果 (以下、全国平均と略す) との比較は表 1 に示すようにほぼ同値となった。しかし、体重において各児のパーセントイル値を見ると、月齢を経るにつれ、男児女児ともパーセントイル値が小さくなる傾向が見られた。母乳栄養児の体位は、人工栄養児と母乳栄養児のデータで作成されている全国平均よりも低い値になることは知られており⁴⁾、本調査におけるこの結果も、母乳栄養児の体位の特徴のためと考えられた。

本調査結果では 1 日の平均哺乳量は 791 g となったが、この数値を五訂食品成分表に記載されている人乳の比重 1.017 で補正換算すると 1～5 ヶ月の平均母乳哺乳量は 777.8 ml となった。この値は米山³⁾の結果よりも高い値となり、小林⁵⁾よりも低い値となった。この理由として両名の調査よりも調査対象の数が多いたことがあげられる。現行の第 6 次改定日本人の栄養所要量において乳児、授乳婦の食事摂取基準を算定するさいに使われている 1 日平均母乳哺乳量 750 ml は本調査の 1 日の平均母乳哺乳量を満たしていなかった。日本人の栄養所要量の、乳児、授乳婦の食事摂取基準値は、乳児の母乳哺乳量を基準にして所要量を決めている栄養素があり、この 1 日平均母乳哺乳量の値により左右される。したがって、1 日平均母乳哺乳量 750 ml は、多少低い数値なのではないかと考えられる。

母乳栄養児における 1 日の哺乳量のうち月齢 1～2 ヶ月の値が多くなるという報告^{5) 6) 7) 8)}が見られるので、 t 検定による有意差を見てみたが、本調査ではこのような傾向は確認できなかった。また、哺乳量の月齢に伴う推移について他の特徴を検討してみたが、各乳児の月齢を追った哺乳量の推移は図 2 に示すようなパターンにわかれ、月齢に伴う一定の変動傾向は見られなかった。米山³⁾も母乳栄養児において月齢 1～7 ヶ月では月齢に伴う一定の変動傾向は見られないとの報告をしている。

1 日哺乳量と各月齢の体重増加量との相関関係 (図 3) は月齢に伴い相関関係がなくなった。これは、月齢が経つにつれて哺乳量と 1 ヶ月体重増加量との正の関係が薄れていることを意味している。この現象は母乳哺乳に

よるエネルギーは、月齢が経つにつれて、主に身体の成長のみならず基礎代謝のためのエネルギーに注がれ⁹⁾、また、月齢が進むと児の活動が活発になるため、身体活動のエネルギーにも多く使われるためと考えられた。

以上のことから、乳児の1日平均母乳哺乳量は約780mlとするのが妥当と考えた。

E. 文献

- 1) 福田雅文：母乳栄養（臨床編）－「21世紀の母親たち」と「母子関係」と「母乳育児」－、周産期医学,31,337－340（2001）
- 2) 喜多悦子,若杉なおみ,青山温子,山田多佳子：世界の母乳栄養の状況,周産期医学,26,465－470（1996）
- 3) 米山京子：母乳栄養児の発育と母乳からの栄養素摂取量,小児保健研究,57,49－57（1998）
- 4) 加藤則子,福田良子,石川房子,成清マサキ,伊藤憲美,古橋和子,西谷徳美,伊藤順子：厚生省発育基準と比較した母乳栄養児の乳児期の発育曲線,小児保健研究,60,680－689（2001）
- 5) 小林美智子：母乳哺育時の自律哺乳における哺乳時間,哺乳量,哺乳間隔の月齢による変化について,小児保健研究,56,638－643（1997）
- 6) 二木武：母乳哺育と吸啜運動,加藤英夫他編,pp. 201－229（1983）母乳哺育メディスサイエンス社,
- 7) 二木武：最近の人工栄養の問題点,小児科臨床,28,235－248（1975）
- 8) 金子保,日野原正幸,二木武：母乳栄養児の哺乳量と哺乳機構の発達について,小児科臨床,23,1137－1142（1970）
- 9) 高石昌弘,樋口満,小島武次：からだの発達－身体発達学へのアプローチ－, pp. 170－175（1981）大修館書店

