

ストレス実験食についての研究 (第2報)

—食事中のビタミンC及び大量ビタミンC投与によるストレスへの影響について—

塩入 輝恵, 飯島由美子, 斎藤 禮子,
三田 禮造**, 添野 尚子*, 苔米地孝之助*
(平成5年10月7日受理)

A Study of The Interactions between Stress and Diets

—Effect due to The Level of Vitamin C Intake on Thge Stressor-induced—

Terue SHIOIRE, Yumiko IJIMA, Reiko SAITO
Reizou MITA**, Naoko SOENO* and Kounosuke TOMABECHI*

(Received October 7, 1993)

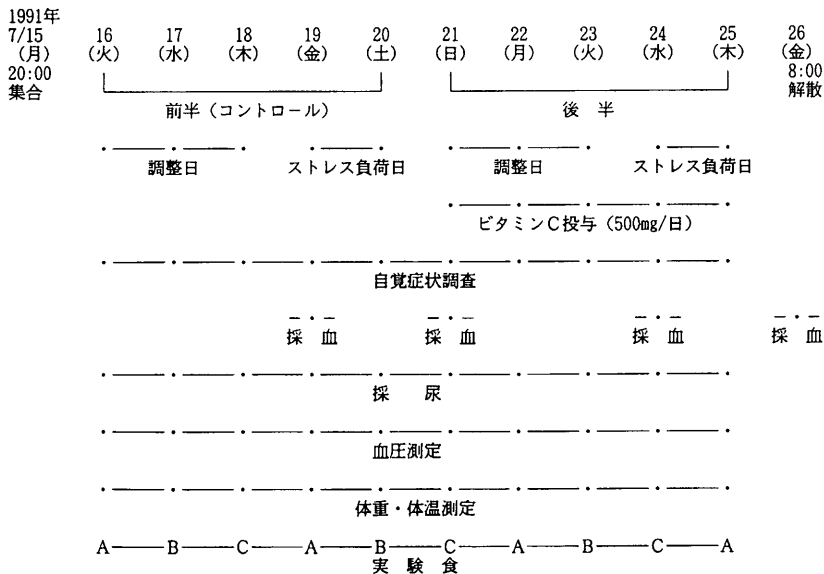
1. 緒 言

本研究グループは、ストレスに関する実験を1985年より継続し行っている。これらの実験、研究結果^{1)~4)}から栄養素とストレスとの関係について、緑黄色野菜の主成分の一つであるビタミンCに注目し、ストレス負荷における身体的及び精神的変化に及ぼす影響を見るための実験を1991年(以下'91とする)に行った。

本実験は表1に示すとおり、実験期間の前半はビタミンC50mgを含む食事を全員に給与し、後半に被験者ビタミンCを投与群と偽薬(酒石酸)投与群にグループ分けし、前者に500mgのビタミンCを投与しながらストレス負荷を行った際の自覚症状数や尿中カテコールアミン排泄量を観察し、この2群間の差を見たものである。

ストレス負荷は実験期間(10日間)の前半と後半の調整日後の4日目、5日目に、連続計算を午前・午後3時

表1 実験スケジュール表



栄養指導論研究室, * 公衆衛生学第1研究室,

** 弘前大学医学部公衆衛生学教室

間ずつの1日計6時間することとした。

本実験は、それぞれヘルシンキ宣言の趣旨に基づき、被験者には実験の目的及び手順についての説明をしたうえで行われた。条件は、本学園内での合宿により活動量を生活活動強度Iとし、栄養量は各々調整した食事から摂取させた。

本報は、この実験に用いた食事について、献立作成及び調理法、盛り付け、配膳、またこれを被験者に与え無理なく喫食させるための工夫について述べる。これに付随してこの食事のビタミンCの分析値結果と血液検査結果の一部を合わせて記す。

