

日本人青年女子におけるマグネシウムの出納

聖徳栄養短期大学
鈴木 一正
国立栄養研究所健康増進部
西牟田 守

Magnesium Requirement in Japanese Young Woman

by Kazumasa Suzuki and Mamoru Nishimuta*

Seitoku Junior College of Nutrition

* The National Institute of Nutrition

Human magnesium (Mg) requirement was studied using four human balance studies, whose dietary Mg intake levels were between 160 mg/day and 400 mg/day.

At the experiment whose dietary Mg intake was 160 mg/day, intake and output of Mg were equilibrated, and no obvious body retention of Mg was observed. At other experiments, whose dietary Mg levels were more than 170 mg/day, body retention of Mg were obviously recognized. It was assumed that minimum requirement for Mg in Japanese young woman was 160 mg/day.

Daily urinary Mg excretion levels at each experiment were almost the same among the four experiments. At the 160 mg/day experiment, the urinary Mg excretions of subjects showed marked inverse correlation to the fecal Mg excretions. These suggested that intestinal absorption of Mg played the most important role in Mg metabolism at low dietary Mg level in man.

はじめに

マグネシウム (Mg) が生体にとって、生化学的触媒や反応の賦活、神経刺激の伝達、骨形成等、カルシウムと共同し、多くの働きをもつ、極めて重要な元素であることは周知の通りである。しかし、Mgは、従来、日常の食生活において欠乏することが稀であったため、栄養学的にはあまり考慮されていなかった¹⁾ところが、近年の食生活は急激に変化し、Mg等食品成分表未載栄養素の摂取状況も大巾に変化してきたと考えられる²⁾さらに、血清や尿中のMgレベルと、いくつかの成人病危険因子との間に相関があることも明らかとなった³⁾

一方において、Mgの人体における必要量に関する研究報告は極めて少なく、特に日本人について行なわれた実験報告は少ない⁴⁾そこで、Mgの必要量を明らかにし、さらに、Mgの代謝動態を検討する目的で、

被験者を用い出納試験を行なった。

方 法

本研究は健康な日本人青年女子(18~22才)を被験者とした4回の代謝実験で構成されている。代謝実験の食餌構成は、日本人の日常食に近くなるようにした。すなわち、食品の種類をなるべく数多く用いることを考慮して作成した試験食を用いた。実験期間中は、各被験者に同一の、規定された試験食を全量摂取させたが、さらにカロリー不足を訴える被験者には、これに加えて市販の氷砂糖を摂取させた。飲料水はイオン交換水とし、自由摂取とした。献立例を表1に示す。各回の被験者数及び実験期間は表2の通りであるが、実験に先立ち2日、又は、3日の予備期間を設定し、主食(めし)の摂取量を見積り、全量摂取法を被験者に熟知させた。

実験期間中、食事及び尿は1日単位で採取し、尿は実験期間を単位とし、全量回収した。採取した各試料は硝酸(関東化学UGR)を用いて湿式分解し、その一部を用い、原子吸光法によりマグネシウムを測定した。

なお、代謝出納実験の期間中、毎日1回約30分の強制発汗試験を行ない、汗中Mg排泄量に関して検討を加えたが、⁵⁾皮膚を介するMgの排泄に関しては、實際上無視し得る量であったので、考慮しなかった。

表1 献立例

献立	材 料	可食部(g)	献立	材 料	可食部(g)
(朝食)			のり	焼 のり	2.5
御飯	めし	150	牛乳	牛乳	100
味噌汁	味噌	15	杏仁豆腐	牛乳	61.5
	かつお節	2		寒天	0.6
	ふ	3		砂糖	15.4
	長ねぎ	1	(夕食)		
納豆	糸ひき納豆	35	親子丼	めし	150
	長ねぎ	3		鶏肉ささ身	30
付け合せ	なめ茸	15		玉ねぎ	40
	しょうゆ	2.5		全卵	50
のり	焼 のり	1.5		砂糖	8
牛乳	牛乳	100		しょうゆ	15
(昼食)				かつお節	2
御飯	めし	100	味噌汁	味噌	20
味噌汁	味噌	15		かつお節	2
	かつを節	2		じゃが芋	40
	豆腐	35	サラダ	トマト	35
	長ねぎ	1		きゅうり	20
付け合せ	梅干し	2	牛乳	牛乳	150
	福神漬	3	(間食)		
	塩	1.5		麦茶	200

