

Title	学童におけるマンガン代謝
Author	茶珍, 俊夫 / 河野, 友美 / 鈴木, 信子 / 中野, 千惠子 / 中森, 清子
Citation	大阪市立大学家政学部紀要. 4 卷 1 号, p.19-25.
Issue Date	1957-03
ISSN	0473-4742
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学家政学部
Description	正誤表別ニアリ

Placed on: 大阪市立大学学術機関リポジトリ

Placed on: Osaka City University Repository

学童におけるマンガン代謝

茶 珍 俊 夫 ・ 河 野 友 美 ・ 鈴 木 信 子
中 野 千 恵 子 ・ 中 森 清 子

MANGANESE METABOLISM OF SCHOOL CHILDREN

By TOSHIO CHACHIN, TOMOMI KOHNO, NOBUKO SUZUKI,
CHIEKO NAKANO AND KIYOKO NAKAMORI

緒 言

動物において Mn は骨の異常, 肝脂肪, 血色素合成, 各種の酵素作用及び生殖等と密接な関係のあることが知られている。^(1,2) しかしながら Mn 代謝及び必要量に関しては二, 三⁽³⁻⁶⁾ の報告をみるに過ぎない。著者等は児童福祉施設において短時日ではあるが, 学童の Mn 出納を測る機会を与えられたので, その値について検討し, 更に別に行つた動物実験による結果と併せて考察し, また Ca との関係についてもしらべてみた。しかしながら結論的に見れば特に思わしいものも得られなかつたが, はつきりしない点に関しては更に今後の研究にまらしたい。

実 験

I. 定 量 法

1. マ ン ガ ン

Stiles⁽⁷⁾ は吸光光度計による Mn の分析法として, 過 沃 素 酸 で酸化する方法がよいと述べている。この指示により著者らは Richards⁽⁸⁾ の方法と 西村⁽⁹⁾ 及び伊藤⁽¹⁰⁾ の方法を参考に次のような方法で Mn を比色定量した。即ち試料を灰化し, これを 1:3 の塩酸に溶かして一定量とする。この中より更に一定量をとつて濃縮し更に蒸発乾固させ, これに 6ml の濃硫酸を加えて加熱する。硫酸の白煙を生じ始めてより更に 10 分間加熱を続けて後放冷する。次に純水 40 ml と 1% AgNO₃ 液 1ml 及び KIO₄ を 0.2g 加えてゆるやかに 10 分間沸とうさせる。冷却後正確に 50ml に稀釈して, 島津 DF-II 型の吸光光度計の 30mm 液槽及び 550m μ のフィルターを用いて吸光度を測定した。また別に各試料毎に同量の溶液をとり, 濃縮操作の前に 100 μ g の Mn 溶液を添加し, 上記と同じ操作を行い, Mn 不添加のものとの差より回収率を求めた。尚回収率は 93 \pm 7.3% であつた。各試料毎の回収率を夫々の計算のときに使用した。

2. カ ル シ ウ ム

尿素を用いる硫酸—過マンガン酸カリ法⁽¹¹⁾ で定量した。

3. 蛋白質

キールダール法により窒素を定量し、6.25 を乗じて蛋白質とした。

4. 脂肪

ソックスレーの脂肪定量装置を用いた。

II. 学童のマンガン平衡

大阪市及びその周辺の福祉施設 4ヶ所の 6才より13才迄の学童33名 (男18名, 女15名) について各 2日間 Mn 摂取量と排泄量を測定した。時季は1956年 7月より 9月に至る間である。糞便は一人あて全量を通風乾燥器で乾燥, 粉末にして均一にし, 一部をとつて分析に供した。一部の者については尿の 1日分はば全量を濃縮灰化し Mn を測定してみたが, 予備実験で行つた時と同様 Mn の発色がみられなかつたのと, Gallup ら⁽¹²⁾のこひつじを用いての実験や, Kent ら⁽⁶⁾の人体実験の報告より Mn の尿中排泄量は微量であり, しかもその量は条件に左右されないで一定であることより, 他の者については尿中排泄 Mn 量を測定しなかつた。

III. 動物実験

1. 白鼠における低マンガン食餌の影響
生後約 2ヶ月, 100g 前後の雄白鼠を 3群に分け, 56日間飼育した。A群は 6匹で普通食餌, B群は 7匹で低 Mn 食餌, C群は 7匹で低 Mn 高 Ca 食餌 (Ca 量を約 2倍とし Ca : P の比は一定しておく) を自由に与えた。食餌配合及びその Mn 及び Ca 含有量は, 第 1表の通りである。

Mn 摂取量は平均 A 群では 0.63

Table 1. Composition of Diets

Group	Contents of Materials		
	A (Control)	B (Low-Mn)	C (Low-Mn & High-Ca)
Mn (mg%)	5.40	0.60	0.60
Ca (%)	0.58	0.68	1.43
Composition of Low-Mn Diet (B-Group) gm.			
Mn-free whith flour (Extracted by 1% acetic acid)			24
Starch (Potato)			48
Cazein			18
Soybean oil			4
Minerals mixture			4
Vitamins mixture (Panvitan; Takeda Pharm. Ind. LTD.)			1
Inositol			0.1
Contents of 1 gm in Panvitan			
Vitamin A	2,500 I.U.	Folic acid	2.5 mg
Vitamin D ₂	200 I.U.	Vitamin B ₁₂	1
Thiamin	1.0 mg	Ascorvic acid	37.5 mg
Riboflavin	1.5 mg	Vitamin E	1.0 mg
Niacin	10.0 mg	Vitamin K	0.2 mg
Pyridoxine-HCl	1.0 mg	Ca-Pantothenate	2.5 mg
Composition of Mineral Mixture (Low-Mn; B)			
NaCl	243.2 g	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.4 g
K ₂ HPO ₄	174.0 g	K ₂ Al ₂ (SO ₄) ₄ ·24H ₂ O	0.2 g
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	800.0 g	KI	0.1 g
CaCO ₃	368.0 g	CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.2 g
MgCO ₃	82.0 g	ZnCl ₃	0.1 g
FeC ₆ H ₅ O ₇ ·3H ₂ O	36.0 g	K ₃ C ₆ H ₅ O ₇ ·H ₂ O	533.0 g