各個人で受けるストレスは様々であるが、ストレスがかかると共通に見られる現象は、胃潰瘍や十二指腸潰瘍など消化性潰瘍の発生や精神病、心臓病等の疾病を生ずることで、このような反応のメカニズムを系統だてて考え、研究をしたのは生理学者 H.セリエ⁹⁾ であることは広く知られている。

本実験にあたり、各栄養素を調整し、バランスのとれたの食事を基本に、被験者にできるだけ実験期間中の食事(朝・昼・夕・間食)をすることに於いてストレスの掛からぬよう、また被験者の身体、特に胃や腸に負担の掛からぬよう、食事献立を工夫した。

2. 方法

本実験において、目標とする栄養量に基づき作成した表2に示す3種類の献立A・B・Cを1サイクルとして調理を行い、これを被験者に給与し実験食とした。

被験者は本学・家政学部・栄養学科に在籍中の健康な女子学生で、平均年齢21.5歳、平均身長156.8cm、平均体重49.2kgの10名である。

実験期間は、平成3年7月16日から25日までの10日間で、前後の集合日と解散日を含めた表1に示す予定に従い、以下の方法で行った。

〔1〕献立作成

1. 栄養量(表3)：被験者の年齢及び生活活動強度にあわせ、日本人の栄養所要量⁶⁾から20歳代女子の栄養所要量を目標栄養量(エネルギー：1900~2000kcal, 蛋白質：60g, カルシウム：600mg, 鉄：12.0mg, ビタミンB₁：0.76~0.80mg, ビタミンB₂：1.05~1.10mg, ビタミンC：50mg, ビタミンA：1800IU, 食塩：10g)としてこれを満たすようにした。特にビタミンCについては50mg/日になるよう調整をした。

成分計算には、四訂食品成分表⁷⁾を用い、ビタミン類の調理による損失率は考慮せずに調整を行った。このため、使用食品中ビタミンCを多く含む野菜・果物類などは食品成分表で「生」の成分値を用いると、ビタミンC50mg/日調整に困難が生じたので予め調理法を工夫して、出来るだけ「茹で」など調理加熱後の成分値を用いるようにした。ビタミンAについては所要量を平均値で約280%上回っており、特にB献立では12481IUと高いがこの約75%をレチノールが占めていることと、βカロチンはA献立2999IU, B献立3090IU, C献立3961IUであったことを付け加えておく。

2. 食品群(表4)：この3種類の献立間に出来るだけ偏りが生じないように配慮した。A・B・C順に10日間くり返し実施するので、その平均をとると食品群間に偏りなく摂取できる。

苔米地⁸⁾が行った自覚症状などを指標とした、日常生活のストレスの実態調査結果をみると、疲労自覚症状訴え(スコア)の多い者は菓子類の摂取が多い。このことから、市販菓子を献立に取り入れることは避け、菓子、調味加工品類は0とした。但し、予め被験者より食嗜好を聞き出した要望には、菓子類や調味加工品などの食品が多かった。

3. 食事パターン：主食・主菜・副菜を基本とし、飲み物や汁物は、他の料理を食べやすくするため、必要に応じて加えた。

4. 調理形態：調理法や味付け、盛り付けなど、できるだけ和風・洋風・中華を交差させた。例えば、サラダのドレッシングは、内容により調味料の種類や分量に変化をつけた。

主食の形態については、朝食はパン類、昼食は丼物・皿物、夕食は米飯とした。これは、著者ら^{8),9)}が行った女子大生の食生活調査で、朝・昼・夕の食事パターン及び調理形態にみられた結果を参考にした。

