

平成16年度厚生労働省科学研究費（循環器疾患等総合研究事業）
日本人の食事摂取基準（栄養所要量）の策定に関する研究
主任研究者 柴田 克己 滋賀県立大学 教授

IV. 研究協力者の報告書

3. 糖尿病患者に対するエネルギー制限食における水溶性ビタミンの摂取量の検討 研究協力者 福井富穂 滋賀県立大学 助教授

研究要旨

近年糖尿病は増加の一途をたどっており、糖尿病重症化予防あるいは発症予防対策が急務となっている。糖尿病の治療は大きく食事療法、運動療法及び薬物療法があり、そのなかで食事療法は療養の基本となっている。この食事療法は1日に摂取する食事のエネルギー制限が中心であり、長期にわたる療養ではビタミン、ミネラルなど微量栄養素が不足すると考えられることから病院において実際に提供されている食事の各栄養素について検討することとした。滋賀県内の病院のうち糖尿病治療を行っている施設を対象にアンケート調査を行うとともに実際の糖尿病食について微量栄養素と栄養所要量とを比較し、さらに、1600kcalの食事から1200kcalの食事へとエネルギーを下げていくことによって各栄養素がどのように変化するか検討した。その結果、エネルギー量が低くなると使用食品量が少なくなり、必然的に微量栄養素量は低下した。また、交換表に基づいて1600kcalから献立を展開し1200kcalとした場合と1200kcalを基準にした献立を比較したところ、交換表に基づいて展開していくと蛋白質の減少に伴い、リン、ナイアシン、ビタミンB6、パントテン酸が有意に低下した。とくに表1（穀類）と表3（肉、魚、卵、豆腐）を減らす場合には肉よりも魚で微量栄養素の減少率は大きかった。病院では食事調製作業上の制約から指示エネルギー量の誤差を認めていることもあり、特定の栄養素摂取に影響を及ぼしていると考えられ、献立、食品の選択を工夫するとともに点滴やサプリメントの活用なども配慮する必要がある。

A. 目的

厚生労働省が 2002 年に実施した糖尿病実態調査によると、わが国には現在糖尿病患者が推定 740 万人、疑いのある者をいれると約 1620 万人に及ぶといわれている。¹⁾ このうち継続的に治療を受けている患者は推計 228 万人、うち入院患者は約 34 千人で、平均在院日数は 42.3 日である。²⁾

糖尿病は成因によって、1 型、2 型、特定の原因によるその他の型及び妊娠糖尿病に分類されており、わが国の糖尿病は、その大半が過食と運動不足による 2 型糖尿病で糖尿病患者全体の 90~95% を占めている。糖尿病の治療は食事療法、運動療法及び薬物療法の 3 つに分けられ、病状、病態によってそれぞれを組み合わせで行われている。特に食事療法は治療の基本となるもので、適正な食事摂取量を守ることは良好な血糖コントロールを維持し、合併症を予防するためにも重要視されている。

食事療法は、①適正なエネルギー摂取量を、②適正なエネルギー比率とビタミン、ミネラル、食物繊維の適正補充により栄養バランスをとり、③ゆっくりとよく噛み、④規則的な食習慣をつくる、ことが原則とされている³⁾。

糖尿病の食事療法は、食事に由来する栄養素が代謝される過程においてインスリンの体内需要量の抑制という観点から摂取エネルギーを制限している。このエネルギー量の算出には性、年齢、身長、肥満度、生活活動量、血糖値、合併症の有無などに配慮することが必要であり、一般的には下記のように標準体重と生活活動量によって計算している⁴⁾。

1 日の必要エネルギー量(kcal)

=標準体重(kg)×生活活動量(kcal)

標準体重(kg)は BMI (身長(m)×身長(m)×22) から算出し、生活活動量(体重 1kg あたりの必要エネルギー量)は軽労働の場合(デスクワークが主な人・主婦など) 25~30kcal、中労働の場合(立ち仕事が多い職業) 30~35kcal、重労働の場合(力仕事の多い職業) 35~40kcal が用いられている。また、肥満者や高齢者では生活活動強度を低くするなど個人の特性や症例ごとの病態も考慮している。

栄養食事指導など糖尿病患者教育には「糖尿病食事療法のための食品交換表」(日本糖尿病学会編)が推奨されている。この

交換表は指示エネルギー量のなかで蛋白質、脂質、炭水化物をバランスよく摂取できるよう 1 単位 80kcal として日常的な食事内容や常用量を参考に作られている。また、食品群など栄養成分が等価値である食品を互いに交換できるよう構成され、エネルギー量の管理に有用である。

一方、体内におけるエネルギー代謝、特にブドウ糖の代謝には補酵素としてビタミン B1, B2, ナイアシン, パントテン酸など、主に水溶性ビタミンである B 群が関与している。また、糖尿病患者の血中ビタミン濃度はビタミン C が健常人より低値で、潜在的 B1 欠乏状態にも陥りやすいという報告⁵⁾や、海外においてもコントロール不良の糖尿病患者で尿中ビタミン B 排泄が増加していたという報告⁶⁾がなされている。さらに、ミネラルについても糖尿病患者では不足しやすく、食事性の Mg 欠乏はインスリン感受性を低下させることが報告されている⁷⁾。

糖尿病の食事療法においてもビタミン、ミネラルなどの微量栄養素は健常人と同じく 1 日の所要量を摂取することとされており⁹⁾、通常の経口摂取をしていれば所要の微量栄養素は摂取され、欠乏状態に陥ることはないと考えられていた。しかし、糖尿病などの慢性疾患に対する食事療法では、長期にわたってエネルギー制限などが行われ、食品の選択や調理方法が制限されるため、これらの欠乏症のリスクが増大することが推測される^{10,11)}。

そこで本研究では、病院において実際に提供されている糖尿病食のエネルギー制限食における微量栄養素量について検討することにした。

B. 日本食品標準成分表と食品交換表の特徴

病院をはじめ集団給食施設などにおいては食事の栄養価の算定には 5 訂日本食品標準成分表が用いられている。

1. 日本食品標準成分表

日本食品標準成分表は、国民が日常摂取している食品の一般成分、無機質、ビタミンなどの成分値を示しており、現在は、平成 12 年に改訂された科学技術庁資源調査会編の「5 訂日本食品標準成分表」(以下成分表という)が公表されている¹²⁾。この成分表に収載されている食品数は 1882 食品、成分項目は 36 項目で、わが国において常用される食品の年間を通じた全国的な平

均値を、1食品1標準成分値を原則として可食部100g当たりの数値で示している。また、調理後の成分値や、調理に伴う重量変化率も示されているが、病院等で栄養価を算出する場合には、生の食品の成分値が用いられている。

