

厚生科学研究研究費補助金

健康科学総合研究事業

生活習慣に起因する疾病の、
生活習慣の改善による一次予防確立のための
運動・栄養・疲労回復の相互作用に関する統合的研究

平成 12 年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 西 牟 田 守

平成 13 (2001) 年 3 月

目 次

I. 総括研究報告書

生活習慣に起因する疾病の、生活習慣の改善による一次予防確立 のための運動・栄養・疲労回復の相互作用に関する統合的研究 西牟田守	1
---	---

II. 分担研究報告書

1. 生活習慣に起因する疾病の、生活習慣の改善による一次予防確立 のための運動・栄養・疲労回復の相互作用に関する統合的研究 西牟田守、吉武裕	5
2. カリウム摂取と生活習慣病改善 鈴木裕一	22
3. セレン栄養状態の評価と生活習慣の関連：日本人のセレン摂取の現状と 問題点 本郷哲郎	41
4. ナイアシン栄養と生活習慣との関連に関する研究 岡本秀己	49
5. 生活習慣に起因する疾病の、生活習慣の改善による一次予防確立 のための運動・栄養・疲労回復の相互作用に関する統合的研究 平岡厚	65
6. たんぱく質栄養と生活習慣との関連に関する研究 岸恭一	70
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	76
IV. 研究成果の刊行物・別刷	77

総括研究報告書

生活習慣に起因する疾病の、生活習慣の改善による一次予防確立のための

運動・栄養・疲労回復の相互作用に関する統合的研究

主任研究者 西牟田 守 国立健康・栄養研究所 室長

研究要旨 脂質エネルギー比が35%以上となり、カルシウムの摂取量が所要量を満たさない食事を用い、大学生女子12名を対象に、4日間のストレス負荷を含む、15日間の代謝実験を実施し、たんぱく質、ミネラルの出納、および、尿中ナイアシン、尿中プロスタグランディンD合成酵素(PGDS)排泄量を測定した。その結果、ストレス負荷は、たんぱく質、ミネラルの出納に有意な影響を及ぼさなかったが、寒冷ストレスはナイアシンの尿中排泄を増大させ、(PGDS)排泄量を低下させた。健康な女子5名を対象にカリウムを負荷すると一過性に血中カリウム濃度が上昇し、速やかに尿中に排泄された。蓄積されたマグネシウムの出納結果を解析し、マグネシウムの摂取量とマグネシウムの出納との関係が明かではなく、出納は吸収量と相関することが明らかになった。日本人のセレン摂取量を文献的に評価し、第六次改定日本人の栄養所要量と比較すると摂取量は充足されているものの、利用効率の高い穀類からの摂取量が低下し、動物性食品からの摂取量が増加していることが明かとなった。

分担研究者

鈴木裕一 静岡県立大学食品栄養科学部 教授

本郷哲郎 山梨県環境科学研究所 主幹研究員

岡本秀己 滋賀県立大学人間文化学部 講師

平岡 厚 杏林大学保健学部 講師

吉武 裕 鹿屋体育大学体育学部 教授

岸 恭一 徳島大学医学部 教授

行と、体内への吸収、体外への排泄を測定し、過不足の起こる元素を明らかにし、過不足が起きる部位（臓器）を特定する。次に、過不足の起きている部位で、過不足が起きている元素を正常化するための、運動、食事等のメニューを、これまで知られている健康に好ましい生活習慣をもとに開発し、健康指標の改善（疲労回復）を確認する。

これらの研究過程において、過不足の起こる元素、および、部位が特定できるので、過不足のある元素の食事による摂取管理、過不足の起きている部位の活性化による過不足の解消に関して、具体的に方策を提案することを目的とする。

A. 目的

生活習慣に起因する疾病の発症、進展の機序は必ずしも明らかではないが、健康に好ましい生活習慣、逆に、健康に好ましくない生活習慣については、おおよその枠組みが捉えられている。本研究では、生活習慣のうち、健康に好ましくない因子（危険因子）を人に負荷し、その生体反応と、回復過程を把握することによって、体内の物質代謝を動的に捉える。具体的には、負荷による必須20元素の体内移

B. 研究方法

1. あらかじめ実験の内容を説明し、文書で参加を申し込んだ大学生女子12名を対象に、国立健康・栄養研究所に宿泊させ、一日当たり、エネルギー：1800kcal、脂質エネルギー比35%以上、カルシウムは食事摂取基準を満たさない条件で16日間の

代謝実験を実施し、15日間のたんぱく質、ミネラルの出納、尿中ナイアシン、尿中プロスタグランディンD合成酵素(PGDS)排泄量などを測定した。出納期間のうち、3日間は、午前と午後に2時間30分または3時間のストレスを負荷した。