5. 食品数：1日30食品を目標としてA献立では44品、B献立では50品、C献立では38品である。

6. 食塩：食事を全て摂取できるように食塩10gの配分を考慮した。

7. 間食：間食は手作りのデザートとした。

〔2〕調理

1. 調理に用いた食器器具類及び盛りつけに使用した器は、それぞれの献立においてすべて同じ食器器具を用いた。

表2 献立表

	A		B		C	
	料理名	食品名・量(g)	料理名	食品名・量(g)	料理名	食品名・量(g)
朝食	三色サンドイッチ ミルクティ ヨーグルト 果物	食パン90 マーガリン6 鮎水煮(缶)25 マヨネーズ6 プレスハム10 洋辛子0.2 きゅうり15 トマト20 マヨネーズ4 紅茶(浸出液)300 スキムミルク10 砂糖3 ヨーグルト(加糖)100 すもも100	トースト 鶏肉のチーズ焼き 合わせ野菜 牛乳	食パン100 マーガリン8 鶏肉(もも・成)70 醤油2 酒1.5 胡椒少々 プロセスチーズ10 キャベツ30 玉葱20 ミニトマト20 サラダ油4 酢8 塩0.5 胡椒少々 普通牛乳200	レーズンロール アサリのチャウダ ー* 野菜サラダ ヨーグルト	レーズンロールパン100 玉葱50 ジャガイモ30 バター3 小麦粉2 スキムミルク20 水180 アサリ水煮(缶)20 人参(茹)10 塩1 胡椒少々 きゅうり20 人参20 ホールコーン20 レタス20 サラダ油4 酢8 塩0.5 胡椒少々 ヨーグルト(加糖)100
昼食	卵どんぶり すまし汁 酢の物	米100 玉葱40 卵50 醤油(濃口)12 本みりん6 出し汁(鰹節・昆布)100 焼きのり0.1 大根20 さやいんげん10 塩1 醤油4 出し汁(鰹節・昆布)180 きゅうり35 干しわかめ2 しらす干し5 酢6 砂糖2	カレーチャーハン * スープ さわらのホイル焼 中華風サラダ	米80 人参20 玉葱30 サラダ油3 塩1 カレー粉0.8 酒4 グリンピース3 豚レバ-20 サラダ油2 砂糖3 菊水煮(缶)15 干しわかめ0.5 塩0.5 固形コンソメ1 水180 さわら60 えのき茸5 バター5 醤油3 パセリ1 もやし(ｱｯｸｱｯｸ・茹)50 きゅうり20 人参20 サラダ油2 ごま油0.5 酢3 醤油1 胡椒0.5	炊き込みご飯* すまし汁 ひじきの炒り煮* パイナップルジ ュース	米100 菊水煮(缶)10 干し椎茸4 人参25 ごぼう15 油揚げ12 醤油12 出し汁90 卵25 サラダ油0.5 さやえんどう(茹)10 きす20 三葉0.5 醤油2 塩0.8 出し汁180 干しひじき5 人参10 板こんにゃく20 サラダ油1.5 砂糖3 醤油4 出し汁40 パイナップルジュース(100% 果汁)100 氷50
夕食	米飯 青菜のコンソメ スープ ハンバーグ* 人参グラッセ コーンとピースの ソテー ポテトフライ 冷や奴豆腐	米80 小松菜(茹)30 塩0.5 固形コンソメ2 水180 牛挽き肉35 豚挽き肉35 干しひじき1 卵10 パン粉10 サラダ油3 トマトピューレ10 ウスターソース4 人参35 砂糖3 バター5 水50 グリンピース(缶)15 ホールコーン(缶)25 ジャガイモ30 胡椒少々 サラダ油8 豆腐(絹ごし)90 鰹節1 醤油4	米飯 てんぷら 茶碗蒸し 切干大根と雑魚の 白煮*	米80 きす25 なす60 獅子唐辛子2 人参10 玉葱30 小麦粉10 卵8 水15 サラダ油10 醤油7 砂糖0.5 本みりん 8 酒4 出し汁30 大根20 卵30 醤油5 本みりん3 出し汁90 干し椎茸1 蒸しかまぼこ10 ぎんなん5 みつば0.5 切干大根7 人参10 しらす干し8 サラダ油5 砂糖5 酒4 醤油5 出し汁50	米飯 中華スープ 芝海老のあんかけ * サラダ	米80 にら(茹)10 卵25 醤油2 塩0.7 出し汁180 芝海老80 生姜6 片栗粉3 酒4 サラダ油8 干し椎茸3 人参30 玉葱30 醤油5 砂糖1 酢8 酒3 出し汁150 片栗粉5 水15 豚肉(もも脂肪無)30 大根30 きゅうり20 トマト30 焼きのり0.1 サラダ油4 酢8 醤油6
間食	寒天寄せ	りんご40 干しぶどう2 寒天1 砂糖6	あんみつ	寒天1 バイナップル(缶)7 白桃(缶)15 黒砂糖15 ゆであづき(缶)30 さくらんぼ10	牛乳かん	寒天1.4 牛乳40 砂糖13 白桃(缶)15