2. 糖尿病食事療法のための食品交換表

糖尿病治療の基本である食事療法の媒体として、昭和40年に日本糖尿病学会から第1版が出版され、その後国民栄養調査の結果や日本食品標準成分表の改訂を踏まえ、現在では平成14年に作成された「糖尿病食事療法のための食品交換表 第6版」（以下交換表という）が利用されている。交換表は、食品中に主に含有している炭水化物、蛋白質、脂質、ビタミン、ミネラルなどの栄養素成分の類似しているものを4群6類「表1～表6と付録」に分類している。各表の1単位のエネルギー量は80kcalと定められており、1単位にあたる食品重量が示されているため、複雑な計算をしなくても適正エネルギー量で、栄養バランスのとれた糖尿病食の献立作成ができるものである。

食品分類表は表1に示すとおり食品の群、表、種類の他に各表の1単位（80kcal）あたりの炭水化物、蛋白質、脂質の平均含有量（g）も記載されている。献立の立案時には、摂取エネルギー量から単位数を決定し、表1～表6ごとに必要な単位を栄養のバランスを考慮して3食の食事と2回の間食（食間の補食）に配分する。交換表には、1日当たりの必要エネルギーとして15単位

（1200kcal）、18単位（1440kcal）、20単位（1600kcal）及び23単位（1840kcal）の指示単位（指示エネルギー量）に基づく配分例が示されている。この交換表を用いた1日指示エネルギー量、単位配分及び3大栄養素配分比は、表2に示すように糖尿病患者に対する食事療法の実践に役立つよう配慮されている。

C. 方法

1. 調査対象

滋賀県内医療施設のうち糖尿病治療を行っている病院を対象に、実際に提供された糖尿病食（1200kcal～1600kcal）の献立を四季（2003年11月、2004年2月、5月、8月の各月における連続した3日間）別に収集

した。

2. 各エネルギーの平均栄養素含有量の算出

病院で実際に提供された1200kcal～1600kcalのエネルギー量別献立について、1日当たりの栄養価を成分表に基づいたエクセル栄養君 ver.3.0 を使用し算出した。

3. 各エネルギーにおける微量栄養素の所要量に対する充足率

糖尿病で入院している患者の多くが壮・老年期にあたる50～69歳であること、女性より男性の栄養所要量が高値を示すことより、基準値とした栄養所要量は、厚生労働省により示されている「一般食患者の栄養所要量」¹³⁾及び「第6次改定日本人の栄養所要量」¹⁴⁾の50～69歳代、男性の値を用いた。これを各エネルギー別に算定した平均栄養素含有量と比較して栄養素の充足率とした。

4. 交換表モデル献立

交換表に記載されている1600kcalの献立を交換表の指示に則り、1440kcal、1200kcalの献立を作成したものについて成分表を用い各栄養素含有量の算出を行った。

5. 分析方法

各栄養素摂取量の結果は、平均±標準偏差（SD）で示し、有意差の検定は一元配置分散分析（多重比較）、t検定により行い、危険率 $p<0.05$ を有意差ありと判定した。なお解析にはSPSS 11.5 for Windows(2002)を使用した。

①指示エネルギー別に全体の平均、充足率を求め、指示エネルギー量を目的変数として各栄養素の比較を行った。

②全体で充足率が低値を示したものについては、Microsoft Excel を使用してヒストグラムを作成した。③交換表に準じて表1、2のみ減らす炭水化物群（表1と表1、2）と、表3、4も同時に減らす蛋白質群（表1、2、3と表1、3と表1、4）に分け、同様に各栄養素の平均含有量、充足率を求めると同時に、指示エネルギー量1600kcalのときの値を100とし、食事エネルギーごとに展開した後の値について変化率を求め、指示エネルギー量を目的変数とし比較を行った。

④指示エネルギー量ごとに分け、四季を目的変数とし比較を行った。

⑤さらに、交換表の「表3」量の減少に

対する影響をみるため、指示エネルギーと誤差の少なかった病院の 1600kcal 献立を基に交換表に則り 1200kcal にした献立(以下 a 献立という)と、実際に病院で提供された 1200kcal の献立との比較を行った。表 1 のみで展開する病院 (E) と、表 1, 2 とともに表 3 を減らす病院 (G) を対象とした。

⑥また、「表 3」の食材の種類による影響をみるため、1600kcal から交換表に則り魚を減らし 1200kcal にしたもの、肉を減らし展開したもの、米だけを減らしたものについて、それぞれ 1600kcal の食事と比較し、1200kcal において 3 つの展開方法を目的変数として比較した。

D. 全体の把握

1. 結果

①アンケート結果

11 施設のうち、交換表を使用していると答えた病院は 6 施設あった。「献立立案時にビタミン、ミネラルに配慮しているか」という質問に対し、配慮しているのは 7 施設あり、食糧構成上の単位配分で各表に分類するなどの配慮を行っているという回答があった。配慮をしていない病院は今後の検討課題であるとしていた。院内食事箋規約に従って献立を作成している施設においてビタミン、ミネラルの所要量も満たすよう配慮していると回答されていた。

②季節による各栄養素含有量の差

1200kcal～1600kcal の 5 つの指示エネルギー別に、それぞれの季節 (2 月, 5 月, 8 月, 11 月) により献立内容や栄養素含有量に差があるか調べたが、季節ごとの差は認められなかった。

③エネルギー量と 3 大栄養素配分比 (以下 P F C 比という)

病院別のエネルギー量調整方法は表 3 に示すとおり、交換表の表 1, 表 1 と 2, 表 1, 2, 3 及び表 1 と 4 によって減らすなど複数の方法が用いられている。病院ごとの指示エネルギー量と実際に提供された献立のエネルギー量は、平均が指示エネルギー量 1600kcal で 1670 ± 64 kcal (8 病院, 96 食), 指示エネルギー量 1500kcal で 1566 ± 70 kcal (3 病院, 36 食), 指示エネルギー量 1400kcal で 1485 ± 71 kcal (9 病院, 105 食), 指示エネルギー量 1300kcal で

1361 ± 46 kcal (2 病院, 24 食), 指示エネルギー量 1200kcal で 1252 ± 55 kcal (11 病院, 129 食) となった。指示エネルギー量と 0.5～1 単位 (40～80kcal) ほどの差があり、その幅は病院によって異なっているが、上回っている施設が多くみられた。糖尿病食 1200～1600kcal の四季献立の平均の P F C 比は図 1-1, 1-2 に示すとおり、エネルギー量が低くなるにつれ、蛋白質、脂質の割合が増加し、炭水化物は減少する傾向にあり、指示エネルギー量の P F C 比より糖質の割合は高くなっていた。

④微量栄養素摂取量

各指示エネルギー別の平均栄養素含有量と充足率は表 4 に示すとおり、各微量栄養素の平均値はエネルギー量に比例して低下する傾向にあった。1600kcal と 1400kcal を比較すると 1400kcal で蛋白質、リン、パントテン酸が有意に低下していた。1200kcal では脂質、ビタミン B1, ナイアシンが低値を示した。また、ビタミン B6 は 1500kcal と 1200kcal 間で有意差がみられた。(p < 0.05)

ビタミン B1, B6 の充足率は 1600kcal において 80%を下回り、一方、ナイアシン、ビタミン B12, 葉酸、パントテン酸、ビタミン C の充足率はどの指示エネルギー量においても 100%以上あり、ビタミン B12 と葉酸は 150%以上となっていた。