表 1. 調査対象児の月齢別身体状況

月 齢		身長 (cm)		体重 (g)	
		男	女	男	女
出生時	平均	48.8	48.2	3,052	2,982
	標準偏差	2	2	345	311
	全国平均	49.0	48.5	3,000	2,950
1	平均	54.2	53.2	4,482	3,848
	標準偏差	2	2	771	223
	全国平均	54.0	52.6	4,240	4,010
2	平均	58.4	55.9	5,574	4,912
	標準偏差	2	3	680	630
	全国平均	58.1	56.6	5,480	5,160
3	平均	61.4	60.0	6,541	5,817
	標準偏差	2	3	881	637
	全国平均	61.4	60	6,370	5,910
4	平均	63.9	62.2	7,147	6,762
	標準偏差	2	3	810	886
	全国平均	64.2	62.6	7,070	6,510
5	平均	66.1	64.1	7,293	6,969
	標準偏差	2	3	556	913
	全国平均	66.2	64.6	7,580	6,970

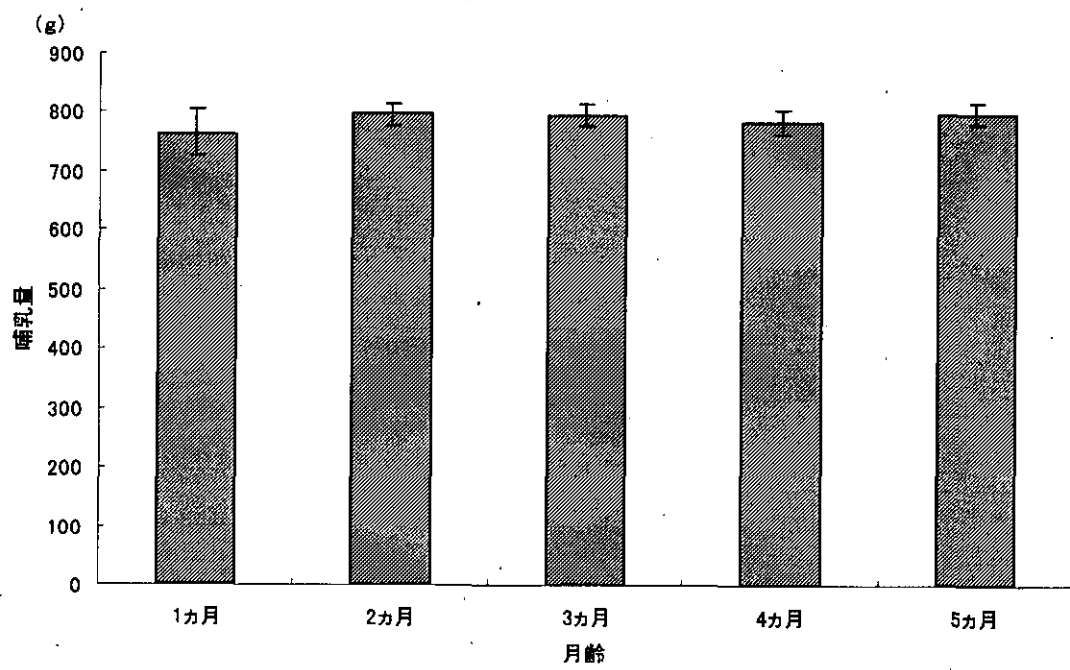
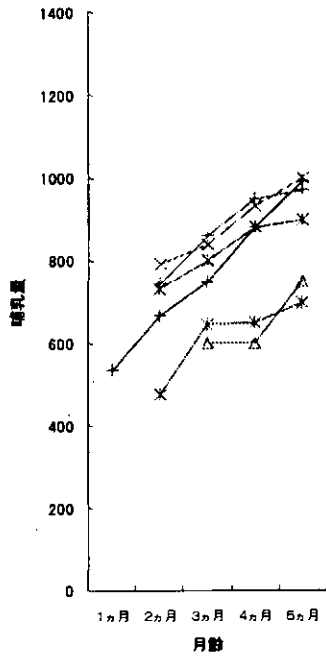
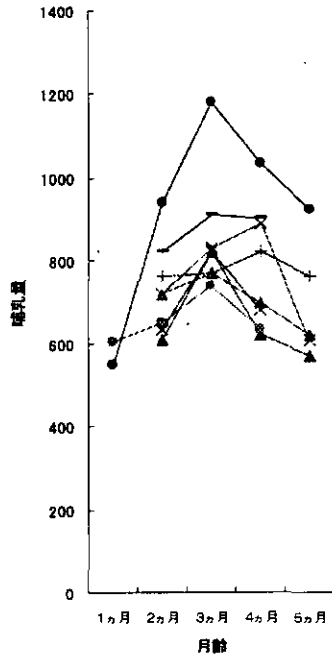