なお、本実験は国立健康・栄養研究所倫理委員会の承認を得て実施した。

2. カリウムの健康に及ぼす効果を知るために、健康な女子5名を対象にカリウムを経口的または経静脈的に負荷し、血中および尿中の代謝物質を測定した。

3. これまでに実施したマグネシウムの出納実験の結果(n=86)を解析し、マグネシウムの出納に影響を及ぼす因子の抽出を試みた。

4. 日本人のセレン摂取量とその推移について分権的に検討した。

C. 研究結果

1. カルシウムの摂取量が少ないときに実施した今回のストレス負荷では、ストレスはたんぱく質、ミネラルの出納に有意な影響を示さなかった。しかし、寒冷暴露により尿中ナイアシン排泄は有意に高値となり、また、尿中PGDSは有意に低下した。カルシウムとマグネシウムは単純計算で尿中排泄が増大したが、ストレスの種類によって影響を受ける代謝系が異なった。なお、カルシウムの場合、摂取量を低下させても見かけの吸収率は高くなり、尿中排泄量は低下せず、出納は大幅に負となった。

2. カリウム投与によって血中カリウム濃度とアルドステロン濃度が上昇した。尿中カリウム排泄は投与量に依存して速やかに増加した。また、同時にナトリウム、塩素の尿中排泄も増加した。なお、この結果は投与経路(経口、経静脈)に依存しなかった。

3. 蓄積したマグネシウムの出納成績(n=86)をもとに、マグネシウムの出納と摂取量等との関係を解析したところ、マグネシウムの摂取量が2.44~7.83mg/kg/日の範囲(20代男子で160~500mg/日、20代女子で125~400mg/日に相当)では、マグネシウムの出納と摂取量との間には有意な関係

は見出されなかった。マグネシウムの出納に最も関連した指標は見かけの吸収量であり、見かけの吸収率との相関はこれに続いた。見かけの吸収量は尿中排泄量と相関した。なお、マグネシウムの補足はマグネシウムの出納に影響を与えなかった。

4. 日本人のセレン摂取量を文献的に評価し、第六次改定日本人の栄養所要量と比較すると摂取量は充足されているものの、利用効率の高い穀類からの摂取量が低下し、動物性食品からの摂取量が増加していることが明かとなった。

D. 考察

マグネシウムの摂取基準は、平成12年度からは、30~49歳の男女でそれぞれ320、260mg/日(4.78、4.80mg/kg/日)と策定された。この値は、該当年齢の国民のほぼ全てがマグネシウム出納を維持させるための値とされているが、一般的には、マグネシウムの摂取量を高めることでマグネシウムの出納が維持が出来るかと期待されている。しかし、蓄積したデータの解析でも、本年度の出納結果でも、マグネシウムの摂取量と出納の間には有意な関係は見出されなかった。

本年度の出納結果では、カルシウムの摂取量を低い水準に維持しても、カルシウムの尿中排泄は低下せず出納は大幅に負となった。なお昨年度の解析で、カルシウムの出納はカルシウムの摂取量に相関するのではなく、測定した指標のうち、見かけの吸収率と最も強く相関した。

また、カリウムを投与すると投与したカリウムは速やかに排泄されることも明らかになった。

これらのことを考えると、食事から必要な栄養素を供給することは、カルシウムでは特に重要であるが、摂取した栄養素が実際に吸収されることが出納を保つためには重要なことが明かとなった。ストレスや過食によって排泄が増大し、ストレスなどによって吸収が低下する場合、摂取量が所要量を満たしていても出納は維持できないと示唆される。マグネシウムの場合、補足は出納に影響を及ぼさなかった。

これらのことは、所要量を超えたミネラルの摂取

がミネラルの出納維持に必ずしも有効でないことを示唆するものである。したがって、所要量レベルのミネラル摂取に加え、見かけの吸収率を高めるような生活管理が健康の保持には重要であることが示された。

これまでに、カルシウム、マグネシウムの尿中排泄を高める因子として、書年度に報告した食塩摂取不足に加え、ストレス、過食、激運動、疲労の蓄積などが知られている。また、尿中カルシウム、マグネシウム排泄を低下させる因子として、適度な運動が知られている。

したがって、適度な運動、楽しい食事、十分な睡眠など、生活習慣病の予防に資すると考えられる生活習慣がカルシウム、マグネシウムなどのミネラルの保持にも有効であると考えた。

