

平成 21 年度厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）

日本人の食事摂取基準を改定するためのエビデンスの構築に関する研究

—微量栄養素と多量栄養素摂取量のバランスの解明—

主任研究者 柴田 克己 滋賀県立大学 教授

### 研究協力者の報告書

#### 1. 施設に入居する高齢者におけるビタミン栄養状態

研究協力者 田中 清 京都女子大学 教授

研究協力者 木戸 詔子 京都女子大学 教授

#### 研究要旨

後期高齢者では嚥下機能，咀嚼能力が低下するため，栄養バランスのよい食事を摂取させても，栄養素，特にビタミンの生体利用率が低下することが考えられる．また，免疫能が低下することにより抗酸化ビタミンの重要性が指摘されている．これらが，後期高齢者にビタミンを付加することが有効であると考えられる背景である．しかし，現在の食事摂取基準では，後期高齢者に対して付加量は設けられておらず，若年成人と同じ値が設定されている．この理由は後期高齢者におけるデータそのものが存在しないためである．本研究では，高齢者を対象に食事調査と血液調査を同時に行うことにより，高齢者におけるビタミン栄養状態の実態を調査した．

## A. 目的

後期高齢者では嚥下機能，咀嚼能力が，低下するため，栄養バランスのよい食事を摂取させても，栄養素，特にビタミンの生体利用率が低下することが考えられる。

また，免疫能が低下することにより抗酸化能を有したビタミンの重要性が指摘されている。しかしながら現在の食事摂取基準では，水溶性ビタミンは，欠乏症状が認められていないこと，また，加齢に伴いビタミンの生体利用率が低下する明確な根拠がないこと，さらに，根拠となる高齢者を対象とした研究そのものが少ないことより，後期高齢者に対して付加量は設けられておらず，若年成人と同じ値が設定されている。我が国では，加齢に伴うビタミンの変化についての研究は多くはないが，65歳以上では年齢の進行に従って血漿 PLP 濃度が減少すると報告されている<sup>1)</sup>。また，ビタミン B<sub>12</sub>に関しては高齢者では胃酸分泌の低い人が多い<sup>2,3)</sup>ということから食品からの生体利用率が低下するのではないかと考えられる。ニコチンアミドは，加齢に伴い Trp-Nam 転換率が低下する<sup>4)</sup>ことが報告されている。本研究では，高齢者を対象に，食事調査と血液調査を同時に行うことにより，高齢者におけるビタミン栄養状態の実態を調査した。

## B. 研究方法

### 1. 調査対象

介護老人福祉施設 花友しらかわ（京都市左京区）の入居者の中で，本人または家族が本研究の趣旨に同意された平均年齢 88 ± 8 歳の高齢者 52 名（男性 14 名，女性 38 名）を対象とした。

### 2. 栄養素摂取量

52 名を対象に食事調査を実施した。対象者は心身共に不安定な例が多く，食事摂取量が不安定であることから，1 ヶ月の平均摂取量を算出した。調査方法は以下の通りである。1 日に摂取した食事を朝・昼・夕食と間食に分け，施設の栄養提供量と喫食率（朝・昼・夕食に関しては，主食と主食以外の副食に分けて喫食率を調査した）をもとに摂取エネルギー量，たんぱく質，脂質，炭水化物の各栄養素と各ビタミンの平均摂取量を算出した。各栄養素は，2005 年度版日本人の食事摂取基準から各対象者の性，年齢に合致した各基準値と比較し，摂取状況の確認を行った。また，エネルギー摂取量に関しては全対象者とも「身体活動レベル I」として算出した。

### 3. 血中ビタミン濃度の測定

1 ヶ月の調査期間中に，空腹時採血を行った。EDTA-2Na 入りの採血管にて採血を行い，測定するビタミン毎に全血，血漿を処理し，使用するまで - 20°C で保存した。

血中総チアミン濃度は，チアミン，TMP，TDP の合計とした。全血にトリクロロ酢酸を加えて除タンパクを行い，HPLC による分析に供した<sup>5)</sup>。血中リボフラビン濃度は，リボフラビン FMN，FAD をルミフラビンに光分解し，ルミフラビンを測定することにより総リボフラビン量とした。採血後，全血に水と硫酸を加えて熱処理を行った後，トリクロロ酢酸を加え，除タンパクした。遠心分離後の上清を得，この上清をアルカリ条件下で照射し，これを HPLC による分析に供した<sup>6)</sup>。血中ピリドキサーリン酸（PLP）濃度を測定するために，血漿にメタリン酸を加え除タンパクし，HPLC による分析に供した<sup>7)</sup>。血漿ビタミン B<sub>12</sub> 濃度を求めるために，シアン