Table 2. Subjects and Experimental Periods

No.	Subjects (n)	Experimental Periods
1	9	8 days
2	9	8
3	12	9
4	9	8

結 果

4回の代謝試験におけるMg出納の平均値を表3に示した。Mg摂取量が増加するに従い、尿中Mg排泄量は増加し、見かけの吸収量も増加したが、吸収率の変動は、平均値で見ると40~55%程度であり、大きな変化は示さなかった。また、本実験の範囲内では、尿中Mg排泄量はMg摂取量に依存しなかった。

Table 3. Input and Output of MAGNESIUM

No.	Input	mg/day/caputa ±SD			
		Output		Retention	
		Feces (Absorption)	Urine		
1	160	82 ± 15 (78)	70 ± 16	8	
2	170	76 ± 15 (94)	68 ± 16	26	
3	220	110 ± 21 (110)	52 ± 9.5	58	
4	400	240 ± 36 (160)	89 ± 20	71	

Mg摂取量とMg体内貯留量との関係をFig.1に示した。この図から、Mg摂取量1日160mgで、Mg出納はかろうじて正になっていることが推察される。また、Mg摂取量1日400mgになってもMg体内貯留量は大巾に増加しなかった。

Mg摂取量1日400mgおよび1日160mgの2回の実験における各被験者のMg出納をFig.2に図示した。Mg摂取量1日160mgの実験において、尿中Mg排泄量の個体差は大きく、46~94mg/dayの範囲であり、尿中Mg排泄量も同様に個体差が大きく、61~137mg/dayの範囲であった。しかし、尿中排泄量と尿中排泄量の和、すなわち、総Mg排泄量は139~195mg/dayと比較的狭い範囲に分布した。Mg摂取量1日400mgの実験においては、尿中Mg排泄量が56~125mg/dayの範囲であり、尿中Mg排泄量は188~284mg/dayの範囲であった。これらを合計した総Mg排泄量は264~409mg/dayと比較的広い範囲に分布した。

考 察

1. マグネシウムの最小必要量に関して

Jones et al.⁶⁾によれば、Mgの必要量に関する研究の結果、出納が正になるMg摂取量は1日当り17~28mEq(200~300mg/day)であるとしている。しかし、著者等の実験では、1日160mgのMg摂取時に尿、尿へのMg排泄量の合計は摂取量とほぼ同量であって、体内への蓄積は無く、この附近が平衡維持量

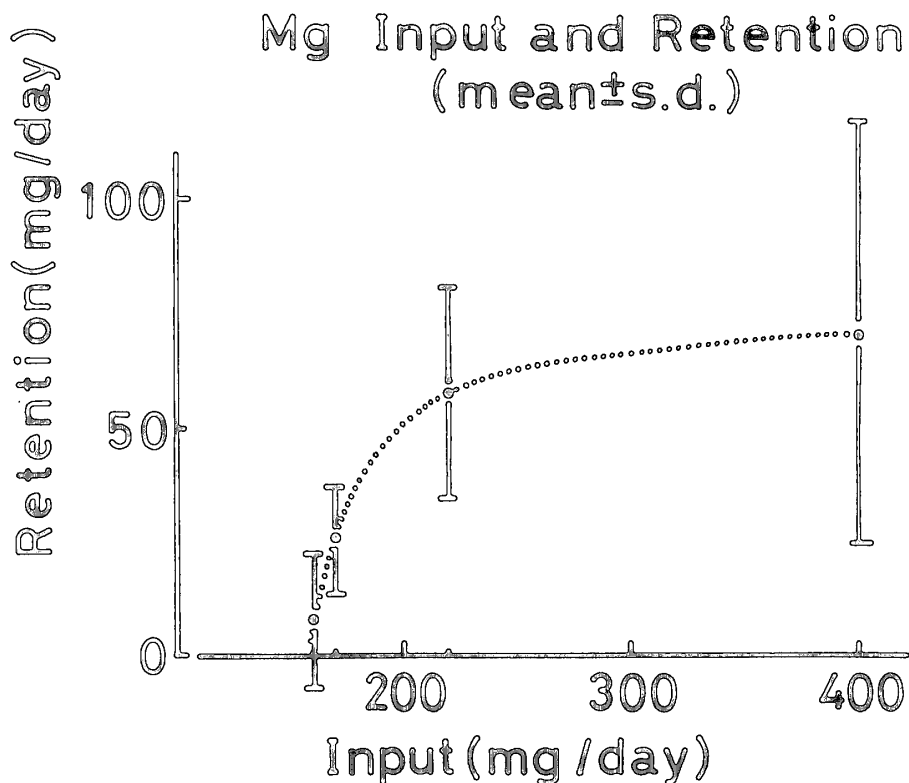


Fig. 1. Mg input and body retention at four balance studies. Values were shown as mean \pm s. d.