E. 結論

カルシウム摂取量の少ない条件では、カルシウムの見かけの吸収率は増大せず、カルシウムの出納は大幅に負となった。

ストレスによりナイアシンの尿中排泄が増大し、プロスタグランジン合成酵素の尿中排泄が低下する場合がある。

投与したカリウムは迅速に排泄された。

マグネシウムの出納は、マグネシウム摂取量と相関せず、摂取量が多くなっても出納は増がしない。

マグネシウムの出納と最も相関の強い評価項目は見かけの吸収量であった。

マグネシウムの摂取量が高くなると、見かけの吸収率は低下した。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Kodama N, Nishimuta M, Morikuni E, Yoshioka Y, Takeyama H, Yamada H, Kitajima H, Ono K : Sodium intake and Balance in Japanese . 8th World Salt Symposium VOLUME 2 (ed. Geertman RM) ELSEVIER, Amsterdam : 1261-1262 (2000)

- 2) Nishimuta M : The concept of intracellular-, extracellular- and bone-minerals . BioFactors 12: 35-38 (2000)

- 3) 1) Hiraoka A, Seiki K, Oda H, Eguchi N, Urade Y, Arato T and Tominaga I: β -Trace protein (lipocalin-type prostaglandin D synthase) in cerebrospinal fluid of patients with neurological disorders. J Anal Bio-Sci, (2000) 23 (2), 110-116.

- 4) Hiraoka A, Tominaga I and Hori K: Sodium dodecylsulfate capillary-gel electrophoretic measurement of the concentration ratio of albumin and α 2-macroglobulin in cerebrospinal fluid and serum of patients with neurological disorders. J Chromatogr A, (2000), 895, 339-344.

2. 学会発表

- 1) Kodama N, Nishimuta M, Takeyama H, Yoshioka YH, Yamada H, Kitajima H, Ono K : Sodium Intake and Balance in Japanese. 8th World Salt Symposium (2000.5.10, The Hague, The Netherlands)
- 2) Nishimuta M, Kodama N, Yoshioka YH, Morikuni E: Magnesium intake and balance in Japanese. 9th International Magnesium Symposium (2000.9.13, Vichy, France)
- 3) Meludu SC, Nishimuta M, Yoshitake Y, Toyooka F, Kodama N, Kim CS, Maekawa Y, Fukuoka H : Magnesium homeostasis before and after highintensity (anaerobic) exercise . 9th International Magnesium Symposium (2000.9.15, Vichy, France)
- 4) 西牟田守 : 栄養所要量と微量元素. 第11回日本微量元素学会 (2000.6.30, 名古屋)
- 5) 西牟田守、児玉直子、日達 (吉岡) やよい、森國英子、山田英明、北島秀明、武山英麿 : 人体におけるマグネシウムの出納試験. 第20回日本マグネシウム研究会 (2000.11.25, 奈

良)

- 6) 鈴木裕一: K摂取後の血清中及び尿中の電解質変化. 第 54 回日本栄養・食糧学会 (2000.5.13 愛媛)
- 7) 平岡厚、菅田晴夫: 精神的ストレスによる尿蛋白成分の量的質的変動について. 第 28 回日本バイオフィードバック学会 (2000.6.11, 長岡)
- 8) Hiraoka A, Seiki K, Oda H, Eguchi N, Urade Y, Tominaga I and Baba K: Changes in the charge microheterogeneity of lipocalin-type prostaglandin D synthase in cerebrospinal fluid of patients with neurological disorders. The 51st Harden Conference - Fatty acid desaturases (2000.7.30-8.2, Ashford,UK)
- 9) 平岡厚、清木興介、織田浩司、江口直美、裏

出良博、富永格、馬場宏治: キャピラリー等電点電気泳動による神経疾患の患者脳脊髄液中βトレース蛋白(リポカリン型プロスタグランدين D 合成酵素)の Charge Microheterogeneity の検討. 第 20 回キャピラリー-電気泳動シンポジウム (2000.12.1, 淡路島)

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
- 3.その他
なし

厚生科学研究費（健康科学総合研究事業）

分担研究報告書

生活習慣に起因する疾病の、生活習慣の改善による一次予防確立のための
運動・栄養・疲労回復の相互作用に関する統合的研究

主任研究者 西牟田 守 国立健康・栄養研究所 室長
分担研究者 吉武 裕 鹿屋体育大学 教授

研究要旨 脂質エネルギー比が35%以上となり、カルシウム摂取量が所要量を満たさない食事をうい、大学生12名を対象に、4日間のストレス負荷を含む、15日間の代謝実験を実施し、ミネラル（ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン）の出納を測定した。その結果、摂取量が所要量を大幅に下回ったカルシウムの見かけの吸収率は上昇せず、大幅な負の出納となった。また、ストレス負荷によりカルシウムの尿中排泄量は有意に高値となり、ストレスによるカルシウムの排泄増大は、カルシウムの摂取量が少ない場合にも引き起こされることが明らかになった。また、蓄積した86名のマグネシウム出納結果を解析し、マグネシウム出納は、マグネシウム摂取量を増加させても増加しないことが明らかになった。

