

平成14年度 厚生科学研究費補助金

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手法に関する研究

報告書

2003年3月31日

主任研究者 田中 平三

(独立行政法人 国立健康・栄養研究所)

目次

総括研究報告書	「健康日本21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究 田中平三	4-8
分担研究報告書	「生体指標を用いた個人に対する食事評価法の開発、検証」 佐々木敏	9-16
	「ビタミンの生体指標測定方法の開発および実地応用」 梅垣敬三	17-22
	「新しいツールを用いた食事評価方法の開発と実地応用」 伊達ちぐさ	23-35
	「栄養調査の標準化ためのデータベース作成及び基礎検討」 石田裕美	36-43
	「都道府県民栄養調査等に関する各種手法の検討及び 地域における栄養・食生活データの活用」 中村美詠子	44-50
	「国民、県民栄養調査等での血液精度管理手法の検討」 中村雅一	51-65
	「地域栄養診断のための疫学調査における有効な評価指標の検討」 吉池信男、田中平三	66-84
資料	85-121
1)	Nakamura M, Tajima S, Yoshiike N: Nutrient intake in Japanese adults from the National Nutrition Survey, 1995-99. <i>Journal of Nutritional Science and Vitaminology</i> 48(5); 433-441; 2002	
2)	Yoshiike N, Seino F, Tajima S, Arai Y, Kawano M, Furuhata T, Inoue S: Twenty-year changes in the prevalence of overweight in Japanese adults: The National Nutrition Survey 1976-95. <i>Obesity Reviews</i> 3; 183-190; 2002	
3)	Yoshiike N, Kaneda F, Takimoto H: Epidemiology of obesity and public health strategies for its control in Japan. <i>Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition</i> 11(Suppl 8); S727-S731; 2002	
4)	Cooper GR(中村雅一 訳) : CDC-NHLBI 脂質標準化プログラムの設立の歴史的経緯について. <i>臨床病理</i> , 50 巻 10 号, 2002	
5)	Sasaki S, Shimoda T, Katagiri A, Tsuji T, Amano K.: Eating frequency of rice vs. bread at breakfast and nutrient and food-group intake among Japanese female college students. <i>J Community Nutr</i> 4: 83-89, 2002.	

総括研究報告書

「健康日本21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究

主任研究者 田中 平三 独立行政法人国立健康・栄養研究所

研究要旨

食事摂取及び栄養状態を表す各種生体指標について、「健康日本21」関連地域栄養改善プログラムへの応用方法を検討した。(1) ビタミンCに焦点を当て、実地応用可能な体内レベルの評価指標に関する検討を行い、口腔粘膜細胞や好中球は多くの集団を利用した実地応用の試料としては測定感度または試料調製において不適であるがリンパ球は適していること、リンパ球測定試料を迅速に調製できる方法を開発した。実験室レベルの基礎的検討結果を踏まえて実地応用を行ったところ、個体または小規模の集団の状況を評価する指標としてはリンパ球ビタミンC濃度が適しているが、集団が大きくなれば、血漿ビタミンCで評価しても大きな問題がないことを明らかにした。(2) 20歳から60歳代の都市住民(東京、名古屋、大阪)男女約600人(性別・年代別に約50~80人)に実施した24時間思い出し法による食事調査結果を基礎資料として、調理知識が少ない人でも回答し易いように、料理を質問項目とした食物摂取頻度調査法を開発した。さらに平均的な1回当たりの摂取量も回答し易いように3次元フードモデルを利用して推定することにした。74項目の食物摂取頻度調査法を開発し、49種の料理(Mixed Dish)について実物サイズの3次元フードモデルを製作した。さらに、全国4地区(大阪、鳥取、長野、沖縄)において20~69歳男女約300人を対象として、年間を通じて計5時点で、5種類の食事調査票(食事歴質問票、食物摂取頻度調査法等)、7日間の食事記録調査を行うとともに、採血・24時間蓄尿を実施している。

都道府県栄養調査等「健康日本21」地方計画策定・評価のために行われる集団レベルでの栄養関連指標の評価手法の検討を行った。(1) 栄養調査マニュアルの基本構成を構築し、マニュアル作成チームを組織した。現在個々の項目について内容を検討している。(2) 国民栄養調査データベースを用いて、都道府県別に体格、歩数、食品・栄養素摂取量に関する基礎統計量を求め、これらのデータを栄養マップとして視覚的に表示し、栄養データ集を作成した。(3) 「健康日本21」の評価指標として有用なものを抽出するために、過去5年間の国民栄養調査の食生活状況調査で用いられた調査項目と栄養素等の摂取量及び身体指標との関連について統計解析を行った。(4) 食事調査における脂質摂取量を推定する方法の標準化を目的として、揚げ物、炒め物、和え物料理において調理に使用する油脂量の食品への吸油量ないし付着量を実測し、食品への吸油量、付着量あるいは食品からの脱脂量の変動を測定した。吸油量、付着量、脱脂量は食品の水分量や脂質含有量と関連し、食品中の脂質含有量の多い素材の料理の場合、調理に使用した油脂量を摂取量とすると過大評価する可能性が高いことが明らかとなった。(5) 日本医師会による臨床検査精度管理調査とCDC/CRMLNによる国際脂質標準化プログラムを選択し、14年度の国民栄養調査(検査委託機関:SRL)に適用した。平成14年度の第36回臨床検査精度管理調査によれば、ブドウ糖や尿酸などの主な生化学検査の10項目は、調査参加者の調整平均値±1SDもしくは±2SD以内に入るA評価もしくはB評価を取得した。CDC/CRMLNのプログラムでは、総コレステロールの場合、正確度が-0.9%、精密度はCVで0.5%、HDLコレステロールの場合、正確度が+0.7%、精密度はCVで0.7%を記録し、脂質の測定精度は国際的な評価基準を満たしていることが再確認された。

【研究組織】

分担研究者

佐々木 敏 (独立行政法人国立健康・栄養研究所
栄養所要量策定企画・運営担当リーダー)
梅垣敬三 (独立行政法人国立健康・栄養研究所
食品表示分析・規格研究部室長)
伊達ちぐさ (武庫川女子大学 教授)
吉池信男 (独立行政法人国立健康・栄養研究所
研究企画・評価主幹)
中村美詠子 (浜松医科大学衛生学教室助手)
石田 裕美 (女子栄養大学栄養管理研究室助教授)
中村 雅一 (大阪府立健康科学センター脂質基準
分析室 ディレクター)

研究協力者

福井 充 (大阪市立大学大学院・助手)
古川曜子 (武庫川女子大学・副手)
山野井美紀 (武庫川女子大学)
由田克士 (独立行政法人国立健康・栄養研究所
室長)
多島早奈英 (独立行政法人国立健康・栄養研究所
研究員)
高橋東生 (東京農業大学短気大学部 助手)
横山徹爾 (国立保健医療科学院 主任研究官)
渡邊智子 (千葉県立衛生短期大学 教授)
縄田敬子 (中京女子大学 助手)
竹下尚男、小治健太郎 (花王株式会社・ヘルスケ
ア第一研究所)

A. 研究目的

「健康日本21」における栄養・食生活プログラムを国あるいは地域レベルで推進する際に、個人及び集団での栄養素等摂取状況や栄養状態を適正な手法を用いて評価することは、科学的な根拠に基づく保健政策上きわめて重要である。しかし、わが国においては、公衆衛生的な視点と結びついた実践栄養学的研究は極めて少ない。そして、現場で使用されている各種質問票も科学的検証がなされたものはほとんど無く、保健所や市町村の栄養士等からは、個人及び集団に対する栄養診断のための有用なツールを望む声大きい。