表3 目標栄養量及び調整栄養量

栄養量	エネルギー kcal	蛋白質 g	カルシウム mg	鉄 mg	ビタミンB ₁ mg	ビタミンB ₂ mg	ビタミンC mg	ビタミンA IU	食塩 g
献立 A	1940	72	616	11.0	1.54	1.27	49	3442	10.4
献立 B	1889	78	623	13.5	0.75	2.02	50	12481	10.4
献立 C	1872	74	830	14.1	1.04	1.51	50	4424	11.0
平均栄養量	1900	75	690	12.9	1.11	1.60	49.7	6782	10.6
目標栄養量	1900 ~2000	60	600	12.0	0.76 ~0.80	1.05 ~1.10	50	1800	10.0

表4 食品群別摂取量

食品群	(g)		
	献立 A	献立 B	献立 C
穀類	280.0	270.0	282.0
いも・でんぷん類	30.0	0.0	55.0
砂糖・甘味類	12.0	8.5	16.0
菓子類	0.0	0.0	0.0
油脂類	17.0	34.5	14.0
種実類	0.0	5.5	0.0
豆類	90.0	0.0	12.0
魚介類	31.0	103.0	120.0
獣鳥鯨肉類	80.0	90.0	30.0
卵類	60.0	38.0	50.0
乳類	115.0	215.0	163.0
野菜類	225.0	358.5	281.5
果実類	142.0	0.0	115.0
きのこ類	0.0	6.0	7.0
藻類	22.1	5.0	1.5
嗜好飲料類	306.0	24.5	19.0
調味料・香辛料類	53.1	38.7	50.0
調理加工品類	0.0	8.0	0.0

2. 調理に要した時間は、3種類の献立ともなるべく同じ程度の時間とした。

3. 成分計算において「茹で」等の成分値を用いた食品は、調理後に正しく秤量した。

4. 調理、盛り付けについては被験者がそれぞれ同一の量になるよう十分に注意をした。使用食品が2品以上で合わせて加熱をする料理(表2中*)は、それぞれの食品を鍋に分け、使用調味料を適当に配分し、加熱後、煮汁を含む材料を被験者人数に応じて正確に秤量し、器に盛りつけ合わせた。

5. 盛り付け、配膳の際、適温(保温、保冷)¹⁰⁾に注意した。保温については汁物など配膳直前に適温になるよう、加熱開始時間を調節した。保冷については、実験期間が気温の高い時期であることを考え、例えばサラダなどは美味しく喫食できるように配膳直前まで、器に盛り付けた状態でラップをして冷蔵庫内に保存し、適温に心掛けた。

6. 盛りつけた料理、汁、ソースを含めて全て喫食させるため、調味料はなるべく具にしみ込ませるよう、調味料と具の加熱は充分に行った。

〔3〕喫食

1. 残食のないように第1回目の喫食前に、盛り付けられた食品全てを摂食するよう説明をした。

2. 喫食時刻:調整日は、朝食7時30分、昼食12時、夕食18時30分、間食15時で、ストレス負荷日は、朝食8時30分、昼食12時、夕食18時30分、間食15時30分であった。