A. 目的

生活習慣に起因する疾病の発症、進展の機序は必ずしも明らかではないが、健康に好ましい生活習慣、逆に、健康に好ましくない生活習慣については、おおよその枠組みが捉えられている。本研究では、生活習慣のうち、健康に好ましくない因子（危険因子）を人に負荷し、その生体反応と、回復過程を把握することによって、体内の物質代謝を動的に捉える。具体的には、負荷による必須20元素の体内移行と、体内への吸収、体外への排泄を測定し、過不足の起こる元素を明らかにし、過不足が起きる部位（臓器）を特定する。次に、過不足の起きている部位で、過不足が起

きている元素を正常化するための、運動、食事等のメニューを、これまで知られている健康に好ましい生活習慣をもとに開発し、健康指標の改善（疲労回復）を確認する。

これらの研究過程において、過不足の起こる元素、および、部位が特定できるので、過不足のある元素の食事による摂取管理、過不足の起きている部位の活性化による過不足の解消に関して、具体的に方策を提案することを目的とする。

B. 研究方法

あらかじめ実験の内容を説明し、文書で参加を申し込んだ大学生女子12名（表1）を対

象に、国立健康・栄養研究所に宿泊させ、一日当たり、エネルギー：1800kcal、脂質エネルギー比35%以上、カルシウムは食事摂取基準を充たさない条件で16日間の代謝実験を実施し、15日間の尿中ミネラル排泄量などを測定した。出納期間のうち、3日間は、午前と午後に2時間30分または3時間のストレスを負荷した。身体ストレスは、4℃のクールドルームに顔面を露出し、その他の衣装条件は自由とし、午前と午後各2時間半入室することとした（寒冷暴露）。精神ストレスは小学校3年生用の計算ドリルを1頁ずつ答え合わせをし、全問正解となったら次の頁に進む方法で午前と午後各3時間実施した（単純計算）。感情ストレスは、28℃の人口気候室を消灯し、アイマスクをかけ、背もたれの無い丸椅子に座り、沈黙する条件で、午後各3時間実施した（暗黒拘束）（図1）。本年度はそのうちミネラル（ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン）の出納についてとりまとめた。

有意差検定は対応のあるt検定によった。

なお、本実験は国立健康・栄養研究所倫理委員会の承認を得て実施した。

また、これまでに実施したマグネシウムの出納実験の結果（ $n=86$ ）を解析し、マグネシウムの出納を正にする因子、マグネシウムの吸収を促進する因子などの抽出を試みた。

C. 研究結果

表2に実験で用いた食事献立の四訂日本食品標準成分表を用いた栄養素の成分値およびミネラルの測定結果を示す。カルシウムの供給量は1日当たり294mgであった。

表3にナトリウムとカリウムの出納結果をストレス負荷期間と対照期に分けて示した。

両元素ともストレスの有無による有意差は、いずれの出納指標においても検出されなかった。

表4にカルシウム、マグネシウム、リンの出納結果をストレス負荷期間と対照期に分けて示した。いずれの元素もストレスの有無による有意差は、いずれの出納指標においても検出されなかった。

表5に鉄、亜鉛、銅、マンガンの出納結果をストレス負荷期間と対照期に分けて示した。いずれの元素もストレスの有無による有意差は、いずれの出納指標においても検出されなかった。

したがって、測定したミネラルはいずれも負荷したストレスにより有意な変化を示さなかった。

表7. に示した蓄積したマグネシウムの出納成績($n=86$)をもとに、マグネシウムの出納と摂取量等との関係を解析した結果を図2～5に示した。

各指標について回帰式の回帰係数の二乗(r^2)を算出し表8に示した。

マグネシウムの出納と摂取量との間には相関は見られず($r^2=0.018$)、実験におけるMg摂取レベルでは、Mgの出納が0となるMgの摂取量は算出できなかった(図2)。

マグネシウムの出納と相関を示した指標は、見かけの吸収量($r^2=0.376$)と見かけの吸収率($r^2=0.301$)であった(図3)。

マグネシウムの摂取量と相関する指標は糞中排泄量($r^2=0.796$)、見かけの吸収量($r^2=0.415$)、尿中排泄量($r^2=0.435$)であった(図4)。

なお、糞中排泄量は見かけの吸収率と負の($=0.528$)、見かけの吸収量は尿中排泄量と正の($=0.396$)相関をそれぞれ示した(図5)。

なお、運動中の汗中排泄量は1mg/日以下であり、出納の計算上は無視できる値であった。また、血清Mgは実験期間中に有意な変化を示さなかった。

図2に示したようにMgの出納が0になるMgの摂取量を直接回帰式から求めると、

$$Y(\text{摂取量}) = 0.376 X(\text{出納}) + 4.849 \dots (=0.018) \cdot (1)$$

となり、有意な数値は求まらない。しかし、マグネシウムの出納と見かけの吸収量、見かけの吸収量と摂取量との間にそれぞれ相関があることから、それぞれの回帰式を用いてMgの出納が0になるMgの摂取量を求めた。