そこで、このような行政上のニーズに応えることを明確なゴールとして、地域保健現場等で必要とされる各種ツールを科学的な根拠に基づ

いて開発し、有用性を検証し、提供することを本研究課題の目的とする。

B. 研究方法

(1) 食事摂取及び栄養状態を表す各種生体指標及び生活習慣病予防対策を主たる目的とした新しい食事評価法の開発及び検証

① ビタミンCに関して、従来から用いられている血漿に加えて、口腔粘膜細胞、好中球、リンパ球について、実地での適用可能性を調べるために、地方の保健センター等での調査時に、血液サンプルの処理、保存、輸送等に関して、条件を変えながら実験を行うとともに、リンパ球測定試料を迅速に調製できる方法の開発を行った。

② 生活習慣病との関連が示唆されている栄養素で、その摂取量を反映する生体指標が存在するという報告がある22種類(血中濃度として15種類、24時間尿中排泄量として7種類)の栄養素を選択し、全国4地区(大阪、鳥取、長野、沖縄)において20~69歳男女約300人を対象として、年間を通じて計5時点で、5種類の食事調査票(食事履歴質問票、食物摂取頻度調査法等)、7日間の食事記録調査を行うとともに、採血・24時間蓄尿を実施した。

③ 20歳から60歳代の都市住民(東京、名古屋、大阪)男女約600人に実施した24時間思い出し法による食事調査データベースを解析し、食物摂取頻度調査法を開発するとともに、49種の料理(Mixed Dish)について実物サイズの3次元フードモデルを製作した。

(2) 地域集団における栄養関連指標の疫学的評価手法に関する検討

① 平成13年度に実施した都道府県等の栄養調査担当者に対するアンケート調査結果等に基づいて、栄養調査マニュアルの基本構成を検討した。

② 国民栄養調査データベースに関する基礎的

検討結果（平成13年度実施）に基づいて、全国調査である国民栄養調査データを、さらに地域でも有効に活用されうる栄養データ集として編集した。

③ 調味料の使用量から実際の摂取量を推定する方法の標準化を目的とし、特に今年度は油の使用量から摂取量を推定する方法に絞って実験的検討を行った。素揚げの吸油量データについてはその算出方法を標準化し、文献的整理を行い、標準値を決定した。炒め物、焼き物、和え物については調理実験を行い、標準値を検討した。また、衣のある揚げ物についてはその推定方法の標準化のための実験方法の検討を行った。

④ 過去5年間の国民栄養調査の食生活状況調査で用いられた調査項目と栄養素等の摂取量及び身体指標との関連について統計解析を行った。また、米国における全国健康・栄養調査や Behavioral Risk Factor Surveillance System における栄養・食生活に関する評価指標を検討した。

⑤ 日本医師会による臨床検査精度管理調査に関して、平成14年度臨床検査精度管理調査評価規準を参考資料として、評価評点方式の妥当性の検討を重ねた。更に、大阪府立健康科学センターが開発した臨床検査室向けのHDLコレステロールとLDLコレステロールの標準化プロトコルを実際に運用した。

C. 結果

(1) 食事摂取及び栄養状態を表す各種生体指標について、「健康日本21」関連地域栄養改善プログラムへの応用方法を検討し、以下の結果を得た。

① ビタミンCに焦点を当て、実地応用可能な体内レベルの評価指標に関する検討を行い、口腔粘膜細胞や好中球は多くの集団を利用した実地応用の試料としては測定感度または試料調製において不適であるがリンパ球は適していること、リンパ球測定試料を迅速に調製できる方法を開

発した。実験室レベルの基礎的検討結果を踏まえて実地応用を行ったところ、個体または小規模の集団の状況を評価する指標としてはリンパ球ビタミンC濃度が適しているが、集団が大きくなれば、血漿ビタミンCで評価しても大きな問題がないことを明らかにした。

② 20歳から60歳代の都市住民（東京、名古屋、大阪）男女約600人（性別・年代別に約50～80人）に実施した24時間思い出し法による食事調査結果を基礎資料として、調理知識が少ない人でも回答し易いように、料理を質問項目とした食物摂取頻度調査法を開発した。その過程において、食物を単一食品のみでなく、料理を含めたものと定義し、食物ごとに栄養素量を算出した。596人について一度でも出現した食物は1290個であった。これらのデータを基礎資料とし、各食物の栄養素別に構成百分率を算出して、構成百分率が高い食物から順に並べ、累積構成百分率が90%以上になるものまでを選択して食物リストを作成した。最終的には74項目の食物を含む食物摂取頻度調査法となった。

また、1回当たり摂取量を推定しやすくするため、74食物の三次元モデルを作製した。食物が複数の食品で調理された料理(mixed dish)の場合は、各料理に使用した材料のすべてをリストアップし、その食物を摂取した人のうち半数以上の人が使用した食材料を選んだ。使用重量は原則として使用した人の中央値を採用することにより、当該料理の素材と重量を定めた。この1人前の量を用いて、三次元モデルを作製した。

③ 全国4地区（大阪、鳥取、長野、沖縄）において20～69歳男女約300人を対象として、年間を通じて計5時点で、5種類の食事調査票（食事履歴質問票、食物摂取頻度調査法等）、7日間の食事記録調査を行うとともに、採血・24時間蓄尿を実施している。

1回目調査のデータを用いた予備的解析では、簡易型自記式食事歴法質問票(BDHIQ)から推定した摂取量と血清中濃度とのあいだで、魚介類

由来 n-3 系多価不飽和脂肪酸（エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸）、葉酸（女性のみ）、ビタミン B6（女性のみ）、ビタミン C で有意な相関が観察され、これらの栄養素に関して、2 種類の異なる調査法が類似の調査能力をもつ可能性が示唆された。

（2）都道府県栄養調査等「健康日本 21」地方計画策定・評価のために行われる集団レベルでの栄養関連指標の評価手法の検討し、以下の結果を得た。

① 栄養調査マニュアルの基本構成を構築し、マニュアル作成チームを組織した。現在個々の項目について内容を検討している。

② 国民栄養調査データベースを用いて、都道府県別に体格、歩数、食品・栄養素摂取量に関する基礎統計量を求め、これらのデータを栄養マップとして視覚的に表示し、栄養データ集を作成した。

③ 「健康日本 21」の評価指標として有用なものを出すために、平成 7 年国民栄養調査の妊産婦・授乳婦を除く 15 歳以上の男女 11,458 名のデータから、食事摂取量に対する自己評価と食事調査により推定された摂取量との関連を検討したところ、自己認識度と食事調査から得られた摂取量との関連性は、エネルギーに関して、女性では男性より強く、年齢差は女性のみみられなかったが、男性では高齢者においてより強かった。脂肪に関しては、男性の 50 歳以上と女性で強く、男性の若年層で自己評価と摂取量との関連が弱かった。カルシウムでは、エネルギーや脂肪に比べ、全般的に関連性が強かった。

④ 食事調査における脂質摂取量を推定する方法の標準化を目的として、揚げ物、炒め物、和え物料理において調理に使用する油脂量の食品への吸油量ないし付着量を実測し、食品への吸油量、付着量あるいは食品からの脱脂量の変動を測定した。吸油量、付着量、脱脂量は食品の水分量や脂質含有量と関連し、食品中の脂質含