⑤指示エネルギー量 1200kcal, 1600kcal のヒストグラム

指示エネルギー量 1200kcal において、充足率が低値を示した代表的なビタミンについてヒストグラムを作成し栄養所要量と比較検討した。その結果は図 2-1, 2-2, 2-3 に示すとおり、ビタミン B1 の平均含有量は 0.60mg であったが、0.45～0.50mg の間に最も多く分布し、栄養所要量は平均含有量 +2SD 値よりさらに高値となっていた。ビタミン B6 も同様に平均 1.17mg で 1.1～1.15mg のところで最も多い分布となった。ビタミン B2 は平均値の周辺に多く分布しており栄養所要量は平均含有量 +2SD 値より高値になっていた。同様に 1600kcal においてビタミン B1 のヒストグラムを作成したところ図 3 に示すとおり栄養所要量は平均含有量 +2SD 値より高値であった。

⑥展開方法による分類

交換表に基づいて表 1, 表 2 のみを減らす炭水化物群と, 表 3, 表 4 も同時に減らす蛋白質群については 1300kcal と 1500kcal のデータ数が少ないため指示エネルギー量 1600kcal, 1400kcal, 1200kcal について各栄養素の平均含有量を求めた。その結果は表 5-1, 5-2, 図 4-1, 4-2 に示すとおり, 炭水化物群の P F C 比は, エネルギーが下げるにしたがって蛋白質は 16.0%から 18.8%, 脂質では 19.8%から 25.0%へと比率が増加し, 逆に炭水化物量は 264.5 g から 176.5 g へと有意に低下した。一方, 蛋白質群 1200kcal においては, 3 大栄養素はいずれも有意に低下したが, P F C 比はほとんど変わらなかった。

微量栄養素含有量は, 炭水化物群で 1200kcal に展開するとビタミン B6, パントテン酸が有意に低下し, 蛋白質群ではさらにビタミン B2, ナイアシンも有意に低下した。変化率をみると炭水化物群はほとんどの微量栄養素が 90%を超えているのに対し, 蛋白質群ではカルシウム, 葉酸, ビタミン C を除き 80%台まで低下していた。

E. 糖尿病食の各栄養素の変動

1. 結果

①交換表モデル献立

交換表モデル献立の各栄養素含有量と変化率は表 6 及び図 5 に示すとおり, エネルギー量は指示エネルギー量より約 1 単位ほど高く, PFC 比は蛋白質エネルギー比が全体的に高く, 1440kcal では 20.8%であった。微量栄養素はナイアシン, ビタミン B6, B12 の変化率が 80%台を下回った。1440kcal から 1200kcal に展開する際, ナイアシン, ビタミン B6, B12 が多く損失した。

②同病院における 1600kcal, 1200kcal の献立と a 献立について

同病院における 1600kcal の献立から 1200kcal の献立へ展開した場合の各栄養素の平均含有量は表 7 に示すとおり, 表 1 のみで展開 (E 病院) した献立では, 1200kcal において実際の献立と a 献立では炭水化物, 蛋白質, リン, ナイアシン, ビタミン B6, パントテン酸に有意差がみられた。一方, 表 1, 2, 3 で展開 (G 病院) された献立について比較したところ, 1200kcal

において実際の献立と a 献立に差は認められなかった。

③表 3 の減らし方について

交換表の表 3 について, 減らす食品による各栄養素の平均含有量を比較してみると表 8 及び図 6 に示すとおり, 1600kcal から 1200kcal へ展開していく場合, 米+魚で減らしていくとナイアシン, ビタミン B12, パントテン酸が有意に低下し, 米+肉ではナイアシン, ビタミン B6, パントテン酸が有意に低下していた。

2. 考察

①アンケート結果

交換表を使用していると答えた施設でも実際の展開方法は, 表 1 のみでエネルギー量を 1200kcal まで減らしたり, 表 2, 4 を減らす, 表 3 を減らしても 1 単位に満たずほかの調味料なども含めて調整している, など施設により交換表の使用に差が見られた。

②季節による各栄養素含有量の差

季節ごとの献立による差はみられなかったことから各栄養素についても季節変動は少ないと判断し, 四季をまとめたものを平均値とした。冷凍や通年手に入るものが多く利用されており, 食材にあまり偏りがなかったと考えられ, それが微量栄養素摂取の偏りにつながるという可能性も考えられる。

③献立の平均栄養素量について

栄養所要量は一般に, ヒトを対象とした実験により実測された最小必要量に安全率を加算して作成され, 実際には標準偏差の 2 倍 (2 SD) を加えたり, 1.2 を乗じるなどして算定されている。栄養所要量はある集団のほとんどの人 (97~98%) が 1 日の必要量を満たすのに十分な摂取量であり, 平均摂取量 2 SD が所要量をみだし, 分布が著しく偏っていなければ, その集団の人々はほぼ必要量を満たしていることになる。今回の調査では, 献立のエネルギー量が下がるに従って微量栄養素量は低下しており, エネルギー量が指示エネルギー量より高くても栄養所要量を満たすのは困難で, とくにビタミン B₁ は所要量を満たしていなかった。このビタミン B₁ は糖代謝に, 亜鉛はインスリンの分泌に関与していることから, 特に摂取量に対する十分な配慮が必要であ

ると考えられる。微量栄養素により損失の大きさに幅があり、数多くの献立表を展開していく方法による影響であると思われる。

④献立の展開方法による分類

病院ごとに献立の展開方法はさまざまであったが、炭水化物群、蛋白質群の2つに大別したところ、炭水化物群は微量栄養素含有量において、指示エネルギー量 1600kcal 時と比べ展開による変化は小さかったが、脂質エネルギー比率の増加がみられ、蛋白質エネルギー比は若干増えてバランスが悪くなったといえる。一方、蛋白質群では PFC 比のバランスがよかった反面微量栄養素の損失が大きく、PFC 比を考慮すると微量栄養素は十分に摂取できなくなり、交換表による単位交換を行うと特定の微量栄養素が損失する可能性もあると考えられる。

⑤交換表モデル献立

エネルギー量が指示エネルギー量よりかなり高くなったにも関わらず、鉄、亜鉛、銅などの微量栄養素は充足率が低値を示した。交換表に記載されている模範献立であっても微量栄養素は適正摂取が難しく、また交換表に則り食品の単位交換を行うと指示エネルギー量よりも高くなり、PFC 比に差がでてしまうという問題も見受けられた。

交換表では 1400kcal から 1300kcal に展開する際エネルギー比を考慮するために蛋白源となる表 3 を 1 単位減らしている。しかし、交換表に記載されている 1 単位あたりの栄養素平均含有量（蛋白質 9g、脂質 5g）はあくまでも平均である。食材により蛋白質、脂質含有量に幅があり、例えば、さば 1 単位 40g は蛋白質 8g、脂質 4.8g であるのに対し、あまだい 1 単位 100g は蛋白質 17g、脂質 0.6g、たこ 1 単位 100g は蛋白質 16.4g、脂質 0.8g、木綿豆腐 1 単位 100g は蛋白質 6.6g、脂質 4.2g など、同じ表 3 ではあるがばらつきがみられる。交換する食品により PFC 比のバランスが悪くなるほか、アミノ酸のトリプトファンからナイアシンへの換算にも影響を及ぼす可能性も考えられる。