3. 結果及び考察

〔1〕ビタミンCの計算による成分値及び実際の分析値
 ビタミン類の調理による損失についての実験や研究は、古くから行われている。杉田¹²⁾は調理による食品の変化について検討し、ビタミンCは、熱・アルカリ・酸素・光・酵素に対し不安定であり、その損失率はそれぞれの条件により若干異なるものの、かなり高い値を示すものであるとしている。

また、日本女子大学食化学研究室¹²⁾が示す調理によるビタミンCの損失（残存率）表をみると、食品の種類や調理操作の違いなどでもこの値がかなり異なっている。例えば、もやしと里芋を茹で比べた場合の食品中のビタミンC残存率は、もやしは10分間で15%、さといもは20分間でも92%で、食品によるビタミンCの損失の差が伺える。ただし、「茹で」た場合、酸化による損失があるものの、溶出による損失が主であり、この場合里芋は分析値の記載はないが、もやしは52%である。

本実験食は様々な調理操作を用いて行ったことから、やはり調理によるビタミンCの損失がある程度あったものと考えられる。このため、摂取したビタミンC量を正確に知るため、調理後の食品をすべて容器に詰め、財団法人日本食品分析センターに依頼した結果は次の通りであった。

献立上成分値計算においてビタミンCを50mg/日に調整したが、調理後、つまり喫食直前の食品分析結果は、A 献立32.1mg (62.4%)、B 献立33.9mg (67.8%)、C 献立51.15mg (102.3%)であった。A及びB 献立については、調理後のビタミンC残存率がほぼ同量であるが、C 献立は成分計算値を2.3%上回っている（図1）。これら3 献立の分析値の平均は39.05mg (78.1%)である。

栄養量調整の際、その成分計算には食品により成分表の加熱処理後の成分値を用い、さらにこれを調理に使用したにも関わらず、A及びB 献立のビタミンC残存率が65%前後、C 献立は成分計算値を2.3%上回り、計算による成分値と分析値との間に誤差が生じたことは、使用した食品や調理操作等に関係するものと考えられる。つまり、一つには食品成分表に掲載されている成分値は、注釈にもあるように標準的なサンプルから得られた分析をもとに文献等を参考に評価して行っていること、もう一つは調理によるビタミンCの損失率は一般的には約50%とされているが、前述ように多様な調理操作を行った

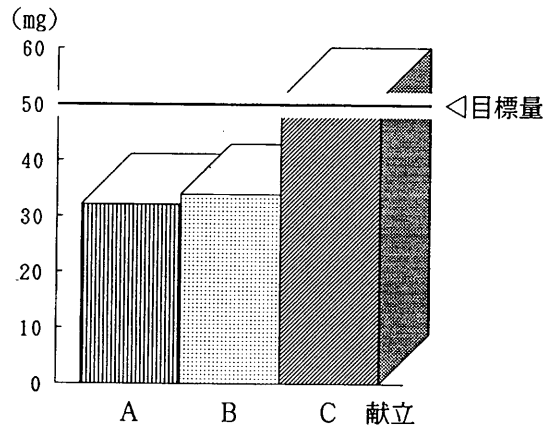


図1 食品中のビタミンC量（分析値）

こと。特にC 献立の場合、具体的に次のようなことが考えられる。

朝食の「アサリチャウダー」（表2）に用いたジャガイモについて、いも類に含まれるビタミンCは多く、調理による損失も少なく比較的安定していること、このジャガイモの下処理に、電子レンジを使用したこと、食品の電子レンジでの処理¹³⁾は、他の調理操作に比べ食品中のビタミンCの損失が少ないという利点をもっている。「野菜サラダ」について、ビタミンCは、人参やきゅうりに含まれているアスコルビナーゼ¹⁴⁾という酵素により酸化が促進されるが、レタスにはこのアスコルビナーゼのはたらきを抑制する物質¹⁵⁾が含まれており、生の状態でこれらの食品を共に盛り付けた場合、その相互作用によりビタミンCの損失率は低く抑えられたと考えられる。