有量の多い素材の料理の場合、調理に使用した油脂量を摂取量とすると過大評価する可能性が高いことが明らかとなった。

⑤ 日本医師会による臨床検査精度管理調査と CDC/CRMLN による国際脂質標準化プログラムを選択し、14 年度の国民栄養調査（検査委託機関：SRL）に適用した。平成 14 年度の第 36 回臨床検査精度管理調査によれば、ブドウ糖や尿酸などの主な生化学検査の 10 項目は、調査参加者の調整平均値 ± 1 SD もしくは ± 2 SD 以内に入る A 評価もしくは B 評価を取得した。CDC/CRMLN のプログラムでは、総コレステロールの場合、正確度が -0.9% 、精密度は CV で 0.5% 、HDL コレステロールの場合、正確度が $+0.7\%$ 、精密度は CV で 0.7% を記録し、脂質の測定精度は国際的な評価基準を満たしていることが再確認された。

D. 考察

本研究において現在検討を行っている種々の課題が解決されることによって、「健康日本 21」地方計画における栄養・食生活プログラムにおいて、下記のような点が大いに推進されるものと考えられる。

第一に、新しい生体指標を最大限活用し、地域保健現場で有効なツールとなり得る栄養評価手法（生体指標の測定や、科学的に妥当性が検証された簡易スクリーニング調査票等）を開発することにより、個人の特性に合わせた栄養指導・教育が可能となる。例えば、今回開発したビタミン C 測定の手法は、血漿採取後に通常廃棄していた血球部分からビタミン C 測定用リンパ球が調製できるため、被検者の負担が軽減でき、集団を対象とした評価にも応用できる。また、カロテノイド類・フラボン類・葉酸・脂肪酸など生活習慣病との関連が示唆されている栄養素の生体指標を標準化された方法で測定することによって、効率的かつ客観的なスクリーニング・栄養摂取評価が可能となる。加えて、今回行った食事調査票の妥当性・有効性の検討結果

から、地域・個人の特性、栄養指導・教育の目的に見合った食事評価法（食事歴質問票・食物摂取頻度調査法等）を提供することが可能となる。

初年度及び本年度の研究成果については、地域保健の栄養担当部門に還元をし始めている。すなわち、地域栄養調査に関するアンケート調査結果を集計し、考察を加えて報告書を作成し、都道府県、政令・中核市等に配布をした。また、国民栄養調査データに関する基礎的検討結果は、今後データ集及びマップとして、報告書を作成したところであり、来年度早々に、各都道府県等に配布する予定としている。

さらに、今後作成・配布する資料には、食行動に関する有用な指標、食事調査における調味料・吸油率等に関するデータ、及び臨床検査精度管理方法等についても、現場で活用しやすいような形で盛り込んでいく予定である。

E. 結論

「健康日本21」地方計画の策定及び推進のためには、国民栄養調査方式をベースとした都道府県や市町村における栄養調査により“地域診断”を行い、科学的に妥当かつ現実的に実施可能な方法で、集団およびそれを構成する個人に対して栄養教育・指導を行うことが必要である。今年度は、初年度での基礎的検討を受けて、より具体的なアウトプットを目指して研究を進めた。

すなわち、地域保健現場における栄養評価及び指導において、ビタミンC等の生体指標が活用可能であることが明らかとなった。また、数種類の食事調査方法の妥当性に関する基礎データの収集を継続的に行うとともに、食物摂取頻度調査法及びそれを実地で行うためのツール(3次元フードモデル)を開発した。

地域集団を対象とした栄養状態の評価手法に関しては、都道府県等における栄養調査の技術

的基盤に関する現状とニーズを受けて、栄養調査マニュアル及び資料集の作成にとりかかった。また、栄養調査を高い精度で実施するために不可欠である調味料等の取扱い方に関する基礎データを得るとともに、血液検査における精度管理が地域における栄養調査等でも適用されるための検討を行った。

これらは、健康増進法に基づいて平成15年度より行われる国民健康・栄養調査を、「健康日本21」の評価システムとして実施する上でも必要とされる事項である。

F. 健康危険情報

この研究において健康危険情報に該当するものはなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Nakamura M, Tajima S, Yoshiike N. Nutrient intake in Japanese adults - From the National Nutrition Survey, 1995-99-. *J Nutr Sci Vitaminol* 48(5); 433-441, 2002
- 2) Yoshiike N, Kaneda F, Takimoto H: Epidemiology of obesity and public health strategies for its control in Japan. *Asia Pac J Clin Nutr* 11(Suppl 8); S727-S731, 2002
- 3) Sasaki S, Shimoda T, Katagiri A, Tsuji T, Amano K.: Eating frequency of rice vs. bread at breakfast and nutrient and food-group intake among Japanese female college students. *J Community Nutr* 4: 83-89, 2002.
- 4) Cooper GR(中村雅一 訳): CDC-NHLBI 脂質標準化プログラムの設立の歴史的経緯について. *臨床病理* 50(10), 2002

H. 知的財産権の出願・登録状況

この研究において、知的財産権に該当するものはなかった。

分担研究報告書

生体指標を用いた個人に対する食事評価法の開発、検証

分担研究者 佐々木 敏

独立行政法人国立健康・栄養研究所栄養所要量策定企画・運営担当リーダー

研究要旨

全国で展開されている「健康日本21」に沿った栄養（食習慣）改善の程度を、標準化した方法で、かつ、客観的に評価できる栄養摂取量及び食習慣調査法は現在のところ存在していない。そこで、個人ならびに集団のレベルで目標値達成の程度を評価しうる食事調査法を開発することを目的として、分担研究者は、個人レベルの栄養素摂取状態を客観的に評価しうる生体指標（biomarkers）を開発し、その有効性を評価するとともに利用基準等を提案するための基礎研究を行っている。同時に、栄養素摂取状態を把握するための質問票（一部）の開発、ならびに質問票・生体指標の妥当性を検討するための調査研究全体の総括を担当している。本年度は、昨年度にパイロット調査を実施した同じ地域において、30～69歳の男女（10歳年齢階級ごとに男女それぞれ8人：地域ごとに64人、合計256人）の協力を得て、1年間にわたる食事調査を実施した。本年度は、その計画立案・準備ならびに1、2回目調査を実施した。1回目調査は秋（11月）に行い、4日間の食事記録調査、5種類の質問票への回答、採血、24時間蓄尿を実施し、冬（2月）に実施した2回目調査では、4日間の食事記録調査と2種類の質問票への回答を実施した。同様の調査を次年度の春、夏、秋に実施し、全体のデータを用いて、生体指標の利用可能性を検討する。

1回目調査のデータを用いた予備的解析では、簡易型自記式食事歴法質問票（BDHQ）から推定した摂取量と血清中濃度とのあいだで、魚介類由来n-3系多価不飽和脂肪酸（エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸）、葉酸（女性のみ）、ビタミンB₆（女性のみ）、ビタミンCで有意な相関が観察され、これらの栄養素に関して、2種類の異なる調査法が類似の調査能力をもつ可能性が示唆された。

A. 研究目的

「健康日本21」で展開される栄養・食生活プログラムの評価手法のひとつとして、栄養摂取量及び食生活習慣の改善の程度を個人ならびに集団のレベルで客観的に評価しうる生体指標（biomarkers）とその利用方法を開発することを目的とする。開発に当たっては、個人・集団特性の影響や健診などの場における実施可能性をじゅうぶんに考慮するものとする。