化カリウム存在下で血漿中のビタミン B<sub>12</sub> をシアノコバラミンに変換し, *Lactobacillus leichmanii*, ATCC 7830 を用いた微生物学的定量法に供した<sup>8)</sup>. 血中ニコチンアミド濃度を求めるために, 全血にイソニコチンアミド溶液を加えてオートクレーブし, 遠心分離後の上清を得, この上清をアルカリ中でエーテル抽出し, HPLC による分析に供した<sup>9)</sup>. 血漿中葉酸濃度を測定するために, *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 27773 を用いた微生物学的定量法に血漿を供した<sup>10)</sup>. 血漿中パントテン酸濃度を測定するために *Lactobacillus plantarum*, ATCC 8014 を用いた微生物学的定量法に血漿を供した<sup>11)</sup>. 血漿中ビオチン濃度を測定するために, *Lactobacillus plantarum*, ATCC 8014 を用いた微生物学的定量法に血漿を供した<sup>12)</sup>.

## C. 結果

### 1. 対象者の特徴

対象者は, 男性 14 名, 女性 38 名の計 52 名であり, 年齢  $88 \pm 8$  (歳), 身長  $146.1 \pm 10.2$  (cm), 体重  $41.9 \pm 8.5$  (kg), BMI  $19.6 \pm 3.2$  (kg/m<sup>2</sup>) であった. また, 年齢も高齢であることより要介護度は  $3.8 \pm 1.1$  と高く, 介護なしでは日常生活が困難な集団であった.

### 1. ビタミン摂取量

表 1 に示す通り, 今回の対象者における摂取量は, 1 か月の平均栄養素摂取量を示している. ビタミン B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, ナイアシンはエネルギー代謝に深く関わるビタミンであるので, 摂取エネルギー 1000 kcal 当たりで示し, またビタミン B<sub>6</sub> はアミノ酸代謝に関与するビタミンであるため摂取たんぱく質 1 g 当たりでは, 食事摂取基準値と比べ大きく変わりなく摂取できていた. ナイアシン当量に関しては,

食事摂取基準の 4.8 に対し, 男性で  $15.3 \pm 1.3$ , 女性で  $16.1 \pm 1.7$  と約 3 倍であった.

## 2. 血中ビタミン濃度

図 1 に血中ビタミン濃度を度数分布表で示した. また, 若年者 (19~23 歳) の血中ビタミン濃度との比較を行った. 特に値に差がみられたビタミンは, ビタミン B<sub>1</sub>, ビタミン B<sub>2</sub>, ナイアシン, パントテン酸であった.

## D. 考察

後期高齢者では, 食事摂取基準に準じた栄養素を摂取できていた. しかし, 血中ビタミン濃度は, 若年成人と比して低値を示すものが多くみられた. 特にニコチンアミドに関しては, 1 名を除いてその他の全てのものが若年成人の値を下回った. 後期高齢者における血中ビタミン濃度のデータの蓄積を行うとともに, 尿中ビタミン排泄量とを同時評価することにより, 今後, ビタミン付加量を設けることを検討する必要性が示唆された.