図1. 男児の1日平均母乳哺乳量

月齢別哺乳量推移パターン1



月齢別哺乳量推移パターン2



月齢別哺乳量推移パターン3

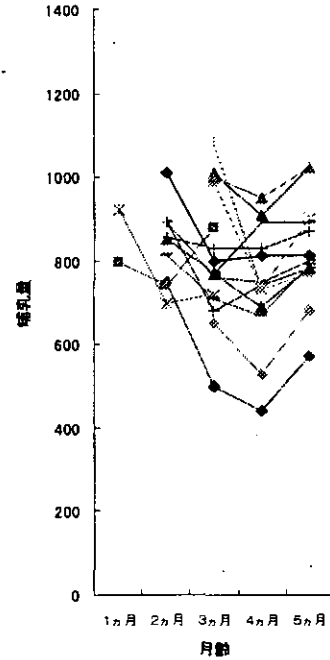


図2. 各月齢における哺乳量

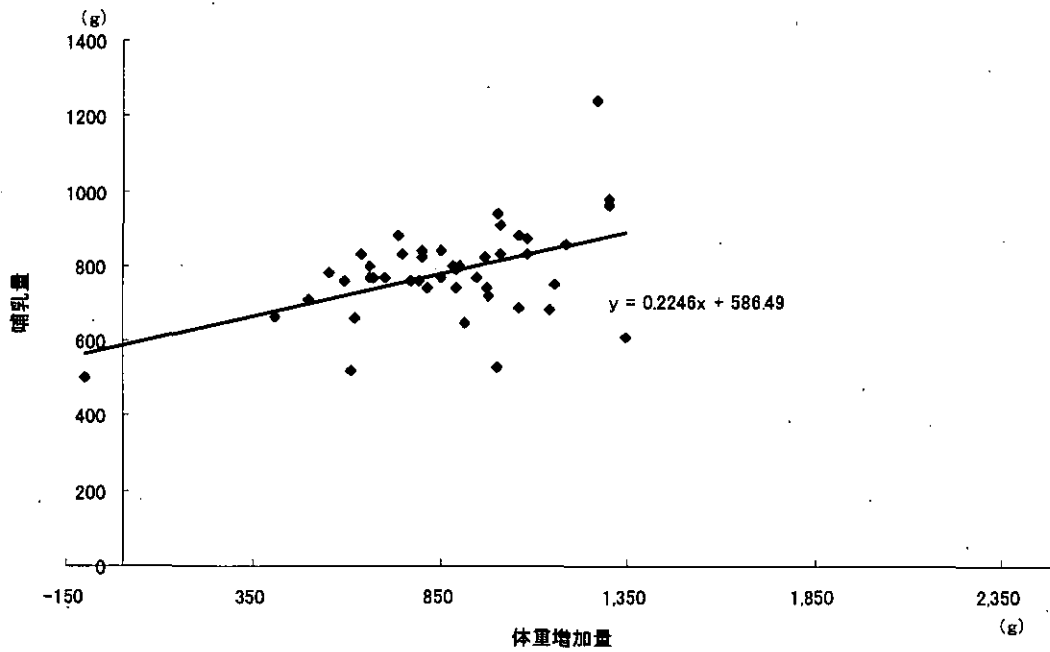
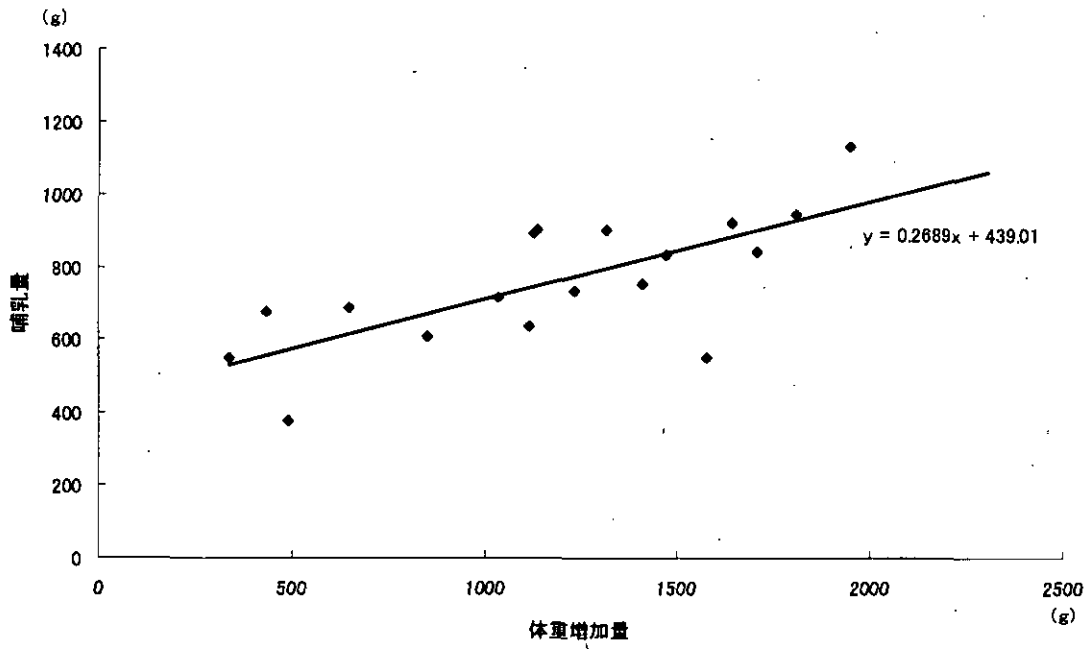


図3. 各月齢における母乳哺乳量と一カ月体重増加量との関係

V. 分担研究者・研究協力者の報告書

14. 日本人の水溶性ビタミン摂取量について

研究協力者 平岡 真実 女子栄養大学 助手
研究協力者 安田 和人 女子栄養大学大学院 教授

研究要旨

第六次改定日本人の栄養所要量において、すべてのビタミンの食事摂取基準が策定された。しかし、特に新たに加えられたビタミンB₆、ビタミンB₁₂、葉酸、パントテン酸およびビオチンについて日本人の摂取状況に関する報告は少ない。そこで、女子大生（n=268）および中高年女性（n=51）を対象に、3日間食事記録により食事調査を行い、水溶性ビタミン摂取量の検討を行った。女子大生のビタミン摂取量は中高年女性と比較していずれも低かった。B₆平均摂取量は両群とも所要量を下回った。下回った割合は女子大生で33.6%、中高年女性で68.6%であった。また女子学生のビタミンB₁の所要量を下回ったのは54.5%であった。B₁はエネルギー摂取量あたり、B₆はタンパク質摂取量あたりの所要量を下回ったものはそれぞれ97.4%、96.3%と高かった。海外の成分表を参照して求めたビオチン摂取量は、女子大生46 μg、中高年女性64 μgと所要量を大きく上回った。各ビタミンの供給源となる食品を調べたところ、緑茶が葉酸、ビタミンB₂への寄与率が高いことがわかった。今後、男性の摂取量状況を調べる必要がある。