B. 研究方法

概略

血中濃度及び24時間尿中排泄量として、測定が可能で、生活習慣病対策にとって重要と考えられる15種類（2マーカーを含む）及び7種類の栄養素に関して、地域性のばらつきと実施可能性を考慮して選定した4地域（長野、大阪、鳥取、沖縄の各府県）に在住する健康な30～69歳の男女（10歳階級ごとに男女それぞれ8人：合計256人）の協力を得て、上記栄養素濃度及び排泄量を測定するとともに、季節ごとに合計5回にわたって4日間の秤量式記録法による調査を実施するとともに、すでに開発されたか、または、開発中の5種類の食事習慣に関する質問

票を用いて、その直前1か月間、または、1年間における栄養素摂取量及び食行動習慣の調査を行うこととした。採血及び24時間蓄尿は1回目調査及び最終回（第5回目）調査のみに実施することとした。

対象者の選択基準ならびに選択方法

対象集団・対象者は以下の条件を満たす者で調査に協力できる者とした。これは、昨年度に実施したパイロット調査の結果に基づき、より質の高い資料を得ることが可能なように、昨年度のプロトコルを改変して作成した。

- ① 1集団は、30歳から69歳まで10歳年齢階級ごと、男女ごとに8人ずつ。可能な限り、夫婦（または同居している性別の異なる兄弟）による参加とした。年齢階級は女性を優先とした（例：妻が39歳で夫が42歳の場合は30～39歳の年齢階級に属する組（夫婦）とみなす）。
- ② 女性は一般女性が望ましいが、食生活改善指導員でもよい。栄養士は除く。
- ③ 自宅にFAXがあり、使用できること。ただし、必須ではない。
- ④ 医師または栄養士から食事療法を現在受けている者は対象者から除く。糖尿病の教育入

院など、栄養士から食事調査に関する教育を受けた経験がある者も除く。

対象者の選定は、各調査地域の保健センター等に勤務する保健師・栄養士が中心となり、上記の条件を満たし、かつ協力が得られる可能性が高いひとたちを選定し、各地域の調査担当者が調査の主旨と内容を説明し、個人ごとに同意を得た。

調査期間及び調査計画

平成14年11月から平成15年12月までの5回(11月、2月、5月、8月、11月)。調査内容は、不連続な4日間の秤量式食事記録の実施、5種類の食習慣に関する質問票への記入(以上は5回すべて、ただし、一部の質問票は1回目と最終回の2回のみ)、血液採取、24時間蓄尿(以上は初回と最終回の2回のみ)である。調査全体スケジュールの概略を図1に、季節ごとの調査スケジュールを1回目調査と2回目調査を例にあげてそれぞれ図2及び図3に示す。

食事記録はあらかじめ計画されていた非日常的な日は除いた。採血は空腹時とした。蓄尿は塩化ビニル製1リットルボトル(腐敗防止のためのホウ酸1グラム入り)を3または4本携帯させ、24時間に排泄される全尿を採取した。

調査対象地域

調査対象地域は以下の4地域とした。

長野地域：長野県松本市ならびにその近隣町村。

大阪地域：大阪府大阪市。

鳥取地域：鳥取県倉吉市ならびにその近隣町村。

沖縄地域：沖縄県宜野湾市。

都市部として大阪市を選択し、小中規模都市(内陸部)として長野県、同(沿岸部)として鳥取県から1地域を選択し、食事習慣が他地域と顕著に異なる例として、沖縄県から1地域を選択した。

調査に用いた質問票

- ① 簡易食事調査票1(パイロット調査時と同じもの)：主に食行動を中心とした質問から構成され、効率的に高危険度群をスクリーニングすることを目的とするもの。A4大1ページ。
- ② 簡易食事調査票2(パイロット調査時と同じもの)：非常に重要な質問に限って質問することにより、効率的に高危険度群をスクリーニングすることを目的とするもの。A4大1ページ。
- ③ 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)(パイロット調査時と同じもの。ただし、今回はドキュメントスキャナーによってデータの自

動読み取りが可能な版)：栄養摂取量を集団間で相対的に比較したり、同一集団で変化を観察したりするために用いるもの。絶対量の把握や個人評価は必ずしも目的とされていないが、個人レベルで目的とする栄養素摂取量がおおきく許容量からはずれる群(高危険度群)を抽出する、すなわち、高危険度群のスクリーニングに用いることも目的とするもの。A4大4ページ。

- ④ 自記式食事歴法質問票(DHQ)(パイロット調査時と同じもの)：個人レベルでの栄養摂取量評価とある程度詳細な栄養指導に用いることを目的とするもの。A4大16ページ。
- ⑤ 実寸法師(パイロット調査時と同じもの)：個人レベルの栄養摂取状態を把握するために写真による食品モデルを用いる方法。DHQと同様に個人レベルでの栄養摂取量評価と栄養指導に用いることを目的とするもの。

生体指標の測定項目

血清中濃度は以下の項目について測定を行うこととした。標準化のために、測定はSRLのひとつのラボで行うこととした。血清総コレステロール・HDLコレステロール・中性脂肪・LDLコレステロール・血糖・ヘモグロビンA1c・GOT・GPT・ γ -GTP・尿酸・ビタミンC・ビタミンB₆・ビタミンB₁₂・葉酸・カロテン・脂肪酸(エイコサペンタエン酸(EPA)、ドコサヘキサエン酸(DHA)、 α -リノレン酸)・セレン・ビタミンE・イソプロスタノール。上記のうち、1回目調査で得られた血液を用いた測定が、カロテン・セレン・イソプロスタノールを除いて終了した。

24時間尿からは、ナトリウム・カリウム・カルシウム・マグネシウム・クレアチニン・尿素窒素の測定を予定している(未測定)。

測定及びデータ処理

1回目及び2回目調査で得られた食事記録データは報告書作成時点にて処理中である。DHQとBDHQについては、暫定的な栄養価計算プログラムを開発し終えた。BDHQは1回目調査で収集したデータの入力・栄養価計算が完了した。その他の質問票については内容チェック中または入力中である。本年度は、栄養価計算に用いる食品成分表を4訂から5訂に改変する作業をおこなった。

解析・統計計算

本年度の報告書では、摂取量の生体指標となりうる可能性が考えられている7種類の指標について、1回目調査で得られたBDHQから計算さ

れる栄養素摂取量を用いて、両者の相関を検討した。解析対象は有効なデータが得られた 248 人（男性 123 人、女性 125 人）とした。栄養素摂取量は摂取量粗値に加え、栄養密度法によるエネルギー調整値を用いた。ビタミン E については、相関を検討するさいに、血清総コレステロールで調整を行った偏相関係数を産出した。

C. 研究結果

今回検討した 7 種類の栄養素の摂取量を表 1 に示す。生体指標が血清濃度であるために、粗摂取量よりもむしろエネルギー調整値とのあいだにおいて意味のある相関が観察されることが予想されたため、エネルギー調整値も解析に含めた。さらに、エネルギー調整を行う場合に、アルコール由来のエネルギーを総エネルギーに含めるか否かについては意見が統一されていない。そこで、今回は、アルコールを含む場合と除く場合の両方について計算し、結果を比較することにした。エネルギー調整済み摂取量はビタミン B₆ 以外のすべての栄養素において、男性よりも女性で多い傾向を認めた。