すなわち、

$$Y(\text{摂取量}) = 1.387 X(\text{見かけの吸収量}) + 2.100 \dots (=0.415) \cdot (2)$$

$$Y(\text{見かけの吸収量}) = 0.770 X(\text{出納}) + 1.884 \dots (=0.376) \cdot (3)$$

を用い、式(3)より、出納が0となる見かけの吸収量(1.884)を式(2)に代入すると、

$$Y(\text{摂取量}) = 1.387 \times 1.884 + 2.100 = 4.713$$

となり、有意な数値ではない式(1)で求めた値とほぼ一致した。

D. 考察

1. マグネシウムの出納と摂取量に関して

マグネシウムの場合にも、摂取量を増加させると、出納を正に出来ると考えられており、この考え方をもとに、第6次改定日本人の栄養所要量—食事摂取基準—が策定された。

しかし、蓄積データのMg摂取量レベルでは、出納が0となるMg摂取量(mg/kgBW/日)を科学的根拠をもって示すことはできなかった。これまでに一人一日当たり(mg/日)で検討したMgの出納結果では、Mgの最低必

要量は150mg/日程度であり、それ以上のMg摂取では出納は正になるとされてきた。

しかし、さまざまな生活環境を加味して実施したその後の検討では、Mg摂取量が多くても出納が負となる場合があった。

また、一日150mgの比較的低Mg食を与えた場合でも、この食事に180mg/日のMgを酸化マグネシウムとして補足した場合でも、Mgの出納はほとんど変化せずMgの補足の有効性は健常人では明らかにできなかった。

一方、過食、ストレス、無酸素的運動など、生活習慣病の危険因子が生体に負荷されると、摂取量とは独立して尿中Mg排泄が亢進することも明らかになってきた。

これらのことから、栄養素であるMgの場合には、栄養素ではない薬物の場合とは異なり、用量依存性に吸収量が増加するのではなく、身体がMgを要求し、しかも、身体がMgを吸収できる条件下で、はじめて吸収量が増加するのであり、身体のMg要求量が少ない場合や、吸収能力が低下している場合には、摂取量が多くても出納が負になる場合もあるという、Mgの調節機構の存在を示唆するものである。

実際に、Mg摂取量の多寡にかかわらず、Mgの出納と見かけの吸収率は正の相関があり(図3)、本実験の成績も上記理論を支持していると考えられる。

2. マグネシウムの所要量に関して

これまでの考察から、特定の年齢層や性別集団の必要量を測定し、その集団における50%の人が必要量を満たすと推定される1日の摂取量(平均必要量)、平均必要量が算定される場合の栄養所要量(平均必要量+2SD、健康人のほとんど(97%)の要求量をみた

す)、また、平均必要量が算定されない場合の栄養所要量(特定の集団においてある一定の栄養状態を維持するのに十分な量)も、日本人青年を対象とした本研究では、直接科学的根拠を持って示すことができなかった。

本研究で間接的に得られた、Mg 出納を 0 にする Mg の摂取量 4.713 mg/kgBW/日という値は、実験的に得られた値であり、さまざまな生活環境の中で集団の 50% の人が出納を維持できた量である。

したがって、Mg の栄養所要量を策定するときに用いる平均必要量 (the estimated average requirement (EAR) of Mg) の概念に近い値と考えることが出来る。

しかし、本研究は、Mg の場合、摂取量を増加させることによって出納を正に導くことができないことも示しており、Mg の所要量を平均+2 SD で示すことの妥当性を支持しなかった。

通常は所要量は特定の性年齢別集団のほとんどの人の出納を正に保つ食事からの摂取量である。しかし、Mg の場合、食事からの Mg 摂取量以外の因子が Mg の出納を正に保つためにより重要であり、日常の食事においては食事からの Mg 摂取量自体は Mg の出納に大きな意味をもたないことを本報告では示したことになる。マグネシウムを食事に補足しても Mg の出納に顕著な影響を示さなかったことも、この理論を支持している。

なお、摂取量と見かけの吸収率 (%) との間には弱い負の相関が示されているが、同じ摂取量でも、見かけの吸収率に大きな個人差が存在し、見かけの吸収量が異なっている。したがって、Mg の出納を正に保つためには、有酸素運動、十分な休養・睡眠、労働時間の短縮、ストレス回避、楽しい食生活などを、