A. 目的

我が国では、2000年4月から5年間使用される現在の第六次改定日本人の栄養所要量¹⁾において、全ビタミンの食事摂取基準（所要量および許容上限摂取量、ただし許容上限摂取量はA、D、E、K、ナイアシン、B₆、葉酸において）が策定された。しかし、2000年11月、五訂日本食品標準成分表²⁾が発表される以前には、新しく所要量が設けられたビタミンの多くは、一部の食品について含量が記載されるか、あるいは全く数値の収載のない食品成分表しか存在しなかった。したがって、これらの摂取状況に関する情報は十分とはいえない。毎年行われている国民栄養調査においても、平成13年結果³⁾からようやくビオチンを除くビタミン12種類の摂取状況が発表されるようになった。そこで、現行の水溶性ビタミン所要量の値の妥当性を検討するため、女子大生と中高年女性を中心に水溶性ビタミン摂取量を検討した。

B. 研究方法

21~29歳の健康な女子大学生268名および中高年女性51名（36~81歳、平均67±10歳）について、なるべく平常どおりの食事をとらせ、連続3日間の秤量記録法による食事調査を行った。ビオチン以外の水溶性ビタミン

摂取量は五訂日本標準食品成分表を用いた。ビオチンはドイツの成分表⁴⁾を用いて算出した。ビオチンの記載されていない食品は、食品群ごとに記載品目の平均値を求めて代用した。ナイアシンは改訂日本食品アミノ酸組成表を用いて算出したTrp摂取量からの転換量（Trp 60mgあたりNiA 1mg）とあわせてナイアシン当量（NE）とした。摂取量の算出にはすべて「生」の値を使用し、調理損失等の補正は行わなかった。所要量は第六次改定日本人の栄養所要量¹⁾を用いて摂取量充足者と摂取不足者を分別した。更に女子大生については、各ビタミンの供給源となる食品を調べた。

C. 結果

3日間平均のエネルギー、タンパク質、水溶性ビタミンの摂取量をTABLE1に示した。女子大生の摂取量はいずれも中高年女性より低めであり、B₆では平均摂取量が所要量を下回っていた。B₁、B₂、およびNEとエネルギー摂取量、B₆とタンパク質摂取量間にはそれぞれ有意な相関が認められた（B₁とエネルギー；女子大生r=0.536, p<0.0001, 中高年女性r=0.441, p<0.005, B₂とエネルギー；女子大生r=0.449, p<0.0001, 中高年女性r=0.347, p<0.05, NEとエネルギー；女子大生r=0.559,

$p < 0.0001$, 中高年女性 $r = 0.639$, $p < 0.0001$, B_6 とタンパク質; 女子大生 $r = 0.707$, $p < 0.0001$, 中高年女性 $r = 0.580$, $p < 0.0001$). 摂取エネルギー当たりの所要量を充足している者の割合は, B_1 , B_2 , NE いずれも高く, B_1 (0.42mg/1000kcal) は女子大生 97.4%, 中高年女性 90.2%, B_2 (0.48mg/1000kcal) は女子大生 95.9%, 中高年女性 98.0%, NE (6.3mg NE/1000kcal) は両群とも 100%となった. B_6 摂取量がタンパク質当たりの所要量 0.0126mg/g を充足している者は, 女子大生で 96.3%, 中高年女性で 98.0%であった. しかし, 生活活動強度 II に相当するエネルギー所要量を適応した場合のエネルギー摂取量充足者率は女子大生で 30.6%, 中高年女性で 52.9%にすぎなかった. タンパク質所要量充足者は中高年女性 90.2%に比べて女子大生では 64.2%と低かった.

B群ビタミンの食品群別摂取構成比(女子大生)を TABLE 2 に示した. 更に供給源となる主な食品を TABLES 3-10 に示した. B_2 と葉酸において調味料類・嗜好飲料群からの摂取量が高く, これは緑茶(浸出液)に由来することがわかった.