## E. 健康危機情報

特記する情報なし

## F. 研究発表

### 1. 発表論文

なし

### 2. 学会発表

なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

### 1. 特許予定

なし

### 2. 実用新案登録

なし

3. その他  
なし

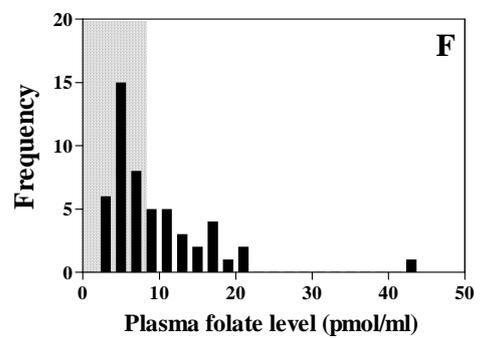
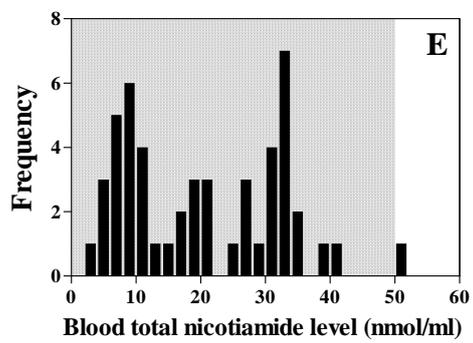
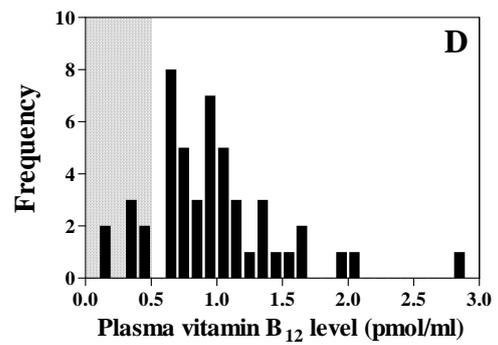
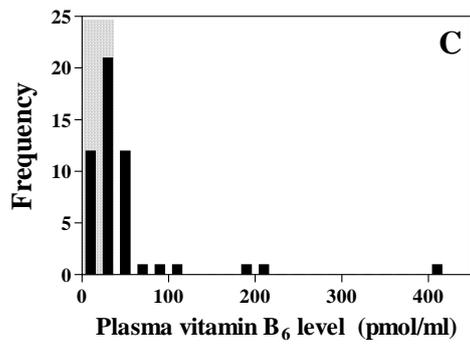
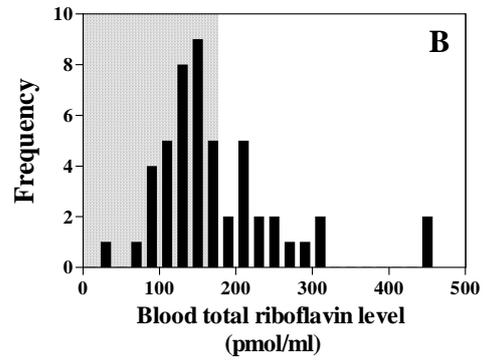
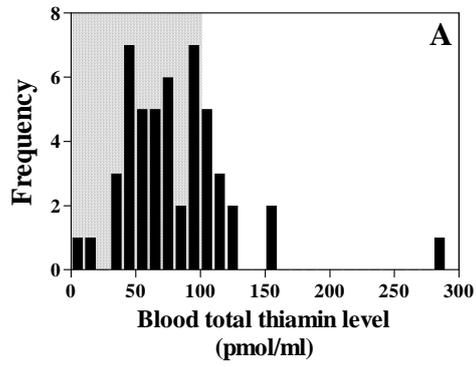
H. 引用文献

1. Bates CJ, Pentieva KD, Prentice A, Mansoor MA, Finch S. Plasma pyridoxal phosphate and pyridoxic acid and their relationship to plasma homocysteine in a representative sample of British men and women aged 65 years and over. *Brit J Nutr* (1999) 81, 191-201.
2. Krasinski SD, Russell RM, Samloff IM, Jacob RA, Dallal GE, McGandy RB, Hartz SC. Fundic atrophic gastritis in an elderly population. Effect on hemoglobin and several serum nutritional indicators. *J Am Geriatr Soc* (1986) 34,800-806.
3. Scarlett JD, Read H, O'Dea K. Protein-bound cobalamin absorption declines in the elderly. *Am J Hematol* (1992) 39, 79-83.
4. Fukuwatari T, Wada H, Shibata K. Age-related alterations of B-group vitamin contents in urine, blood and liver from rats *J Nutr Sci Vitaminol* (2008) 54, 357-62.
5. 福渡努, 鈴浦千絵, 佐々木隆造, 柴田克己. 代謝攪乱物質ビスフェノール A のトリプトファンニコチンアミド転換経路の攪乱作用部位. *食品衛生学雑誌* (2004) 45, 231-38.
6. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi, K. New metabolites of riboflavin appear in human urine. *J Biol Chem* (1983) 258, 5623-28.
7. Rybak ME, Pfeiffer CM. Clinical analysis of vitamin B<sub>6</sub>: determination of pyridoxal 5'-phosphate and 4-pyridoxic acid in human serum by reversed-phase high-performance liquid chromatography with chlorite postcolumn derivatization. *Anal Biochem* (2004) 333, 336-44.
8. Watanabe F, Abe K, Katsura H, Takenaka S, Mazumder ZH, Yamaji R, Ebara S, Fujita T, animori S, Kirihata M, Nakano Y. Biological activity of hydroxo-vitamin B<sub>12</sub> degradation product formed during microwave heating. *J Agric Food Chem* (1998) 46, 5177-80.
9. Shibata K, Kawada T, Iwai K. Simultaneous micro-determination of nicotinamide and its major metabolites, N<sup>1</sup>-methyl-2-pyridone-5-carboxamide and N<sup>1</sup>-methyl-3-pyridone-4-carboxamide, by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr* (1988) 424, 23-8.
10. Aiso K, Tamura T. Trienzyme treatment for food folate analysis. Optimal pH and incubation time for α-amylase and protease treatment. *J Nutr Sci Vitaminol* (1998) 44, 361-70.
11. Skeggs HR, Wright LD. The use of *Lactobacillus arabinosus* in the microbiological determination of pantothenic acid. *J Biol Chem* (1944) 156, 21-6.
12. Fukui T, Iinuma K, Oizumi J, Izumi Y. Agar plate method using *Lactobacillus plantarum* for biotin determination in serum and urine. *J Nutr Sci Vitaminol* (1994) 40, 491-98.