Mg の摂取とともに指導することが望まれ、所要量策定に際し、本研究で提示した出納が 0 となる摂取量に 2× (標準偏差) を加える根拠は見出されない。

3. ストレス負荷時のミネラル出納について

ストレスとミネラル代謝の関係について検討するために、ストレスを負荷する期間と対照期でミネラルの出納を測定したがストレスによるミネラルの吸収抑制は観察されなかった。より強いストレス負荷を与えさらに検討する必要のある問題である。

E. 結論

ストレスとミネラル代謝の関係について検討するために、ストレスを負荷する期間と対照期でミネラルの出納を測定したがストレスによるミネラルの吸収抑制は観察されなかった。

日本人青年 86 名を対象に実施したマグネシウムの出納実験データを mg/kgBW/日の単位で解析し、

1. Mg の摂取量 2.44~7.83 mg/kgBW/日の範囲では Mg の摂取量と出納は相関しないこと。
2. Mg の補足は Mg の出納を正の方へ導かないこと。
3. 間接的に求めた出納を 0 にする Mg の摂取量は 4.71 mg/kgBW/日であること。

などを根拠に、Mg の所要量について考察した。

F. 健康危険情報

カルシウム、マグネシウムの不足状態は摂取量だけではなく吸収量や尿中排泄量が問題となり、食塩の摂取不足、ストレス、過食(工

エネルギー摂取過剰)による排泄増大が問題である (G. 1. -1)、2)。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Kodama N, Nishimuta M, Morikuni E, Yoshioka Y, Takeyama H, Yamada H, Kitajima H, Ono K : Sodium intake and Balance in Japanese. 8th World Salt Symposium VOLUME 2 (ed. Geertman RM) ELSEVIER, Amsterdam : 1261-1262 (2000)
- 2) Nishimuta M : The concept of intracellular-, extracellular- and bone-minerals. BioFactors 12: 35-38 (2000)

2. 学会発表

- 1) Kodama N, Nishimuta M, Takeyama H, Yoshioka YH, Yamada H, Kitajima H, Ono K : Sodium Intake and Balance in Japanese. 8th World Salt Symposium (2000.5.10, The Hague, The Netherlands)
- 2) Nishimuta M, Kodama N, Yoshioka YH, Morikuni E : Magnesium intake and balance in Japanese . 9th International Magnesium Symposium

(2000.9.13, Vichy, France)

- 3) Meludu SC, Nishimuta M, Yoshitake Y, Toyooka F, Kodama N, Kim CS, Maekawa Y, Fukuoka H : Magnesium homeostasis before and after highintensity (anaerobic) exercise. 9th International Magnesium Symposium (2000.9.15, Vichy, France)
- 4) 西牟田守 : 栄養所要量と微量元素. 第11回日本微量元素学会(2000.6.30, 名古屋)
- 5) 西牟田守、児玉直子、日達(吉岡)やよい、森國英子、山田英明、北島秀明、武山英麿: 人体におけるマグネシウムの出納試験. 第20回日本マグネシウム研究会 (2000.11.25, 奈良)

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

表. 1 被験者の身体組成

ID	sex	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)		STF* (mm)	Blood Pressure (mmHg)	
				Initial	Final		Systolic	Diastolic
a	f.	23	152.2	45.12	46.07	33.0	104	62
b	f.	21	162.0	57.29	56.75	36.5	120	70
c	f.	20	168.7	57.21	57.09	34.0	100	64
d	f.	20	164.5	55.23	54.62	25.0	110	68
e	f.	26	167.0	61.78	60.18	31.0	102	68
f	f.	19	163.2	51.35	51.75	25.0	90	50
g	f.	19	164.6	57.40	56.84	32.5	100	70
h	f.	21	164.9	60.54	59.81	53.0	114	72
i	f.	22	164.2	56.54	56.72	46.5	110	70
j	f.	20	157.4	48.75	49.02	25.0	100	60
k	f.	19	164.9	58.21	56.55	22.5	90	64
l	f.	21	158.0	46.59	46.69	23.5	90	60
mean		21	162.63	54.67	54.34	32.3	102.5	64.8
s.d.		2	4.62	5.43	4.83	9.5	9.7	6.2

*STF: skin fold thickness (sum of upper arm back and subscapula)

図1. プロトコール

Step		pre.				step 1				step 2				post		
Exp. Day	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Menu No.	A	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	A
Samples																
Meal		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Urine		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Feces																
(marker)																
Blood		○			○	○			○	○			○	○		
Stress																
Group A(n=6)						○	○	○								
Group B(n=6)										○	○	○				