生体指標の結果を表 2 に示す。葉酸、ビタミン B₁₂、ビタミン C は女性で、ビタミン B₆、EPA、DHA、魚介類由来 n-3 系多価不飽和脂肪酸は男性で高い傾向を認めた。

BDHQ から推定した栄養素摂取量と関連する生体指標とのあいだの相関(Pearson の積率相関係数)を表 3 に示す。男女ともに、EPA、DHA、魚介類由来 n-3 系多価不飽和脂肪酸で 0.18~0.38 ($p < 0.04 \sim p < 0.001$) と有意な相関が認められた。一方、 α -リノレン酸では意味のある相関は認められなかった。ビタミン類では、ビタミン C で 0.12~0.30 ($p < 0.17 \sim p < 0.001$) の相関が認められ、この相関は女性に比べて男性で顕著であった。葉酸とビタミン B₆ では、女性でのみ有意な相関が観察され、それぞれ 0.18~0.24 ($p < 0.04 \sim p = 0.007$)、0.17~0.28 ($p < 0.06 \sim p = 0.002$) であった。ビタミン B₁₂ における相関は 0.11~0.16 であり、有意ではなかった。また、ビタミン E における相関は -0.24~0.06 であり、一部では有意な負の相関を認めた。

D. 考察

今回は食事記録のデータが未完成であると同時に、調査継続中であるため、予備的な解析として、1 回目調査で得られた質問票 (BDHQ) から推定した栄養素摂取量と、測定が終了し、かつ、生体指標となりうることが示唆されている 7 種類の血清中に存在する栄養素を用いた検討を行った。

諸外国ならびに国内における先行研究と同様

に、EPA、DHA において推定摂取量と意味があると考えられるレベルの相関が観察された。葉酸、ビタミン B₆ でも、女性のみではあるものの、ある程度意味があると考えられる相関が認められ、ホモシステイン関連のビタミン類の生体指標として、血清濃度の利用可能性が示唆される結果として注目された。一方、短期間 (数日間) の摂取状態のマーカーと考えられている血清ビタミン C 濃度と、過去 1 か月間の食事習慣を調査する BDHQ とのあいだに、有意な相関が観察されたことは、前回のパイロット研究の結果や国内の類似の研究結果と異なるものであった。しかし、欧米では、比較的長期間の摂取量と血清濃度とのあいだに有意な相関を認めた報告が少なくなく、摂取量データを詳細に検討し、今回得られた結果から血清ビタミン C 濃度を生体指標として利用することの可能性について検討する必要があるものと考えられた。

今回は、過去 1 か月間の摂取状況を把握することを目的とした BDHQ から推定した摂取量との関連を検討した。しかし、長期間にわたる個人の代表値としての生態指標の利用可能性は今回の検討では明らかにし得ない。今回の調査では、各季節に 4 日間ずつの食事記録と 5 種類の質問票による調査を実施し、1 年間にわたる栄養素摂取量や食行動習慣を把握するとともに、1 年後に同じ項目について生体指標を測定することを予定している。これらのデータを総合的に検討し、日本人における生体指標の利用可能性について判断を下す必要があると考えられる。

E. 結論

個人ならびに集団のレベルで目標値達成の程度を評価しうる食事調査法を開発することを目的として、分担研究者は、個人レベルの栄養素摂取状態を客観的に評価しうる生体指標 (biomarkers) を開発し、その有効性を評価するとともに利用基準等を提案するための基礎研究を行っている。同時に、栄養素摂取状態を把握するための質問票 (一部) の開発、ならびに質問票・生体指標の妥当性を検討するための調査研究全体の総括を担当している。本年度は、昨年度にパイロット調査を実施した同じ地域において、30~69 歳の男女 (10 歳年齢階級ごとに男女それぞれ 8 人: 地域ごとに 64 人、合計 256 人) の協力を得て、1 年間にわたる食事調査を実施した。本年度はその計画立案・準備ならびに 1、2 回目調査を実施した。1 回目調査は秋 (11 月) に行い、4 日間の食事記録調査、5 種類の質問票への回答、採血、24 時間蓄尿を実施し、冬 (2 月) に実施した 2 回目調査では、4 日間の食事記録調査と 2 種類の質問票への回答を実施した。

同様の調査を次年度の春、夏、秋に実施し、全体のデータを用いて、生体指標の利用可能性を検討する。

1 回目調査のデータを用いた予備的解析では、簡易型自記式食事歴法質問票 (BDHQ) から推定した摂取量と血清中濃度とのあいだで、魚介類由来 n-3 系多価不飽和脂肪酸 (エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸)、葉酸 (女性のみ)、ビタミン B₆ (女性のみ)、ビタミン C で有意な相関が観察され、これらの栄養素に関して、2 種類の異なる調査法が類似の調査能力をもつ可能性が示唆された。

謝辞： 調査地域との調整及び調査実施において多大なご協力をいただいた等々力英美氏 (琉球大学医学部)、広田直子氏 (長野県短期大学)、野津あき子氏 (鳥取短期大学)、三浦綾子氏 (琉球大学教育学部、現：活水女子大学) に深く感謝します。

G. 研究発表

1. 論文発表

1) Sasaki S, Shimoda T, Katagiri A, Tsuji T, Amano K.: Eating Frequency of Rice vs. Bread at Breakfast and Nutrient and Food-Group Intake among Japanese Female College Students. J Community Nutr 4: 83-89, 2002.

2. 学会発表

- 1) 伊達ちぐさ, 福井充, 佐々木敏, 広田直子, 野津あきこ, 等々力英美, 三浦綾子, 梅垣敬三. 「健康日本 21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究-FAX を利用した食事記録法の実施. 第 49 回日本栄養改善学会講演集 P030 (抄録), 2002.
- 2) 広田直子, 佐々木敏. 運動プログラムを中心とした健康増進事業における集団栄養教育活動の効果に関する研究. 第 49 回日本栄養改善学会講演集 P010 (抄録), 2002.
- 3) 三浦綾子, 等々力英美, 中本直美, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 野津あきこ, 広田直子, 梅垣敬三, 福井充. 「健康日本 21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究 沖縄における実施可能性の検討. 第 49 回日本栄養改善学会講演集 0071 (抄録), 2002.
- 4) 野津あきこ, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 梅垣敬三, 等々力英美, 広田直子, 三浦綾子, 横山弥枝, 福井充. 「健康日本 21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究～鳥取地域における DHQ 結果～. 第 49 回日本栄養改善学会講演集 0070 (抄録), 2002

図1 調査全体のスケジュール（概要）

	秋	冬	春	夏	秋	冬
質問票1	○	○	○	○	○	
質問票2	○	○	○	○	○	
質問票3	○				○	
質問票4	○				○	
質問票5	○				○	
食事記録 (4日間)	○	○	○	○		
採血	○					○
蓄尿	○					○

個人結果返却＋健康相談

図2 1回目調査の基本スケジュール
鳥取地域（北条町）の例

日	月	火	水	木	金	土
						11/16 質問票 記入
11/17 質問票 記入 (予備日)	11/18 食事記録			11/21 食事記録		11/23 食事記録
			11/27 食事記録			11/30 蓄尿
12/1 採血						