昼食の「炊き込み御飯」（表2）は、盛り付けの際、被験者各々の器内の食品が偏らないように具は、材料ごとに鍋に分け調味料を加え調理を行い、それぞれ被験者の人数で総重量を分け、別に炊いた米飯と合わせた。具の煮汁も各々に分注したので、煮汁に溶出したビタミンCも摂取したと考える。これは夕食の芝海老のあんかけについても同様である。飲み物の「パインアップルジュース」（表2）については、市販品を用いたので成分表の値との差が、他の使用食品に比べ最も大きいのではないかと、またビタミンCは酸化防止剤として食品に

添加される¹⁶⁾ことが少なくないが、これに多少の含有があったのではないかと考える。

(2) 血液検査(血清ビタミンC濃度)

実験期間中(表1)前半、後半ともストレス負荷日の前後に採血を行い、血液にある血清ビタミンC濃度¹⁷⁾の測定(ヒドラジン法¹⁸⁾による)行った結果、図2に示すとうりであった。すなわちビタミンC投与群と偽薬群とも個人差はあるものの、両群ともストレス負荷によって血清ビタミンC濃度はやや減少した。また後半では、ビタミンC投与群は当然のことではあるが、血清ビタミンC濃度は著しく上昇したのに対し、偽薬群の血清ビタミンC濃度は減少を続けた。このことから、スト

レス状態において大量のビタミンC投与は有効であるが、ビタミンC量約40mg/日の食事は、血液中の血清ビタミンC濃度を維持するためには必ずしも充分ではない事が考えられる。

5. まとめ

本実験は、ストレス負荷による身体的、精神的変化に及ぼすビタミンCの影響をみるため、実験期間中の食事を調整したが、特に50mg/日にビタミンC量を調整することを重点に献立作成及び調理方法を工夫した。ビタミンCについては調理後の分析結果をみたが、この結果にみる成分計算値と実際の摂取量の差は大きく、改