A: ad-lib

表 2. 1日当たりのエネルギーおよび栄養素摂取量

栄養素等	calculated (unit)	measured (unit)	(%)
エネルギー	1888 kcal		
たんぱく質	66.2 g		
脂質	68.8 g		
糖質	243.6 g		
繊維	3.8 g		
ナトリウム	3759 mg	3445 mg	91.6
カリウム	2369 mg	1829 mg	77.2
カルシウム	369 mg	294 mg	79.7
マグネシウム		188 mg	
リン	918 mg	833 mg	90.7
鉄	10.2 mg	10.25 mg	100.5
亜鉛		7.01 mg	
銅		1.38 mg	
マンガン		2.75 mg	
レチノール	237 μ g		
カロテン	4161 μ g		
A効力	3135 IU		
B1	1.28 mg		
B2	1.12 mg		
ナイアシン	13.3 mg		
C	97 mg		

Table 3 Results of balances with or without stress for 4 days (n=12)

A(Na, K)

	dietary intake (mg)	fecal output (mg) (%)	apparent absorption (mg) (%)	urine output (mg) (%)	retention (mg) (%)
Sodium(Na)					
Stress					
mean	3445	90 (3)	3355 (97)	3098 (90)	257 (7)
s.d.		83	87	289	268
range		(22;326)		(2715;3680)	(-257;714)
Control					
mean	3445	84 (2)	3361 (98)	3040 (88)	321 (9)
s.d.		79	77	185	186
range		(12;305)		(2803;3472)	(-94;601)
p-value		0.76	0.78	0.63	0.60
Potassium(K)					
Stress					
mean	1829	260 (14)	1569 (86)	1266 (69)	303 (17)
s.d.		136	135	126	150
range		(23;467)		(1111;1583)	(15;522)
Control					
mean	1829	244 (13)	1585 (87)	1316 (72)	269 (15)
s.d.		130	131	119	157
range		(38;455)		(1033;1513)	(9;554)
p-value		0.44	0.43	0.25	0.53

Table 4 Results of balances with or without stress for 4 days (n=12)

B(Ca, Mg, P)

	dietary intake (mg)	fecal output (mg) (%)	apparent absorption (mg) (%)	urine output (mg) (%)	retention (mg) (%)
Calcium(Ca)					
Stress					
mean	294	218 (74)	76 (26)	126 (90)	-51 (-17)
s.d.		45	44	40	51
range		(176;291)		(49;186)	(-150;28)
Control					
mean	294	209 (71)	85 (29)	125 (88)	-40 (-14)
s.d.		32	34	39	19
range		(152;280)		(52;193)	(-81;-10)
p-value		0.76	0.41	0.48	0.38
Magnesium(Mg)					
Stress					
mean	188	107 (57)	81 (43)	75 (40)	6 (3)
s.d.		23	22	12	22
range		(76;154)		(56;97)	(-37;35)
Control					
mean	188	103 (54)	86 (45)	74 (39)	12 (6)
s.d.		19	21	12	12
range		(70;134)		(55;91)	(-8;33)
p-value		0.43	0.43	0.25	0.39
Phosphorus(P)					
Stress					
mean	833	223 (27)	610 (73)	604 (73)	6 (1)
s.d.		44	44	60	65
range		(173;304)		(532;699)	(-129;106)
Control					
mean	833	211 (25)	622 (75)	593 (71)	29 (4)
s.d.		30	34	52	45
range		(157;279)		(504;711)	(-77;83)
p-value		0.34	0.40	0.40	0.17

Table 5 Results of balances with or without stress for 4 days (n=12)

C(Fe, Zn, Cu, Mn)

	dietary intake (mg)	fecal output (mg) (%)	apparent absorption (mg) (%)	urine output (mg) (%)	retention (mg) (%)
Iron(Fe)					
Stress				*	
mean	10.25	8.89 (87)	1.35 (13)	0.10 (1)	1.25 (-17)
s.d.		1.47	1.53		1.53
range		(6.37;11.29)			(-0.98;3.94)
Control					
mean	10.25	8.31 (81)	1.94 (19)	0.10 (1)	1.84 (-14)
s.d.		0.72	0.65		0.65
range		(7.14;9.29)			(0.71;2.84)
p-value		0.25	0.41		0.26
Zinc(Zn)					
Stress					
mean	7.01	6.29 (90)	0.72 (10)	0.39 (6)	0.33 (5)
s.d.		1.20	1.19	0.10	1.20
range		(4.45;8.79)		(0.17;0.54)	(-2.03;2.17)
Control					
mean	7.01	5.86 (84)	1.14 (16)	0.38 (5)	0.76 (11)
s.d.		0.49	0.51	0.11	0.55
range		(5.62;6.45)		(0.13;0.51)	(-0.03;2.13)
p-value		0.15	0.43	0.66	0.14
Copper(Cu)					
Stress				*	
mean	1.38	1.04 (75)	0.34 (25)	0.05 (4)	0.29 (1)
s.d.		0.16	0.16		0.16
range		(0.83;1.46)			(-0.05;0.58)
Control					
mean	1.38	0.99 (72)	0.39 (28)	0.05 (4)	0.34 (4)
s.d.		0.06	0.07		0.07
range		(0.90;1.04)			(0.22;0.51)
p-value		0.38	0.37		0.37
Manganese(Mn)					
Stress				*	
mean	2.75	2.88 (104)	-0.13 (-5)	0.01 (0.4)	-0.14 (-5)
s.d.		0.46	0.47		0.47
range		(2.35;3.94)			(-1.14;0.44)
Control					
mean	2.75	2.72 (99)	0.03 (1)	0.01 (0.4)	0.02 (1)
s.d.		0.14	0.14		0.14
range		(2.51;2.99)			(-0.30;0.19)
p-value		0.32	0.32		0.32