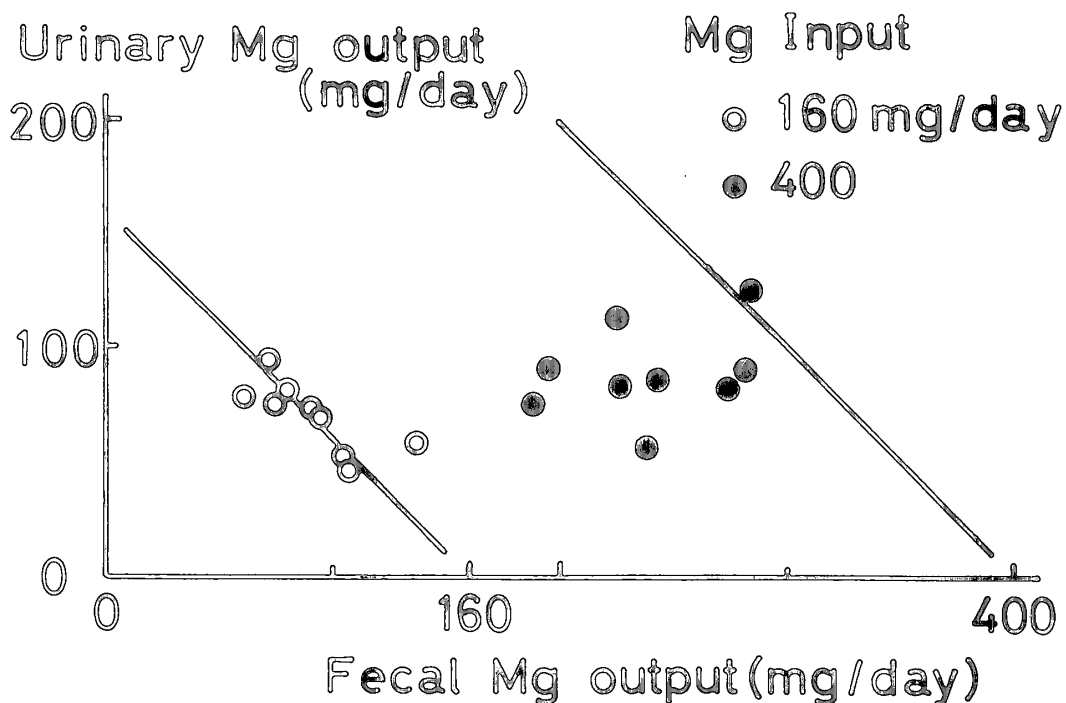


Fig. 2. Fecal and urinary Mg excretion. Open circles indicate individual values at Exp. 1 (Mg input; 160 mg/day). Closed circles indicate individual values at Exp. 4 (Mg input 400 mg/day). Two lines indicate balanced line, i. e.,
 $(\text{Mg input}) = Y(\text{urinary output}) + X(\text{fecal output})$,
 and circles beneath the line mean positive retention of Mg.

ではないかと推定される。Mg摂取量がこれより10mg/day増加しているMg摂取量1日170mgの実験では、Mg出納は明らかに正の出納である。さらにMg摂取量1日220mg、および、400mgの実験の場合は十分に正の出納を示した。