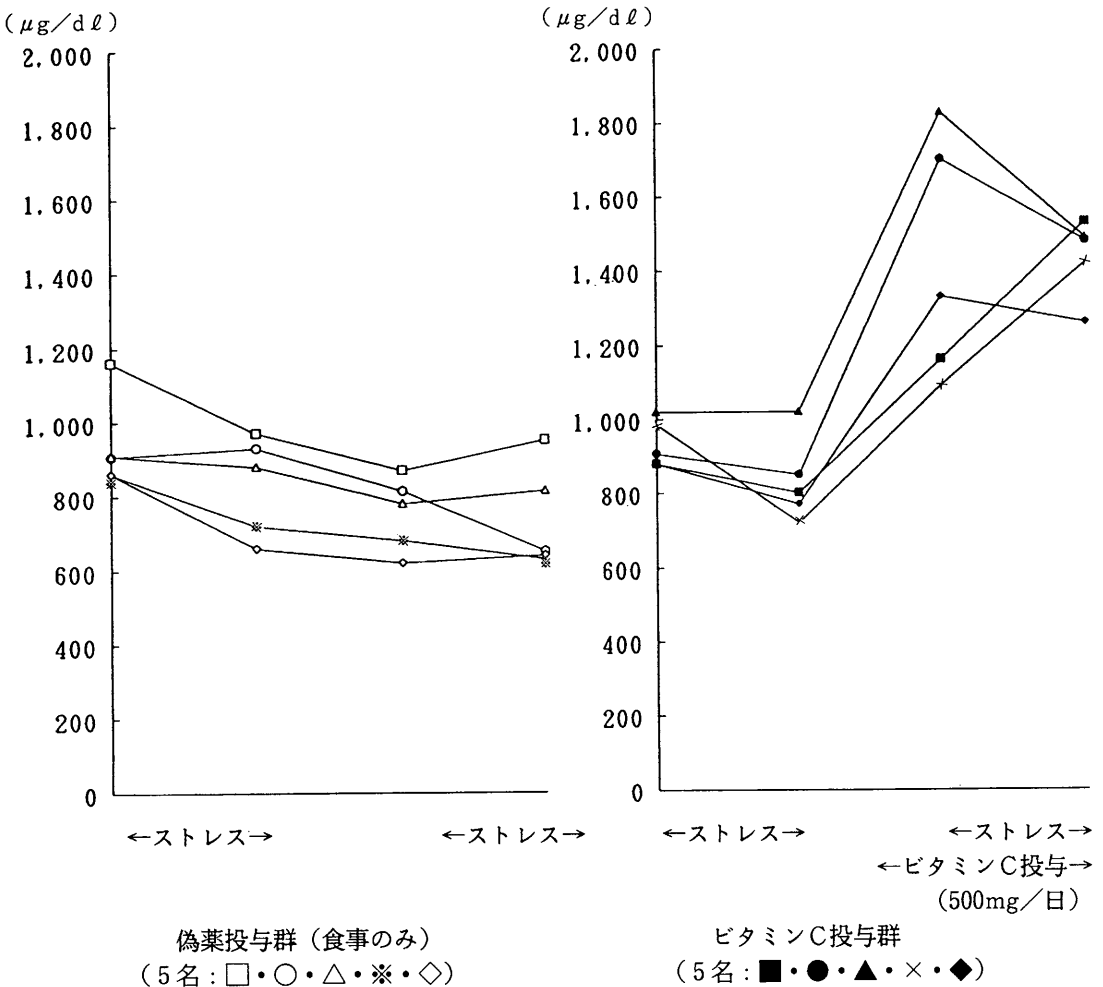


図2 血清ビタミンC濃度の変化

めて調理操作によるビタミンCの損失の重要性を認識した。従ってストレス実験におけるビタミンC制限実験食を実施するにあたっては次のような考慮が必要であることを感じた。

- (1) 出来るだけ日常の健康的な食生活に合わせるように、多くの食品を用い、主食・主菜・副菜を揃え、味付けに変化をもたせ、被験者の嗜好もある程度考慮することを基本とする。
- (2) ビタミンCの損失率は一般に50%とされているが、調理方法及び処理時間の違いによりその比率は異なるため、成分計算は出来るだけ食品「生」の成分値を用い、さらに献立それぞれの調理方法、時間における損失を考えること。
- (3) 調理操作は、本実験食のようなサイクルメニューを用いる場合、同じ献立には同じ調理器具を用い、調理法及び調理時間など一定とし、出来るだけ同じ調理員が行うことが望ましい。
- (4) 正確な盛り付けについては、少量ずつ食材料を混ぜ合わせて使うような献立では、被験者ごとに等分に合わせることはかなりの時間を要し困難である。このため、献立作成の際はこうした献立を省くこと。
- (5) 喫食の際は被験者に残食のないように説明をし、全て喫食したことを確認すること。

6. 要 約

本研究はストレス負荷における身体的及び精神的变化に及ぼすビタミンCの影響を、特に食事面から観察した。実験食は、栄養所要量を充足させつつもビタミンCについては50mg/日になるよう調整した。この条件に見合う献立作成及び調理、盛り付け、被験者への給食を工夫し実施した。

1. 献立作成について

- (1) 目標栄養量に基づき、1サイクル、A・B・C3種類の献立を作成し給与した。特にビタミンCは50mg/日に調整した。栄養量計算には、四訂食品成分表を用いて行ない、野菜・果物類は加熱処理後の成分値掲載のある食品についてはこれを用いた。
- (2) 食品群は、出来るだけ3献立に偏りなくし、菓子類及び調味加工品類は取り入れず、食品数を1日30食品を目標に出来るだけ多くした。
- (3) 食事パターンは、主食・主菜・副菜を基本とし、調理形態は、和風・洋風・中華風を交差させ取り入れた。