D. 考察

日本人の水溶性ビタミン摂取量は, B_1 , B_2 , ナイアシン, C については数多くの報告があるが, その他のビタミンについては五訂食品成分表²⁾が 2000 年 12 月に発表される以前はほとんどなかった. 国民栄養調査では, 平成 13 年よりビタミンの調査項目にナイアシン, B_6 , B_{12} , 葉酸, パントテン酸が追加され, ビオチン以外のビタミン摂取状況が男女とも各年代について示されるようになった³⁾.

今回, 女子大生と中高年女性の摂取状況を比べたところ, エネルギー, タンパク質, ビタミンはいずれも中高年女性の摂取量のほうが高く, これは 14 年国民栄養調査結果⁵⁾においても同様の傾向を示した. ビタミン平均摂取量が所要量を下回っていたのは, 両群とも B_6 のみであり, 所要量充足者の割合は女子大生では 33.6%と非常に低く, 中高年女性でも 68.6%にすぎなかった. 女子大生では, B_1 や C は平均摂取量が所要量をこえていたにも関わらず, 充足者は 50%をやや上回る程度しかおらず, 約半数は摂取不足であった. しかし, B_1 は摂取エネルギーあたり, B_6 は摂取タンパク質あたりの所要量における充足者はいずれも 95%以上となった. これは摂取エネルギーやタンパク質が所要量より少ないためであるが, この年齢の女性では体重減

少を望む者が多いことを反映しているものと思われる⁵⁾. 我々は, これらビタミンの所要量充足者から求めた血中濃度の 95%信頼区間の下限未満の者は少数にすぎないことを報告している⁶⁾.

ビタミン供給源となる食品はほぼ従来どおりであるが⁷⁾, 緑茶が葉酸や B_2 の供給源としての寄与率が高く, これは海外の調査結果⁸⁾と大きく異なる点であった. 嗜好飲料としてペットボトルや缶入りのお茶を利用する者が増えてきているが, 実際にどの程度効果があるか興味もたれる.

女子大生および中高年女性のビタミン摂取量を 14 年国民栄養調査⁵⁾の 20 代女性および 60 代女性の結果と比較したところ, B_{12} 以外はいずれも国民栄養の摂取量のほうが低かった. 国民栄養調査の栄養素等摂取量は, 算出にあたり調理後(ゆで, 油いため等)の五訂成分表に成分値が収載されている食品を用いているのに対して, 我々は調理前(生)の成分値を使用しており, いわゆる調理損失に相当する差がでたものと考えられる. 調理損失率は食品の種類や調理方法によって異なるが, 学校給食実施基準(昭和 61 年文部省告示第 16 号)によると, B_1 は 30%, B_2 は 25%, C は 50%とされている. また B_6 は約 20%⁹⁾, 葉酸は約 15%¹⁰⁾とした報告がある. これらを考慮した所要量充足率は更に低下する.

ビタミン剤やサプリメントを摂取している者は, 13 年国民栄養調査結果³⁾によると, 男性では 17.0%, 女性では 23.6%であった. こうしたビタミン剤や食事からのビタミン摂取量を評価するには, bioavailability を考慮する必要がある. 米国では, 食品由来の葉酸に対してビタミン剤や葉酸強化食品に添加されているプテロイルモノグルタミン酸の bioavailability は 1.7 倍とされており, 摂取量の単位には Dietary Folate Equivalent (DFE) が用いられている¹¹⁾. 食品からの B_6 や B_{12} は約 50%と見積もられているが, 日本人の食習慣を反映した数値のさらなる検討が必要と思われる.