②同病院における 1600kcal、1200kcal 献立と a 献立の違い

交換表に則って展開していくと蛋白質の低下に伴いリン、ナイアシン、ビタミン B6、

パントテン酸が減少した。モデル献立でもこれらの損失がみられ、実際使用されている献立についても表 3 の影響が大きいことが考えられる。また、エネルギー量の展開時に、交換表に則って表 3 を減らしても別の方法で減らしても両者に差はなく、交換表の使用に関わらず微量栄養素含有量は 1200kcal にすることで減少してしまい、両者の違いはみられなかった。したがって、簡便性から交換表の使用をするほうが有用であると考えられる。

③表 3 の減らし方について

表 1 の米のみで展開するよりも、表 3 から 1 単位減らす方が蛋白質の減少に伴い微量栄養素が多く損失した。特に魚を減らした場合ビタミン B₁₂ の大幅な減少（約半減）がみられたが、米のみで展開した場合は蛋白質が多くなり、PFC 比のバランスは悪くなっている。PFC 比を維持しつつ、微量栄養素をより多く摂取するには 1200kcal の献立を別に作る他、交換表を利用する方法もある。魚、肉など表 3 で削る食材を特定するのではなく、日によって変えることが望ましい。また、エネルギー量に影響を与えにくい表 6 の野菜類、きのこ類、海藻類などで、表 3 により損失した微量栄養素を補ったり、なるべく多くの種類の食品を摂取するといった工夫が必要である。

F. まとめ

今回の調査により糖尿病食においてビタミン B₁ などの栄養素を栄養所要量まで摂取することは難しく、重症度が高く制限が厳しくなると、患者の欠乏症に対するリスクが高まることが予想される。とくに交換表の表 1 から表 6 に示されている食品群のなかから、何をどの程度減らすかは日々の献立や食品によって量が異なっている。病院においては多くの食事を調製するため作業上の制約から、多くの場合特定の微量栄養素が損失しやすくなることから、なるべく多くの種類の食品を摂取するなど、献立の工夫が必要となる。

糖尿病患者に対する適正な微量栄養素の補給にあたっては栄養所要量そのものの妥当性も考慮しながら検討していく必要があり、また、血中濃度低下など微量栄養素の

不足等がみられた場合には、点滴やサプリメントを利用することも配慮しなければならない。今回の調査では成分表上の生食で計算されているため、実際の摂取量はさらに低くなる可能性もあり、調理前後の実測や喫食量の把握などデータ数を増やしてさらに精度の高い検討が必要である。

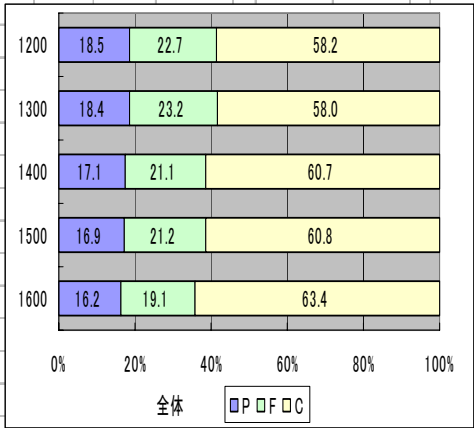
G. 参考文献

1. 日本糖尿病学会（編）：糖尿病食事療法のための食品交換表.第6版,文光堂,2002
2. 科学技術庁資源調査会（編）：5訂日本食品成分表,2000
3. 中村丁次・戸田和正・足立香代子・本田佳子・宮下実・川島由起子：病院食における微量ミネラル含有量の検討：栄養－評価と治療 Vol.18 No.4,メディカルレビュー社,2001:511-515
4. 繁田幸男・景山茂・石井均（編）：糖尿病診療辞典 第2版,医学書院,2004
5. JS Garrow WPT James A Ralph（編）：ヒューマン・ニュートリション－基礎・食事・臨床－,医歯薬出版株式会社,2004
6. 厚生労働省平成14年糖尿病実態調査
7. 厚生労働省平成14年患者調査
8. 本田佳子：別冊・医学のあゆみ 糖尿病・代謝症候群—state of arts 2004-2006,医歯薬出版株式会社,2004:593-596
9. 日本糖尿病学会（編）：科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン,南江堂,2004:21
10. 津田謹輔：臨床栄養 Vol.101 No.3,医歯薬出版株式会社,2002-9:275
11. Kodentsova V M, Vrzhesinskaia O A, Sokol'nikov A A,Alekseeva I A, Spirichev V B 1993b Obmen riboflavine I funktsional no sviazannykh s rim vitaminova gruppy B insulinzavgmom sakhorman diabete. Voprosy Meditskoi Khimii 39:33-36
12. Garland H O 1992 New experimental data on the relationship between diabetes mellitus and magnesium.Magnesium Research 5:193-202
13. Walter R M, Uriu-Hare J Y, Lewis Olin K et al 1991 Copper,zinc,manganese, and magnesium status and complications of diabetes mellitus. Diabetes Care 14:1050-1056
14. 北村信一：糖尿病診療辞典 第2版,医学書院,2004：135-136
15. 足立香代子：ビジュアル臨床栄養実践マニュアル2 疾患別の病態と栄養管理 I ,小学館,2003:20-21
16. 5訂食品成分表 2001,女子栄養大学出版部
17. 看護関連施設基準・食事療養等の実際.平成14年
18. 月版, 社会保険研究所:546
19. 健康・栄養情報研究会（編）：第6次改定 日本人の栄養所要量－食事摂取基準－,第一出版,1999

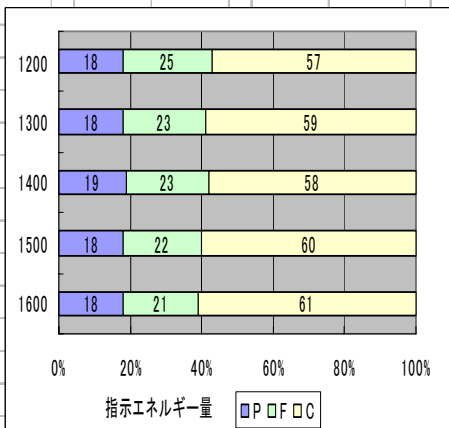
【表1】食品分類表							
群		表	食品の種類	1単位当たりの栄養素の平均含有量			
				エネルギー (kcal)	蛋白質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)
I	主に炭水化物を含む食品	1	穀物、いも、炭水化物の多い野菜と種実類、豆(大豆を除く)	80	2	0	18
		2	くだもの	80	0	0	20
II	主に蛋白質を含む食品	3	魚介、肉、卵、チーズ、大豆とその製品	80	9	5	0
		4	牛乳と乳製品(チーズを除く)	80	4	5	6
III	主に脂質を含む食品	5	油脂 多脂性食品	80	0	9	0
IV	主にビタミン・ミネラルを含む食品	6	野菜(炭水化物の多い一部の野菜を除く)、海藻、きのこ、こんにゃく	80	5	9	13
調味料			みそ、さとう、みりんなど	*	*	*	*
日本糖尿病学会編：糖尿病食事療法のための食品交換表第6版							