また、Fig 1からも推定されるように、Mg摂取量がおよそ1日200mgから400mgの範囲では、Mg摂取量の増大によって、Mgの体内蓄積量は増加しなかった。

以上のことから、本研究の範囲では、マグネシウムの平衡がMg摂取量1日160mg(13mEq/day)で維持されるものと考えられるが、各実験におけるMg摂取量の変化は、同一の試験食を基礎にして、これに、ある量のMgを付加して得られたものではなく、各実験ともに少しずつ異った食品材料の組合せによる混合食であり、食品の種類もできるだけ多くし(30~40種類)、しかも、日本人の食生活に広く用いられている材料を使用するように配慮し作成したものなので、実際の食生活におけるMgの消化吸收状態とはそれ程大きな違いはないものとする。ただし、性別や年齢、体重、労作強度等によって、Mgの最小必要量はある程度変動すると考えられるので、日本人全般に対する適用を考える場合には考慮する必要があると考える。

2. Mg出納維持機構に関して

Mg摂取低下により尿中Mg排泄が低下することが知られているが、⁷⁾本研究における摂取Mg160mg/dayの実験においても、摂取Mg400mg/dayの実験においても、尿中Mg排泄量は大きく変化していない。すなわち、尿中Mg排泄は本研究レベルのMg摂取量の範囲では摂取量に依存しないと考えられる。さらに、摂取Mg160mg/dayの実験で、各個人間の尿中および尿中Mg排泄量の違いを考慮し、考察すると、尿中Mg排泄の比較的多い被験者では尿中Mg排泄が比較的小なくなり、出納が保たれたと考えられる。すなわち、尿中Mg排泄が比較的多い被験者においては、Mgの腸管への分泌が低下するという因子も考慮しなければならないが、少なくとも見かけの吸収量(率)⁸⁾が増加しており、これによって平衡を保ったと考えられる。換言すると、Mgの出納に関しては、腸管からの吸収が調節因子として第一義的であり、腎からのMg排泄の調節による出納は二義的なものであると考えざるを得ない。この点に関してはHeaton⁹⁾の報告、および、Aikawa¹⁰⁾の総説とは少し相違する。なお、摂取Mg160mg/dayの実験における尿中Mg排泄量と尿中Mg排泄の各被験者間の回帰相関は、

$$Y(\text{尿中Mg mg/day}) = 114.13 - 0.4867 \times (\text{尿中Mg mg/day})$$

$$r = 0.745, \quad p < 0.05$$

となり有意な負の相関を示した。しかし、摂取Mg400mg/dayの実験では尿中Mg排泄量と尿中Mg排泄量との間に有意な相関がなく、摂取Mgが十分な場合には腸管からの吸収調節因子は大きな作用を発揮しないものと考えた。

ま と め

日本人青年女子を対象として実施した、食餌中のマグネシウムレベルが異った4回の出納試験の結果を考察し以下の結論を得た。

1. Mg摂取1日160 mgの実験ではMg体内蓄積がほぼ0となり、Mg摂取1日170 mg以上の実験では出納が明らかに正となった。日本人青年女子のMg最低必要量は1日160 mg程度であると推定する。
2. Mg摂取1日160 mgの実験においても、1日400 mgの実験においても尿中Mg排泄量は大きな違いを示さず、Mg摂取1日160 mgの実験では尿中Mg排泄量と尿中Mg排泄量が有意な逆相関を示したことから、腸管におけるMg吸収の調節が人体におけるMg代謝の主たる調節因子であると推察した。

引用文献

- 1) 石崎有信：無機質代謝・栄養学ハンドブック，pp. 605-658，技報堂，東京，1974.
- 2) 鈴木一正（未発表）
- 3) 竹村猛雄ほか：糖尿病患者におけるMg動態に関する研究，マグネシウム，2，57-64，1983.
- 4) 神谷保男：マグネシウム代謝に関する研究，栄養と食糧，9，50-58，1956.
- 5) 鈴木一正：発汗による有害重金属の排泄に関する研究(3)，環境保全研究成果集，23，1-18，環境庁編，1979.
- 6) Jones, J. E. et al.: Magnesium Requirement in Adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 20, 632-635 1967.
- 7) Shils, M. E.: Experimental Production of Magnesium Deficiency in Man. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 162, 847-855, 1969.
- 8) Schroeder, H. A. et al.: Essential Metals in Man. Magnesium. *J. Chron. Dis.*, 21, 815-841 1969.
- 9) Heaton, F. W.: The Kidney and Magnesium Homeostasis. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 162, 775-785, 1969.
- 10) Aikawa, J. K.: Biochemistry and Physiology of Magnesium. In; Trace Elements in Human Health and Disease II. edited by A. S. Prasad. Academic Press, New York, pp. 47-78, 1976.