主食形態については、朝食にパン類、昼食に丼物、夕食に米飯を用いた。間食は手作りのものとした。

2. 調理、盛り付けについて

- (1) 各々の献立において全て同じ食器器具を用い、所要時間も同様とした。
- (2) 使用食品が2品以上のものは別々の調理器具に入れて調味料を配分した後、加熱調理した。調理後これを被験者ごとに同量に分けそれぞれを合わせて器に盛り付け合わせた。調味料や材料の加熱は、喫食を促すため充分に行った。調理後は適温に保つため、温食のものは加熱時間を調節し、冷食のものは冷蔵庫を利用した。

3. 喫食について

食事時間を定め、被験者には残食のないよう全てを摂食するよう、第一回目の喫食前に説明をした。

4. 調理後の分析値について

この実験食中のビタミンC量は、栄養量調整時の成分計算値の約78%であった。

5. 血液検査について

以上のような食事を実施をしながら実験を行なった結果、ビタミンC投与群では血清ビタミンC濃度は著しく上昇したが、偽薬群では実験期間中常に血清ビタミンC濃度の低下がみられた。

〔謝辞〕

報告を終えるにあたり、本実験にご協力を頂いた本学の家政学部栄養学科の学生に深謝いたします。

引用文献

- 1) 三田禮造, 苫米地孝之助, 山口功, 添野尚子, 小林修平, 西牟田守, 清水盈行, 大木和子, 栗原和美: 栄養学雑誌, 49, pp.63~74 (1991)
- 2) 苫米地孝之助, 大木和子, 栗原和美, 泰磨正, 文谷知明, 鎌田豊数, 清水盈行, 三田禮造, 山口功, 斎藤芳枝, 吉原富子, 南雲葉子, 尾関幸子, 西牟田守, 橋本勲, 小林修平: 栄養学雑誌, 50, pp.69~78 (1992)
- 3) 猪俣美知子, 三田禮造, 苫米地孝之助, 添野尚子, 小林修平, 清水盈行, 大木和子, 矢野和美: 栄養学雑誌, 50, pp.145~152 (1992)
- 4) 添野尚子, 苫米地孝之助, 三田禮造, 猪俣美知子, 小林修平, 清水盈行: 栄養学雑誌, 50, pp.153~163 (1992)

- 5) Selye,H.: The general adaptation and the diseases of adaptation, *J.Clin Endocrinol.*, 6, 117~230 (1946)
- 6) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：第四次改定日本人の栄養所要量，第一出版（東京），1989, pp. 8~9
- 7) 科学技術庁資源調査会：四訂食品成分表，実教出版（東京）
- 8) 塩入輝恵，宇和川小百合，関口紀子，斎藤禮子：東京家政大学研究紀要，27, pp.243~249 (1987)
- 9) 塩入輝恵，関口紀子，宇和川小百合，斎藤禮子：東京家政大学研究紀要，28, pp.71~79 (1988)
- 10) 飛田せつ子他：臨床栄養，64, PP.159~162 (1984)
- 11) 杉田浩一：調理の科学，医歯薬出版（東京），1984, pp.58~275, pp.249~255
- 12) 日本女子大学食物学研究室：理論実際調理科学，朝倉書店（東京），1984, pp.28~31
- 13) 肥後温子：調理科学，21, 128 (1988)
- 14) 桜井芳人：総合食品事典，同文書院（東京），1988, pp.13~14
- 15) 福場博保他：栄養と食糧，32, 383(1979)
- 16) 岸真之輔：1987年版食品添加物便覧，食品と科学社（大阪），1987
- 17) 小林修平他：最新栄養学第6版，建帛社（東京），1992, p.212
- 18) 日本ビタミン学会：ビタミン学実験法 II 水溶性ビタミン，東京化学同人（東京），1985, pp.11~13