実施困難な日がある場合は、担当栄養士と相談のうえで、調整をすること。

図3 2回目調査の基本スケジュール
鳥取地域（北条町）の例

日	月	火	水	木	金	土
						2/15 質問票 記入
2/16 質問票 記入 (予備日)	2/17 食事記録			2/20 食事記録		2/22 食事記録
		2/25 食事記録				

実施困難な日がある場合は、担当栄養士と相談のうえで、調整をすること。

表1 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)から計算した摂取量の平均(±標準偏差)

	男性				女性					
	粗値	エネルギーを含む		エネルギー調整値*		粗値	エネルギーを含む		エネルギー調整値*	
		アルコールを除外	アルコールを除外	アルコールを除外	アルコールを除外		アルコールを除外	アルコールを除外	アルコールを除外	アルコールを除外
葉酸	278.7 ± 100.4	145.4 ± 42.6	168.4 ± 52.9	284.3 ± 96.3	184.5 ± 42.3	188.5 ± 42.0				
ビタミンB ₆	1.48 ± 0.47	0.76 ± 0.15	0.88 ± 0.20	1.34 ± 0.40	0.87 ± 0.14	0.89 ± 0.14				
ビタミンB ₁₂	7.80 ± 4.82	4.07 ± 2.61	4.72 ± 3.15	7.85 ± 5.69	4.94 ± 2.62	5.04 ± 2.62				
ビタミンC	90.4 ± 48.4	47.6 ± 24.0	54.2 ± 25.4	107.1 ± 47.0	69.7 ± 26.9	71.1 ± 26.9				
α-リノレン酸	1.41 ± 0.60	0.66 ± 0.22	0.75 ± 0.23	1.47 ± 0.58	0.86 ± 0.24	0.88 ± 0.24				
エイコサペンタエン酸	0.33 ± 0.26	0.15 ± 0.12	0.18 ± 0.13	0.31 ± 0.24	0.18 ± 0.11	0.18 ± 0.11				
ドコサヘキサエン酸	0.48 ± 0.31	0.22 ± 0.14	0.26 ± 0.15	0.46 ± 0.29	0.26 ± 0.14	0.27 ± 0.13				
魚介類由来n-3系多価不飽和脂肪酸	0.81 ± 0.56	0.38 ± 0.25	0.43 ± 0.28	0.77 ± 0.53	0.44 ± 0.25	0.45 ± 0.25				
ビタミンE	8.33 ± 2.86	4.34 ± 1.16	4.95 ± 1.13	8.62 ± 2.71	5.63 ± 1.20	5.74 ± 1.18				

*アルコール由来エネルギーを含めた場合と除外した場合について検討した。

%E=総エネルギーに占める割合(%)。

表2 生体指標(血清中濃度)の平均(±標準偏差)

	男性		女性	
	粗値	調整値*	粗値	調整値*
葉酸	7.78 ± 2.58	9.59 ± 2.89		
ビタミンB ₆	16.7 ± 20.3	12.7 ± 12.9		
ビタミンB ₁₂	498.5 ± 173.6	593.8 ± 254.1		
ビタミンC	6.1 ± 2.6	8.2 ± 2.6		
α-リノレン酸	26.0 ± 9.1	25.2 ± 10.0		
エイコサペンタエン酸	83.3 ± 50.8	62.9 ± 40.7		
ドコサヘキサエン酸	170.2 ± 84.2	144.4 ± 49.9		
魚介類由来n-3系多価不飽和脂肪酸	253.5 ± 127.9	207.2 ± 86.3		
ビタミンE	1.01 ± 0.33	0.99 ± 0.27		

表3 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)から計算した摂取量と生体指標との相関(Pearsonの積率相関係数)

	男性 (n=123)						女性 (n=125)					
	粗値			エネルギー調整値*			粗値			エネルギー調整値		
	r	p-値	アルコールを含む	r	p-値	アルコールを除外	r	p-値	アルコールを含む	r	p-値	アルコールを除外
葉酸	0.17	0.062	-0.07	0.462	0.01	0.887	0.21	0.018	0.24	0.007	0.18	0.042
ビタミンB ₆	-0.02	0.814	-0.04	0.633	0.14	0.133	0.17	0.060	0.28	0.002	0.28	0.002
ビタミンB ₁₂	0.11	0.228	0.13	0.150	0.11	0.210	0.12	0.187	0.16	0.078	0.15	0.106
ビタミンC	0.28	0.002	0.30	0.001	0.26	0.004	0.12	0.166	0.20	0.024	0.17	0.055
α-リノレイン酸	0.00	0.983	-0.08	0.378	-0.08	0.365	-0.04	0.664	0.04	0.658	0.04	0.679
エイコサペンタエン酸	0.35	<0.001	0.33	<0.001	0.38	<0.001	0.29	<0.001	0.34	<0.001	0.33	<0.001
ドコサヘキサエン酸	0.31	<0.001	0.25	0.005	0.33	<0.001	0.16	0.083	0.20	0.027	0.18	0.043
魚介類由来n-3系多価不飽和脂肪酸	0.34	<0.001	0.29	0.001	0.36	<0.001	0.24	0.008	0.28	0.002	0.27	0.003
ビタミンE**	-0.09	0.324	-0.24	0.008	-0.17	0.057	0.06	0.474	-0.04	0.645	-0.01	0.881

*密度法による調整値。エネルギーにアルコール由来エネルギーを含めた場合と除外した場合について検討した。

**血清総コレステロール値で調整済み。

ビタミンの生体指標測定方法の開発および実地応用に関する研究
分担研究者 梅垣敬三 独立行政法人 国立健康・栄養研究所・室長

研究要旨

生体内ビタミンレベルを適切に評価することは、栄養状態の評価、食生活の指導、栄養機能食品等の効果的な利用を行う上で重要である。本研究では実地応用可能な生体内ビタミンレベルの評価手法に関する基礎的検討をビタミンCについて行った。その結果、口腔粘膜細胞は測定感度、好中球は迅速な試料調製上の問題がそれぞれあるため、多くの集団を対象とした生体試料には不適であるが、リンパ球は適していることを実験室レベルの基礎的研究で明らかにした。実地応用可能なリンパ球ビタミンCの測定方法を開発し、この手法を利用して国内4地域の血漿とリンパ球のビタミンC濃度の測定を行った。その結果、個体または小規模の集団の体内ビタミンCレベルの評価指標にはリンパ球ビタミンCの測定が適していること、集団が大きくなれば、通常の評価に利用されている血漿ビタミンCの測定でも大きな問題がないことを明らかにした。

A. 研究目的

近年、国民の健康に対する意識は高く、いわゆる健康食品やビタミンのサプリメントに対する関心が益々高くなっている。厚生労働省も新しい保健機能食品制度下で、ビタミン等を含有した栄養機能食品の表示許可を行っている。ビタミンを効果的に利用するには、生体内のビタミンレベルを適切に評価し、その必要量、有効性・安全性をヒトにおいて明確にすることが重要である。また、生体内ビタミンレベルを把握することは栄養状態の評価、健全な食生活の推進を図る上でも重要である。それ故、生体内ビタミンレベルの適切な評価手法の開発、その手法による集団を対象とした調査研究の遂行が必須になる。生体内ビタミンレベルの評価は、通常血漿や血清を用いた評価が行われているが、その妥当性、ならびにより適切な評価対象試料、試料採取時の取扱等に関する基礎的検討は十分に行われていない。