【表2】1日指示エネルギー量、単位配分及び3大栄養素配分比											
1日指示エネルギー量	1日摂取指示単位数	食品交換表各表別単位数							1日指示単位の3大栄養素配分比(エネルギー量比)		
		〔表1〕	〔表2〕	〔表3〕	〔表4〕	〔表5〕	〔表6〕	調味料	蛋白質	脂質	糖質
1600 (kcal)	20 (単位)	11	1	4	1.5	1	1	0.5	18(%)	21(%)	61(%)
1500	19	10	1	4	1.5	1	1	0.5	18	22	60
1400	18	9	1	4	1.5	1	1	0.5	19	23	58
1300	16	8	1	3	1.5	1	1	0.5	18	23	59
1200	15	7	1	3	1.5	1	1	0.5	18	25	57
注1) 1日摂取指示単位数は、1日指示エネルギー量の近似値である。											
北村信一：糖尿病診療事典第2版 P128より引用											

【表3】 病院別エネルギー量とエネルギー量調整方法														
交換表に 基づく エネル ギー量	交換表 の使用	実際の 減らし方	1600		1520		1440		1360		1280		1200	
			1600		1500		1400		1300		1200			
			96		36		105		24		129			
			食事箋 病院数											
病院名	O/x	表	平均値	± 標準偏差	平均値	± 標準偏差	平均値	± 標準偏差	平均値	± 標準偏差	平均値	± 標準偏差	平均値	± 標準偏差
A	x	1	1726	± 20	1625	± 20	1546	± 20	1374	± 19	1297	± 16		
B	O	1		±		±	1549	± 60		±	1289	± 59		
C	O	1	1748	± 68		±	1551	± 97		±	1307	± 62		
D	O	1	1639	± 18		±	1471	± 18		±	1252	± 42		
E	O	1	1600	± 49		±	1446	± 27		±	1197	± 26		
F	x	1.2	1702	± 22		±	1504	± 19		±	1295	± 16		
G	x	1.2,3	1625	± 43		±	1443	± 50		±	1235	± 28		
H	x	1.2,3		±	1505	± 62		±		±	1213	± 38		
I	O	1.4	1676	± 56	1568	± 60	1478	± 52	1348	± 61	1258	± 52		
J	x	1.3		±		±	1394	±		±	1198	± 38		
K	O	1.3	1644	± 52		±		±		±	1263	± 46		
平均			1670	± 64	1566	± 70	1485	± 71	1361	± 46	1252	± 55		