今回, ビオチンの成分値が収載されているドイツの成分表⁴⁾を用いてビオチン摂取量算出を試みた. 一般にビオチン欠乏は起こりにくいとされており, 平均摂取量は所要量を大きく上回った. 我々は以前, 海外の成分表(アメリカ)を用いて算出した葉酸摂取量を報告したが⁶⁾, 五訂成分表にて再検討したところ, 両者の値に著しい差を認めた. 成分値測定法

の違いが大きく影響したためであるが、食品の読み替え等の誤差も含まれる。したがって、我が国においてもビオチン食品成分表の整備を急ぎ、正確な摂取状況を把握する必要がある。

男性を対象とした摂取量調査報告は、年齢と問わず少ない。40-69歳の男性87人の調査では、葉酸; $321 \pm 131 \mu\text{g}$, B₆; $2.05 \pm 0.88 \text{ mg}$, B₁₂; $12.8 \pm 9.1 \mu\text{g}$ であった¹²⁾。今後の調査が期待される。

引用文献

1. 健康・栄養情報研究会編 (1999) 第六次改定日本人の栄養所要量 食事摂取基準, 第一出版
2. 科学技術庁資源調査会編 (2000) 五訂日本食品標準成分表, 大蔵省印刷局
3. 健康・栄養情報研究会編 (2003) 国民栄養の現状 平成13年厚生労働省国民栄養調査結果, 第一出版
4. Souci SW, Fachmann W, Kraut H. (2000) Food composition and Nutrition Tables. 6th rev. and completed ed. Medpharm GmbH Scientific publishers, Stuttgart, Germany
5. 厚生労働省 (2003) 平成14年 国民栄養調査結果の概要について, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2003/12/h1224-4.html>
6. Hiraoka M. (2001) *J Nutr Sci Vitaminol* 47, 20-27.
7. Kimura N, Fukuwatari T, Sasaki R, Hayakawa F, Shibata K. (2003) *J Nutr Sci Vitaminol* 49, 149-155.
8. Subar AF, Block G, and James LD. (1989) *Am J Clin Nutr* 50, 508-516
9. 柴田圭子, 安原安代, 安田和人 (2000) ビタミン, 74, 423-433
10. Imada I, Goto C, Tokudome Y, Ikeda M, Maki S, and Tokudome S. (2002) *Environ Health Prev Med* 7, 156-161.
11. Institute of Medicine. (1998) Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B₆, Folate, Vitamin B₁₂, Pantothenic Acid, Biotin and Choline. National Academy Press, Washington, DC.
12. Iso H, Moriyama Y, Sasaki S, Ishihara J, and Tsugane S. (2003) *J Epidemiol* 13, S98-S101

TABLE 1 女子大生および中高年女性のエネルギー、タンパク質と水溶性ビタミン摂取量

		女子大生 (n=268)			中高年女性 (n=51)		
		平均±SD	[RDA] ¹	充足者%	平均±SD	[RDA] ¹	充足者%
エネルギー	(kcal)	1651 ± 297	[1800]	30.6	1708 ± 286	[1650]	52.9
タンパク質	(g)	59.4 ± 12.8	[55]	64.2	70.8 ± 13.6	[55]	90.2
B ₁	(mg)	0.85 ± 0.25	[0.8]	54.5	1.01 ± 0.26	[0.8]	80.4
B ₂	(mg)	1.20 ± 0.38	[1.0]	73.5	1.32 ± 0.37	[1.0]	80.4
ナイアシン ²	(mgNE)	23.7 ± 5.8	[13]	97.8	29.5 ± 6.5	[13]	100.0
NiA	(mg)	13.6 ± 3.9			17.2 ± 4.7		
B ₆	(mg)	1.08 ± 0.30	[1.2]	33.6	1.41 ± 0.36	[1.2]	68.6
葉酸	(μg)	329 ± 141	[200]	86.2	427 ± 174	[200]	98.0
B ₁₂	(μg)	4.3 ± 3.1	[2.4]	76.1	7.0 ± 4.2	[2.4]	96.1
ピオチン	(μg)	46.3 ± 14.8	[30]	88.1	64.1 ± 13.9	[30]	100.0
パントテン酸	(mg)	5.56 ± 1.32	[5]	64.9	6.32 ± 1.30	[5]	84.3
C	(mg)	107 ± 47	[100]	51.9	148 ± 85	[100]	72.5

¹ 生活活動強度 II を適用.

² Trp 由来を含む (Trp 60mg = 1 mg NE)