本研究では、ビタミンとして、ビタミンCと葉酸を取り上げ、その生体内レベルの評価を行う上での適切な生体試料（血漿、血小板、

リンパ球、好中球、口腔粘膜細胞）の選定、試料採取時の取扱等に関する基礎的検討を行い、その実地応用を行った。

B. 研究方法

ビタミンCは測定感度の高い電気化学検出器を装着したHPLC法により、葉酸はバイオアッセイ法により測定した。生体試料としては、血漿、血小板、リンパ球、好中球、ならびに侵襲性の低い口腔粘膜細胞を利用した。口腔粘膜細胞は歯ブラシで頬粘膜を軽く擦ることにより採取した。また、リンパ球、好中球、血小板は遠心操作により分離して調製した。

ビタミンC負荷後の血漿ならびに各種血球中のビタミンC濃度の経時変化（0, 1, 3, 5時間）ならびに経日変化（0, 1, 3, 7日）は、被験者に1日1gのビタミンCを負荷して検討した。経日変化の検討では、ビタミンCを朝、昼に各250mg、ならびに夜500mg、それぞれ食事時間に摂取させた。なお、被験者にはビタミンC等が含まれる飲料の摂取を控えさせた。測定した血球成分（血小板、好

中球、リンパ球)は、遠心法により分離調製し、ビタミンC測定試料とした。

実地応用は、長野、大阪、鳥取、沖縄の各地域で行った。ホモシステイン測定用に EDTA ナトリウムを用いて採血した 2 mL の血液からまずホモシステイン測定用の血漿を分離し、その残りの試料から血漿 0.04 mL を血漿ビタミンC測定用試料として直ちに分取し、さらにその残りの Buffy coat からリンパ球ビタミンC測定用試料を調製した。リンパ球はリンパ球分離剤 (フィコール) と携帯用卓上小型遠心器を利用した遠心法により調製し、最終的に 5% メタリン酸で固定して HPLC 用の試料とした。なお、以上のビタミンC測定試料は、ビタミンCの分解を防ぐため採血後低温で保存し、2時間以内に分離調製してビタミンC測定用の前処理を行った。試料はドライアイスで凍結して研究所に輸送して分析した。試料の一部は HPLC によるビタミンCの測定、残りはタンパク質の測定に用い、リンパ球ビタミンC濃度はタンパク質当たりで算出した。

葉酸の測定は、クロラムフェニコール耐性の *L. Casei* を利用したバイオアッセイ法により定量した。

(倫理面への配慮)

被験者実験は倫理面に十分配慮して遂行した。

C. 研究結果

口腔粘膜細胞は、低侵襲性のため、生体試料として幼児から高齢者にわたる調査研究に活用できる可能性が高い。昨年に引き続き、ビタミンCについて口腔粘膜細胞の採取方法、分析方法の改良を試みた。しかし、口粘膜細胞中のビタミンC濃度は血液細胞の約 1/100 のレベルとかなり低く、信頼できる値を得ることはできないと考えられた。

鉄は酸化を促進し、採血時の溶血はヘモグロビンを遊離して血漿ビタミンC濃度を低下

させる可能性がある。そこで血漿ビタミンC濃度に対する溶血の影響を検討したところ、溶血させた血液から調製した血漿ビタミンC濃度は溶血させていないときの約 70% のレベルであった。

一般に生体内ビタミンCレベルの評価試料としては好中球が適しているとされている。しかし、好中球の分離にはかなりの時間を必要とする。ビタミンCは極めて不安定であり、現実的に多くの対象を想定した評価試料には好中球は適していない。そこで、他の血球試料としてリンパ球や血小板を想定し、ビタミンC負荷後のその濃度の経時的ならびに経日的な変化を好中球や血漿と比較検討した。

図1に示したように、ビタミンC 1000mg を負荷した後のビタミンC (アスコルビン酸) の血漿濃度は約1時間後から有意に増加し、3時間後でプラトーになり、そのレベルは摂取前の約 1.8 倍であった。一方、血球成分である好中球、血小板、リンパ球中のビタミンC濃度は摂取5時間後まで有意な増加を示さなかった。ビタミンCを1日 1000mg、1週間連続摂取したときの影響についても同様に検討したところ、摂取3日から7日後において、各種血球中のビタミンC濃度も有意に増加した(図2)。好中球と血小板ならびにリンパ球において、ビタミンC負荷後の濃度変化には大きな差異がなかった。

リンパ球ビタミンC濃度の評価が実地応用可能な試料であるかどうかを、長野、大阪、鳥取、沖縄の4地域で検討した。ビタミンC評価に利用するリンパ球の調製法は問題なく実地応用可能であった。図3に示したように地域別ならびに年齢別にリンパ球と血漿のビタミンC濃度を比較したところ、両者には類似した傾向が認められた。一方、リンパ球と血漿にビタミンC濃度を地域別と全体で調べたところ、各地域別では両者に相関性はなかったが(図4)、全地域を合わせたデータでは弱いながらも有意な相関性が認められた(図

5)。各地域におけるビタミンCの摂取量と血漿とリンパ球のビタミンC濃度との関連は現在解析している。

葉酸に関する検討では、生体中でポリグルタメートになっている葉酸を切断するコンジュガーゼの検討を行ったが、コンジュガーゼ中に多量の葉酸が含まれるため、定量の障害になった。そこで、口腔粘膜の葉酸を定量する際のコンジュガーゼの選定、またコンジュガーゼが作用しているかどうかの確認を行った。バイオアッセイでは、グルタミン酸残基が3つ以下の葉酸は、問題なく定量できた。口腔粘膜を試料とした葉酸の定量には、さらにコンジュガーゼの作用条件等の詳細な検討が必要である。

D. 考察

ビタミンCを1回摂取した数時間後の血漿のビタミンC濃度は、著しく増加するが、血小板、リンパ球、好中球の濃度はほとんど変化しなかった。他方、連続1週間摂取した条件においては、血漿だけでなく血球のビタミンC濃度も増加した。以上の結果は、これまで報告されているように、日常のビタミンC摂取状態を把握するには、血球ビタミンCが適していることを示唆した。ビタミンCの摂取状態を反映する血球としては好中球が適していると考えられているが、好中球は単離操作に時間がかかり、必ず赤血球が混入するため溶血操作が必要になる。溶血操作はビタミンCの分解を早める可能性がある。好中球に比べて、リンパ球はより迅速に単離でき、また赤血球の混入が少ない。これらの事項から、生体内のビタミンCレベルを評価する血球成分としてはリンパ球が適していると考えられる。

リンパ球ビタミンC濃度の評価が実地応用可能かどうかを、長野、大阪、鳥取、沖縄の4地域で検討したところ、十分に実地応用可能であることが明らかになった。食事からの

ビタミンCの摂取レベルとの関連の解析は現在行っているが、日常のビタミンC摂取状態を良く反映すると考えられている好中球とリンパ球でビタミンC摂取後の変動に差異がなかった結果(図1と2)から推察して、リンパ球も日常のビタミンC摂取状態を良く反映すると考えられる。今年のパイロットスタディーの結果と同様に、今回も血漿とリンパ球のビタミンC濃度には強い相関はなかった。しかし、検体数が多くなると両者に有意な相関性があり、また、各地域のビタミンCレベルを年齢別、地域別の集団として評価すると、血漿とリンパ球のビタミンC濃度が良く対応していた。この結果より、個人でなく大きな集団として生体内のビタミンC濃度を評価するときは、一般によく行われている血漿ビタミンC濃度の評価でも大きな問題がないと考えられた。