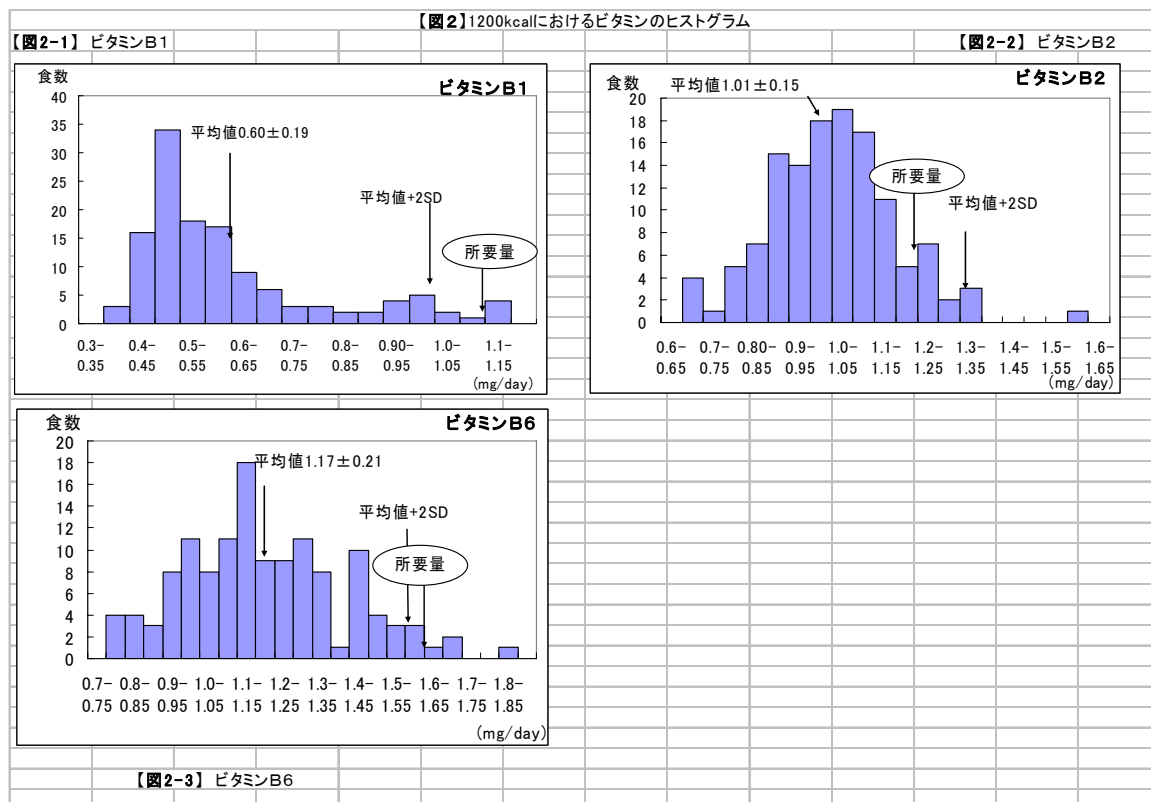
【図1-1】全体平均のPFC比



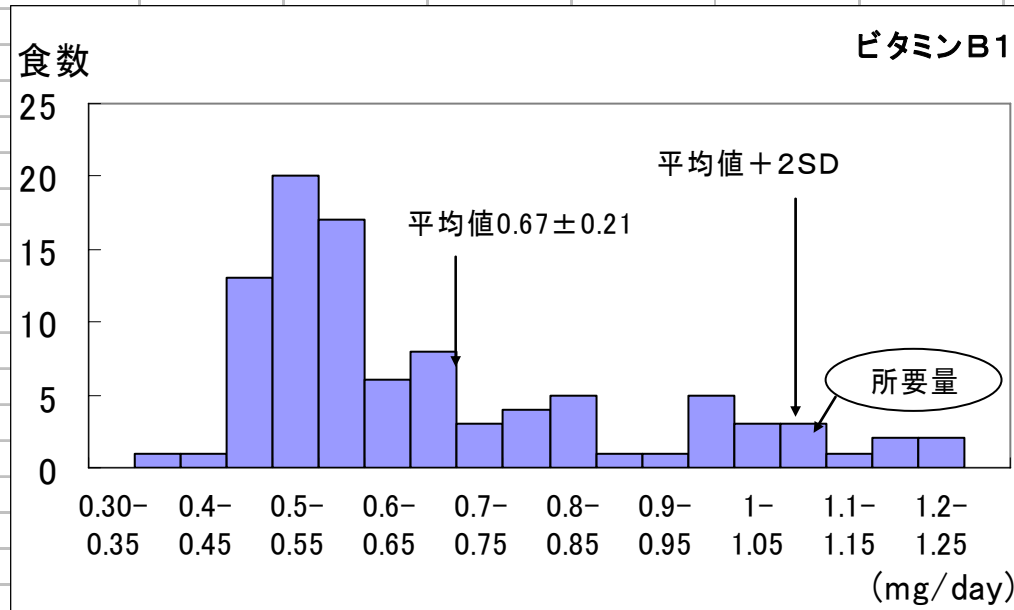
【図1-2】指示エネルギー量別PFC比

【表4】 指示エネルギー別平均栄養素含有量																	
全体充足率		50-69 男	1600 n=96			1500 n=36			1400 n=105			1300 n=24			1200 n=129		
			平均 ±	標準偏差	充足率	平均 ±	標準偏差	充足率	平均 ±	標準偏差	充足率	平均 ±	標準偏差	充足率	平均 ±	標準偏差	充足率
エネルギー	(kcal)		1670 ± 64		104	1566 ± 70*		104	1485 ± 71*		106	1361 ± 45*		105	1252 ± 55*		104
蛋白質	(g)		67.7 ± 5.7		94	66.2 ± 4.4*		98	63.6 ± 5.8*		96	62.6 ± 3.8*		107	57.8 ± 5.5*		107
脂質	(g)		35.5 ± 6.7		95	36.9 ± 6.4		100	34.8 ± 7.3		97	35.1 ± 7.3		106	31.5 ± 7.2*		95
炭水化物	(g)		264.6 ± 11.7		108	238.2 ± 12.5*		106	225.5 ± 12.9*		111	197.3 ± 11.4*		103	182.3 ± 12.6*		107
カルシウム	(mg)	600	585 ± 79		97	563 ± 73		94	567 ± 79		95	486 ± 88*		81	551 ± 93		92
マグネシウム	(mg)	300	247 ± 30		82	238 ± 34		79	237 ± 28		79	228 ± 28		76	223 ± 31*		74
リン	(mg)	700	1031 ± 77		147	1028 ± 63		147	984 ± 74*		141	956 ± 63*		137	908 ± 70*		130
鉄	(mg)	10	7.1 ± 1.3		71	6.4 ± 1.1		64	6.9 ± 1.2		69	6.2 ± 1.1		62	6.6 ± 1.3		66
亜鉛	(mg)	11	8.4 ± 1.0		76	7.8 ± 0.6*		71	7.6 ± 0.9*		69	7.1 ± 0.5*		65	6.7 ± 0.9*		61
銅	(mg)	1.8	1.14 ± 0.11		63	1.05 ± 0.09*		58	1.01 ± 0.11*		56	0.95 ± 0.08*		53	0.89 ± 0.10*		49
ビタミンB1	(mg)	1.1	0.67 ± 0.21		61	0.78 ± 0.24		71	0.66 ± 0.20		60	0.81 ± 0.23		74	0.60 ± 0.19		54
ビタミンB2	(mg)	1.2	1.08 ± 0.16		90	1.13 ± 0.17		94	1.06 ± 0.16		88	1.06 ± 0.23		88	1.01 ± 0.15*		84
ナイアシン	(mgNE)	16	24.9 ± 4.0		156	25.4 ± 3.0		159	23.9 ± 3.9		149	24.9 ± 3.1		155	21.9 ± 3.7*		137
ビタミンB6	(mg)	1.6	1.26 ± 0.23		79	1.30 ± 0.20		81	1.23 ± 0.21		77	1.30 ± 0.22		81	1.17 ± 0.21		73
ビタミンB12	(μg)	2.4	4.50 ± 2.72		187	4.06 ± 1.99		169	4.34 ± 2.61		181	4.11 ± 2.12		171	3.78 ± 2.14		158
葉酸	(μg)	200	354.8 ± 72.3		177	358.6 ± 77.2		179	345.5 ± 68.4		173	355.9 ± 82.6		178	338.7 ± 68.2		169
パントテン酸	(mg)	5	6.15 ± 0.72		123	6.26 ± 0.68		125	5.82 ± 0.67*		116	5.79 ± 0.74		116	5.38 ± 0.67*		108
ビタミンC	(mg)	100	126 ± 43		126	136 ± 45		136	124 ± 42		124	136 ± 50		136	126 ± 43		126
*:1600kcal指示エネルギーとの有意差 p<0.05																	

*:1600kcal指示エネルギーとの有意差 p<0.05



【図3】 1600kcalのビタミンB1のヒストグラム



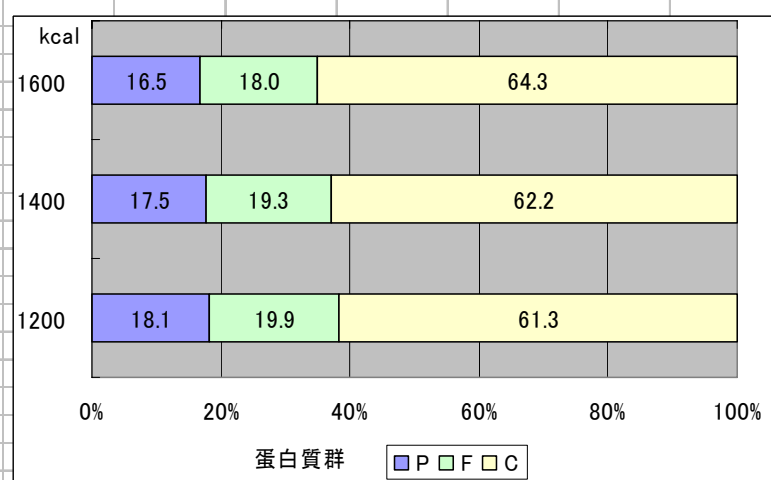
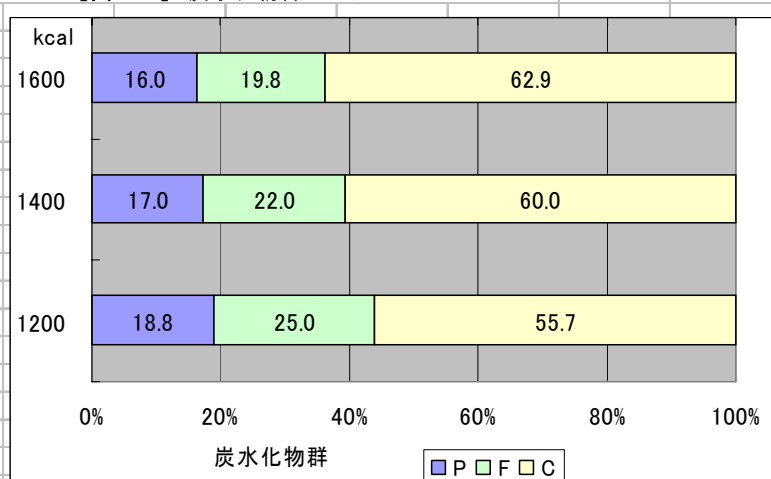
【表5-1】 炭水化物群平均栄養素含有量