表 1 対象者における栄養素摂取量

	対象者 (男/女)	食事摂取基準 70歳～RDA or AI (男/女)
エネルギー (kcal/IBW)	24.3 ± 3.7 / 26.2 ± 5.1	28.0 / 27.2
たんぱく質 (g/IBW)	1.0 ± 0.2 / 1.1 ± 0.2	1.0 / 1.0
脂質 (%エネルギー)	24	15～25
ビタミン B <sub>1</sub> (mg/1000 kcal)	0.53 ± 0.10 / 0.59 ± 0.13	0.54
ビタミン B <sub>2</sub> (mg/1000 kcal)	1.29 ± 0.06 / 1.32 ± 0.08	0.60
ナイアシン (mgNE/1000 kcal)	15.3 ± 1.3 / 16.1 ± 1.7	5.8
ビタミン B <sub>6</sub> (mg/g protein)	0.018 ± 0.004 / 0.021 ± 0.005	0.023
ビタミン B <sub>12</sub> (μg/day)	3.5 ± 0.4 / 3.2 ± 0.6	2.4
葉酸 (μg/day)	223 ± 22 / 208 ± 38	240
パントテン酸 (mg/day)	4.8 ± 0.4 / 4.5 ± 0.7	6 / 5
ビオチン (μg/day)	—	45
ビタミン C (mg/day)	73 ± 5 / 70 ± 9	100
ビタミン E (mg/day)	4.9 ± 1.0 / 4.2 ± 1.5	7

値は平均値 ± 標準誤差 (= 52) として示した.



次項へ続く

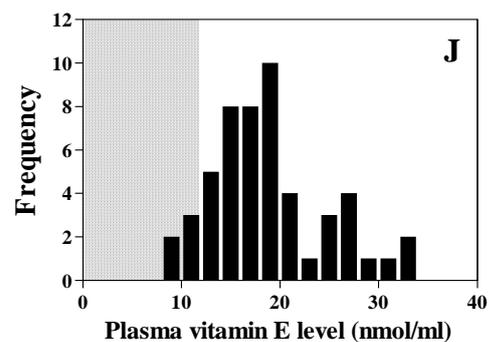
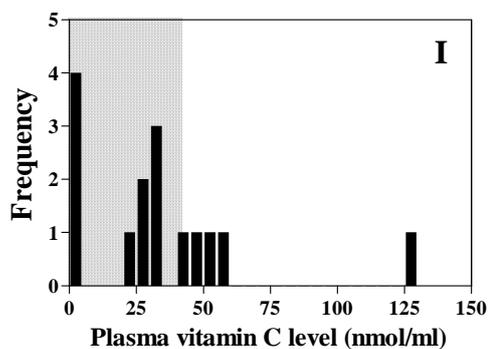
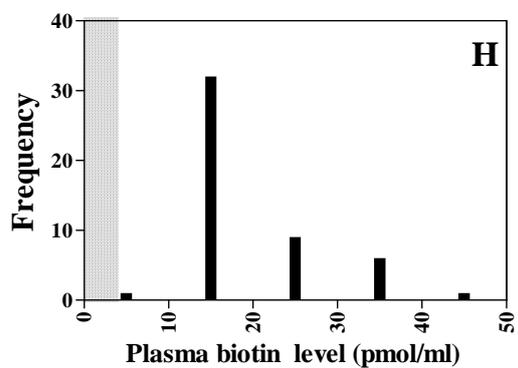
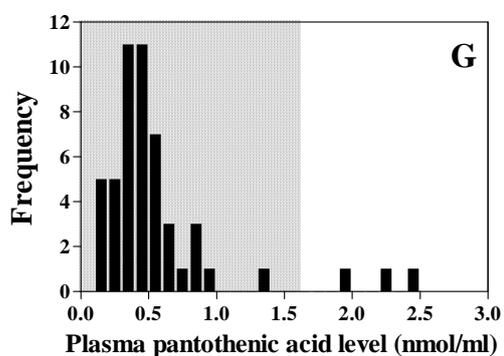


図 1. 対象者における血中ビタミン（ビタミン B<sub>1</sub> : A, ビタミン B<sub>2</sub> : B, ビタミン B<sub>6</sub> : C, ビタミン B<sub>12</sub> : D, ナイアシン : E, 葉酸 : F, パントテン酸 : G, ビオチン : H, ビタミン C : I, ビタミン E : J) 濃度の度数分布図. 網枠内は, 基準値.