E. 結論

実地応用可能な生体内ビタミンCレベルの評価手法に関する基礎的検討を行った結果、リンパ球ビタミンCが実地応用可能であった。また、各個人の生体内ビタミンCレベルの評価にはリンパ球が適していると考えられるが、集団が大きいとき、あるいは集団全体として評価するときは、通常測定されている血漿でもリンパ球でも評価結果に大きな差異がなかった。

F. 研究発表

1. 論文発表 なし

2. 学会発表

宮島孝明、瀧本秀美、杉澤彩子、吉池信男、真田宏夫、梅垣敬三：ヒトにおける生体内ビタミンCレベルの評価に関する基礎的検討。第56回日本栄養・食糧学会大会(北海道) 2002.07.21.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし

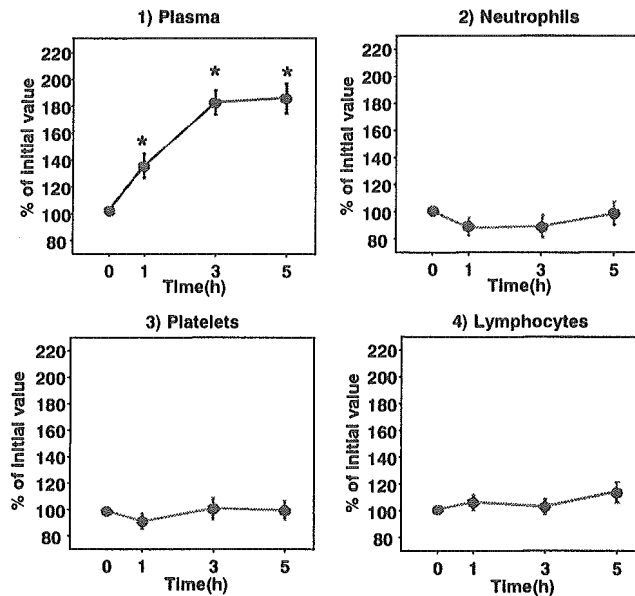


図1 ビタミンC単回摂取後の血漿、好中球、血小板、リンパ球のビタミンC濃度の変化
 被験者にビタミンCを 1000mg 摂取させ、摂取前、摂取 1, 3, 5 時間後の血漿と各種血球中のビタミンC濃度を測定した。それぞれのポイントと値は 8 人の平均値と標準誤差を表す。* : 摂取前の値と比べて有意な変化あり (p<0.01)。

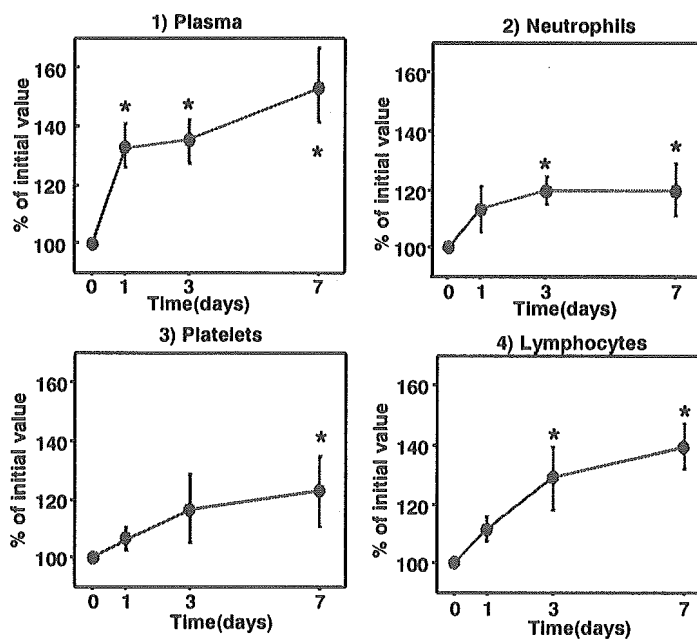


図2 ビタミンC連続摂取後の血漿、好中球、血小板、リンパ球のビタミンC濃度の変化
 被験者にビタミンCを 1日 1000mg 摂取させ、摂取前、摂取 1, 3, 7 日後の血漿と各種血球中のビタミンC濃度を測定した。それぞれのポイントと値は 10 人の平均値と標準誤差を表す。* : 摂取前の値と比べて有意な変化あり (p<0.01)。

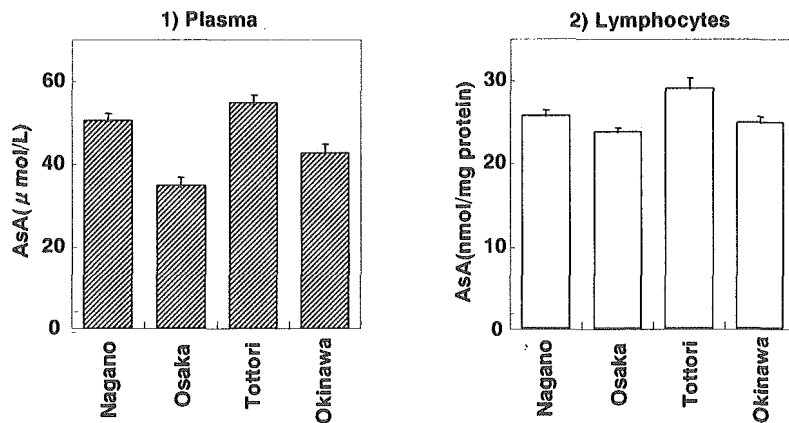


図3 血漿とリンパ球におけるビタミンC濃度の4地域の比較
血漿ならびにリンパ球のビタミンC濃度を4地域で比較した。

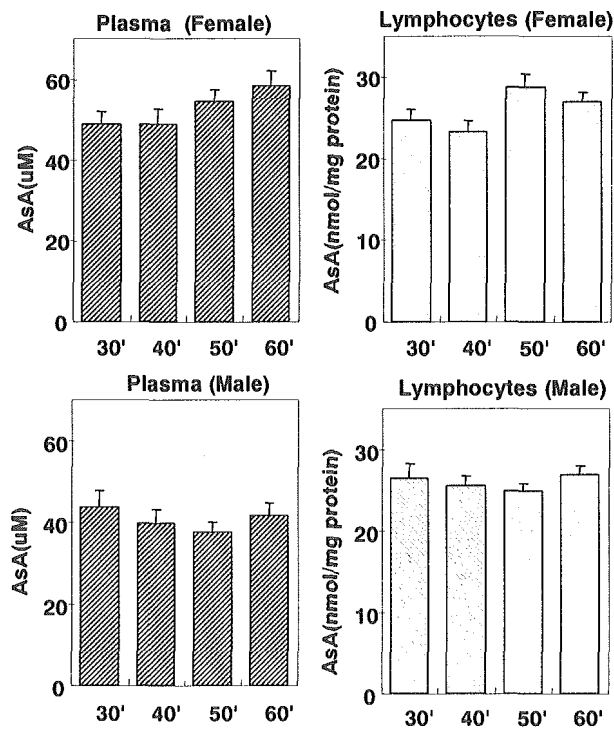


図3 血漿とリンパ球におけるビタミンC濃度の性別・年齢別の比較
4地域の血漿ならびにリンパ球のビタミンC濃度のデータを性別・年齢別に分類して比較した。