炭水化物群		1600			1400			1200		
		平均	±	標準偏差	平均	±	標準偏差	平均	±	標準偏差
エネルギー	(kcal)	1683	±	68	1509	±	63*	1268	±	57*
蛋白質	(g)	67.5	±	5.7	64	±	5*	59.5	±	5.1*
脂質	(g)	37.0	±	7.1	37	±	7	35.2	±	6.6
炭水化物	(g)	264.5	±	11.2	226	±	13*	176.5	±	10.7*
カルシウム	(mg)	588	±	77	580	±	79	574	±	91
マグネシウム	(mg)	242	±	27	237	±	29	224	±	31*
リン	(mg)	1022	±	76	979	±	66*	923	±	67*
鉄	(mg)	7.0	±	1.2	6.9	±	1.2	6.7	±	1.4
亜鉛	(mg)	8.4	±	1.0	7.7	±	0.9*	6.8	±	0.9*
銅	(mg)	1.12	±	0.11	1.02	±	0.11*	0.88	±	0.11*
ビタミンB1	(mg)	0.67	±	0.21	0.64	±	0.20	0.61	±	0.19
ビタミンB2	(mg)	1.07	±	0.17	1.06	±	0.16	1.04	±	0.16
ナイアシン	(mgNE)	24.2	±	3.4	23.2	±	3.3	21.8	±	3.0
ビタミンB6	(mg)	1.19	±	0.17	1.17	±	0.19	1.12	±	3.3*
ビタミンB12	(μg)	4.25	±	2.80	4.14	±	2.68	3.99	±	2.21
葉酸	(μg)	349	±	67	347	±	68	338	±	67
パントテン酸	(mg)	6.03	±	0.71	5.73	±	0.67	5.33	±	0.69*
ビタミンC	(mg)	122	±	45	120	±	44	119	±	45

蛋白質群		1600	n=36	変化率	1400	n=36	変化率	1200	n=60	変化率
		平均 ± 標準偏差	標準偏差		平均 ± 標準偏差	標準偏差		平均 ± 標準偏差	標準偏差	
エネルギー	(kcal)	1648 ± 51		100	1438 ± 63*		87	1233 ± 47*		75
蛋白質	(g)	67.9 ± 5.7		100	62.8 ± 6.6*		93	55.9 ± 5.4*		82
脂質	(g)	33.0 ± 5.3		100	30.9 ± 5.8		93	27.3 ± 5.4*		83
炭水化物	(g)	264.8 ± 12.6		100	223.7 ± 12.3*		84	189.0 ± 11.3*		71
カルシウム	(mg)	579 ± 82		100	543 ± 76		94	524 ± 88*		90
マグネシウム	(mg)	257 ± 32		100	238 ± 27		93	222 ± 31*		86
リン	(mg)	1046 ± 78		100	994 ± 87		95	890 ± 69*		85
鉄	(mg)	7.2 ± 1.4		100	6.8 ± 1.2		95	6.4 ± 1.2		89
亜鉛	(mg)	8.5 ± 1.0		100	7.4 ± 0.9*		87	6.5 ± 0.8*		77
銅	(mg)	1.16 ± 0.11		100	1.01 ± 0.10*		87	0.89 ± 0.10*		77
ビタミンB1	(mg)	0.69 ± 0.21		100	0.69 ± 0.20		100	0.59 ± 0.18		86
ビタミンB2	(mg)	1.10 ± 0.16		100	1.06 ± 0.15		96	0.97 ± 0.13*		89
ナイアシン	(mgNE)	25.2 ± 4.9		100	25.1 ± 4.5		100	22.0 ± 4.1*		87
ビタミンB6	(mg)	1.39 ± 0.25		100	1.35 ± 0.22		97	1.24 ± 0.22*		89
ビタミンB12	(μg)	4.14 ± 2.44		100	4.72 ± 2.48		114	3.54 ± 2.05		85
葉酸	(μg)	365 ± 81		100	342 ± 71		94	340 ± 70		93
パントテン酸	(mg)	6.34 ± 0.70		100	6.00 ± 0.63		95	5.44 ± 0.65*		86
ビタミンC	(mg)	134 ± 39		100	131 ± 38		98	135 ± 39		101

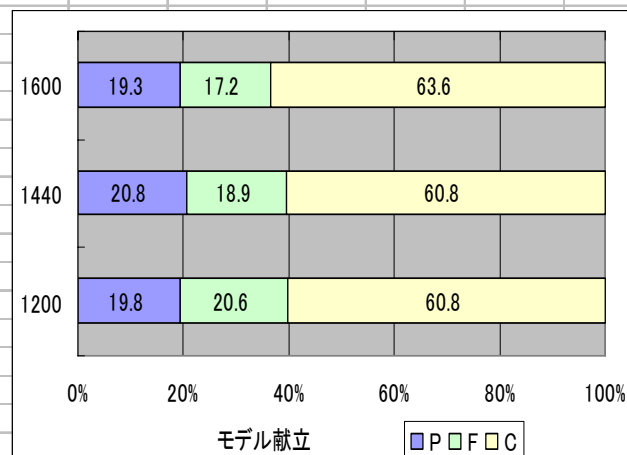
【表5-2】 蛋白質群平均栄養素含有量

【図4-1】 炭水化物群PFC比



【図4-2】 蛋白質群PFC比

【表6】モデル献立各栄養素含有量と変化率									
		50-69歳 男性	1600		1440		1200		1600kcalに対 する1200kcal 時の変化率
			摂取量	充足率	摂取量	充足率	摂取量	充足率	
エネルギー	(kcal)		1683	105	1515	108	1269	106	75
蛋白質	(g)		81.3	113	78.8	119	62.7	116	77
脂質	(g)		32.1	86	31.8	89	29.1	87	91
炭水化物	(g)		267	110	230	113	193	113	72
カルシウム	(mg)	600	613	102	610	102	555	92	91
マグネシウム	(mg)	300	355	118	348	116	304	101	86
リン	(mg)	700	1231	176	1197	171	1008	144	82
鉄	(mg)	10	9.1	91	9	90	7.9	79	87
亜鉛	(mg)	11	9.3	85	8.7	79	7.7	70	83
銅	(mg)	1.8	1.5	84	1.4	78	1.25	69	83
ビタミンB1	(mg)	1.1	1.2	109	1.19	108	1.12	101	93
ビタミンB2	(mg)	1.2	1.51	126	1.5	125	1.36	113	90
ナイアシン	(mgNE)	16	39	244	38.4	240	30.1	188	77
ビタミンB6	(mg)	1.6	1.95	122	1.93	120	1.51	95	78
ビタミンB12	(μg)	2.4	3.44	143	3.44	143	2.43	101	71
葉酸	(μg)	200	474	237	471	235	443	222	94
パントテン酸	(mg)	5	8.31	166	8.06	161	7.32	146	88
ビタミンC	(mg)	100	175.6	176	175.6	176	155.4	155	89