*尿中Fe、Cu、Mn排泄量は経験的に得られた推定値である

表6. 出納実験の被験者数、出納期間とミネラル摂取量

	sex	n	day	ミネラル摂取量		
				Ca(mg/d)	Mg(mg/d)	P(mg/d)
1	f	12	8	672	261	
2	f	8	12	719	279	1116
3	f	12	10	494	194	886
4	f	8	12	629	261	1259
5	m	13	5	1144	380	2217
6	f	6	10	802	283	1628
7	f	9	8	653	216	1182
8	f	8	8	671	243	1159
9	m	5	10	676	154	1223
10	m	5	10	676	334	1223
Total		86				

表 7. マグネシウム出納の各指標間の回帰相関係数

	Feces	Absorption	Absorption (%)	urine	sweat	balance
Diet	0.796	0.415	0.127	0.435	0.004	0.018
Feces	-	0.052	0.528	0.219	0.000	0.036
Absorption		-	0.215	0.396	0.004	0.376
Absorption(%)			-	0.001	0.002	0.301
urine				-	0.003	0.052
ssweat					-	0.001
balance						-

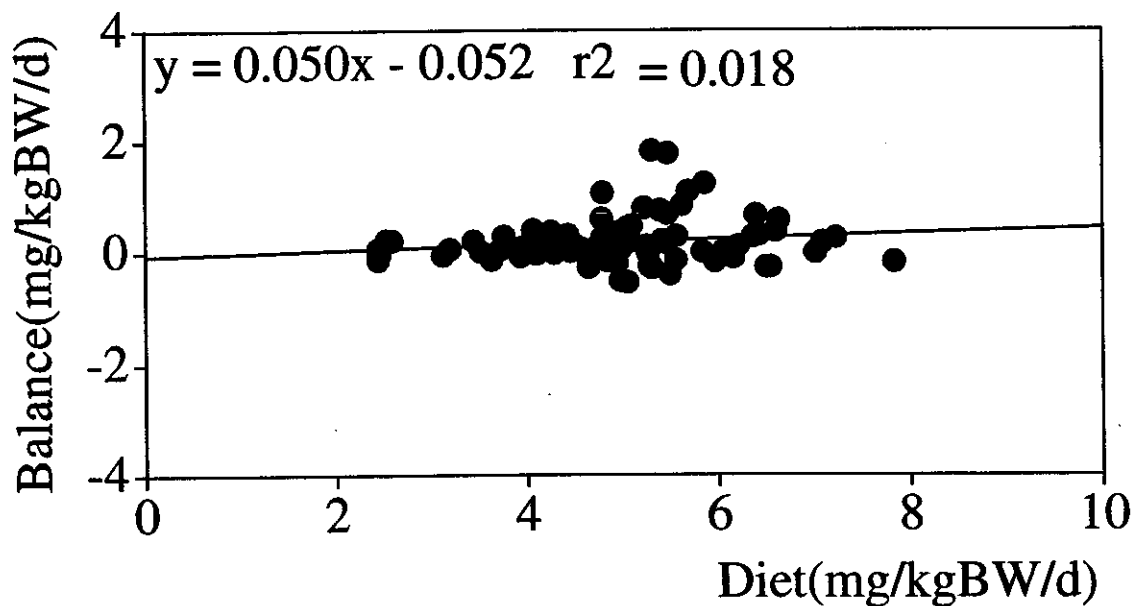


図 2. マグネシウムの摂取量(Diet)と出納との関係(n=86)

日本人青年男女86名を対象として実施したマグネシウムの出納実験の摂取量と出納結果の関係を1日一人体重kg当たり (mg/kgBW/日) で図示した。実験で供給したMgレベルでは、Mg摂取量とMg出納の間には明かな相関関係は見出されなかった。