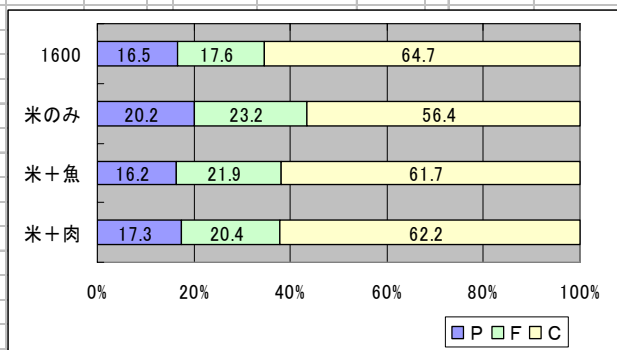
【図5】モデル献立エネルギー量別PFC比

【表7】 E病院、G病院の1600kcal献立、1200kcal献立、a献立の各平均栄養素含有量													
		E(表1のみ) n=24						G(表1, 2, 3) n=24					
		1600		実施献立		a献立表		1600		実施献立		a献立表	
		平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差
エネルギー	(kcal)	1481 ±	68	1197 ±	25	1206 ±	23	1625 ±	41	1235 ±	28	1211 ±	45
蛋白質	(g)	67.3 ±	56.9	60.4 ±	5.4*	51.0 ±	5.7*	65.7 ±	6.2	54.1 ±	6.0	51.3 ±	5.6
脂質	(g)	31.7 ±	5.7	29.9 ±	3.8	28.7 ±	3.8	35.8 ±	3.2	30.1 ±	5.0	31.2 ±	3.4
炭水化物	(g)	255.2 ±	4.3	169.2 ±	8.5*	183.9 ±	10.0*	254.9 ±	10.6	185.3 ±	6.6	180.7 ±	10.6
カルシウム	(mg)	536 ±	65	523 ±	66	523 ±	65.4	579 ±	91	548 ±	103	568 ±	92
マグネシウム	(mg)	218 ±	25	199 ±	25	190 ±	25.9	256 ±	29	225 ±	28	230 ±	28
リン	(mg)	975 ±	66	888 ±	66*	791 ±	74*	1026 ±	76	874 ±	76	862 ±	65
鉄	(mg)	6.3 ±	1.2	5.9 ±	1.2	5.6 ±	1.2	7.4 ±	1.4	6.6 ±	1.5	6.9 ±	1.4
亜鉛	(mg)	8.4 ±	1.4	7.0 ±	1.3	6.2 ±	1.1	8.0 ±	1.2	6.4 ±	1.0	6.2 ±	1.2
銅	(mg)	1.05 ±	0.11	0.82 ±	0.11	0.83 ±	0.1	1.14 ±	0.13	0.91 ±	0.14	0.92 ±	0.13
ビタミンB1	(mg)	0.53 ±	0.07	0.49 ±	0.07	0.45 ±	0.1	0.68 ±	0.16	0.60 ±	0.17	0.58 ±	0.13
ビタミンB2	(mg)	1.04 ±	0.12	1.01 ±	0.12	0.91 ±	0.1	1.14 ±	0.18	1.04 ±	0.14	1.02 ±	0.15
ナイアシン	(mgNE)	22.9 ±	2.8	21.1 ±	2.7*	16.6 ±	2.6*	26.1 ±	5.7	21.9 ±	6.0	19.6 ±	4.5
ビタミンB6	(mg)	1.13 ±	0.15	1.08 ±	0.15*	0.94 ±	0.16*	1.42 ±	0.25	1.25 ±	0.27	1.20 ±	0.21
ビタミンB12	(μg)	3.37 ±	1.70	3.37 ±	1.70	2.37 ±	0.8	5.50 ±	2.44	4.53 ±	2.43	4.11 ±	1.86
葉酸	(μg)	334 ±	57	322 ±	55	322 ±	57.6	378 ±	88	359 ±	90	367 ±	88
パントテン酸	(mg)	6.00 ±	0.84	5.38 ±	0.83*	4.69 ±	0.61*	6.32 ±	0.58	5.27 ±	0.50	5.09 ±	0.42
ビタミンC	(mg)	128 ±	36	128 ±	36	127 ±	36	141 ±	41	131 ±	43	140 ±	41
*: 1200kcal実施献立と従交換表献立間における有意差p<0.05													

*: 1200kcal実施献立と従交換表献立間における有意差p<0.05

【表8】 表3の減らし方別各平均栄養素含有量									
n=21		1600kcal		1200kcal					
		平均 ±	標準偏差	米のみ		1600kcal値との変化率	米+魚		1600kcal値との変化率
		平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差		平均 ±	標準偏差	
エネルギー	(kcal)	1620 ±	37	1201 ±	43*	74	1216 ±	43*	75
蛋白質	(g)	66.8 ±	4.7	60.5 ±	4.8*	91	49.4 ±	5.5*	74
脂質	(g)	31.7 ±	4.9	31 ±	4.9	98	29.6 ±	4.8	93
炭水化物	(g)	261.9 ±	13.4	169.4 ±	14.2*	65	187.5 ±	13.4*	72
カルシウム	(mg)	577 ±	73	570 ±	73	99	553 ±	66	96
マグネシウム	(mg)	249 ±	33	231 ±	34	93	215 ±	30	86
リン	(mg)	1023 ±	90	938 ±	92	92	821 ±	93*	80
鉄	(mg)	6.8 ±	1.3	6.6 ±	1.3	96	6.4 ±	1.3	94
亜鉛	(mg)	8.5 ±	1.1	7.0 ±	1.1*	82	6.9 ±	1.1*	81
銅	(mg)	1.13 ±	0.12	0.88 ±	0.12*	78	0.89 ±	0.10*	79
ビタミンB1	(mg)	0.67 ±	0.2	0.63 ±	0.20	94	0.59 ±	0.20	88
ビタミンB2	(mg)	1.09 ±	0.13	1.06 ±	0.13	98	0.97 ±	0.12	89
ナイアシン	(mgNE)	23.7 ±	2.5	22.2 ±	2.5	94	18.3 ±	3.2*	77
ビタミンB6	(mg)	1.33 ±	0.19	1.28 ±	0.19	96	1.13 ±	0.2	86
ビタミンB12	(μg)	3.36 ±	1.72	3.36 ±	1.72	100	1.73 ±	0.59*	52
葉酸	(mg)	365 ±	79	358 ±	79	98	353 ±	79	97
パントテン酸	(mg)	6.21 ±	0.71	5.58 ±	0.73	90	5.31 ±	0.75*	86
ビタミンC	(mg)	131 ±	35	131 ±	35	100	131 ±	35	100

*:1600kcalとの有意差 p<0.05



【図6】 表3の減らし方別各PFC比