A Group (Control) ; Each 100 gm. of low Mn diet (B group diet) was added 4.9 mg of Mn solution (MnSO₄), C Group (High Calcium) ; This diet was included two-fold Ca salts for, C group diet.

mg/Rat/Day で B, C 群は何れも 0.06mg/Rat/Day である。尚排泄糞中 Mn を全期間に亘つて測定した。56日後屠殺し内臓の状態を観察、大腿骨の長さ、その乾量、灰分量、Ca 量及び屍体の灰分量 Ca 量等を測定した。

2. 犬における低マンガン食時のマンガン排泄状況

3回に亘り2匹の犬(♀)について低マンガン食を与えた時の糞中よりのマンガン排泄状況を観察した。飼料は白鼠B群の場合と同じものを一定量与えた。実験後普通食の犬2匹と共に解剖し肝臓及び腎臓の Mn を測定しその値を比較した。

IV. 糞中可溶性マンガンの測定

II の実験で作った乾燥糞便を一定量とり、純水で5回浸水して滲液と残糞中の Mn を測定した。

結 果

学童における Mn の摂取量、排泄量及び平衡は第2表の通りである。この表に見られる様に、平衡には相当に大きなバラツキがみられるが、これは実験期間が短かすぎたのもその一因であると考えられる。平衡の平均をみると、年令、男女の間にはあまり差は見られず、またその値は殆んど零に近かつた。

Table 2. Results of Balance Experiments of Manganese by School Children

Age	Boys			Girls				
	Subject	Intake mg	Excre. mg	Balnce mg	Subject	Intake mg	Excre. mg	Balance mg
6	1	4.66	4.55	+0.09	101	4.21	5.51	-1.30
	2	3.03	5.62	-2.59	102	3.54	2.42	+1.12
	3	2.85	2.57	+0.28	103	3.05	4.49	-1.44
	4	3.40	1.39	+2.01	104	2.78	3.48	-0.70
	5	3.20	4.35	-1.16	105	2.96	2.51	+0.45
8	6	3.59	3.35	+0.24				
	7	3.01	3.29	-0.28				
	8	2.70	3.74	-1.04				
	mean	3.30	3.61	-0.31	mean	3.31	3.68	-0.37
9	9	3.97	2.36	+1.61	106	5.19	3.98	+1.21
	10	4.03	4.07	-0.04	107	5.39	1.53	+1.87
	11	3.33	7.65	-4.32	108	3.05	4.11	-1.06
	12	3.37	4.18	-0.81	109	3.28	2.40	+0.88
	13	3.37	2.48	+0.90	110	3.39	2.35	+1.04
11	14	3.41	2.46	+0.95	111	3.02	4.58	-1.55
	15	3.36	1.88	+1.50				
	mean	3.55	3.58	-0.03	mean	3.55	3.16	+0.40
12	16	5.77	1.64	+4.13	112	3.27	4.81	-1.55
	17	3.42	4.05	-0.63	113	3.28	2.65	+0.62
14	18	3.37	3.72	-0.35	114	3.65	3.31	+0.34
					115	3.76	4.14	-0.38
	mean	4.19	3.14	+1.05	mean	3.49	3.73	-0.24
Average of boys			Average of girls					
	3.55	3.52	+0.03	3.45	3.48	-0.03		
Average of all subjects								
	3.50	3.50	0					

生長の途中で Mn が不足した場合どのような影響があるかをみたのが白鼠における実験である。

ある程度成長した白鼠について低 Mn 食餌を与えて五、六日間飼育した結果は第1図の成長曲線と第3表の値のようで、各群の間における差は肝臓の Mn 量及び脂肪量以外にはあまりみられず、灰分、骨の長さ、Ca 量、成長等の間には差という程のものはみられなかつた。尚低 Mn 食餌における Mn の平衡を犬を用いて観察した結果は第2図の通りである。

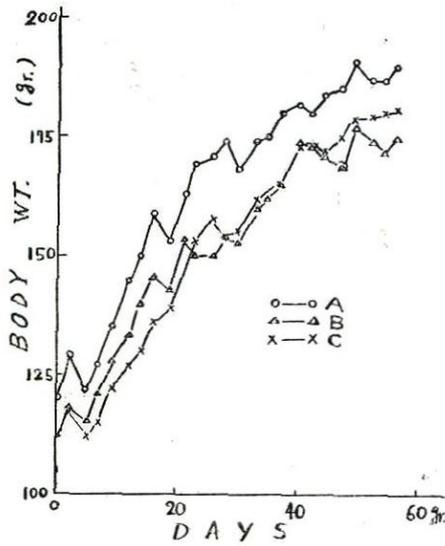


Figure 1. Growth Curve of Albino Rats.

- A; Control Diet.
- B; Low Manganese Diet.
- C; Low Manganese and High Calcium Diet.

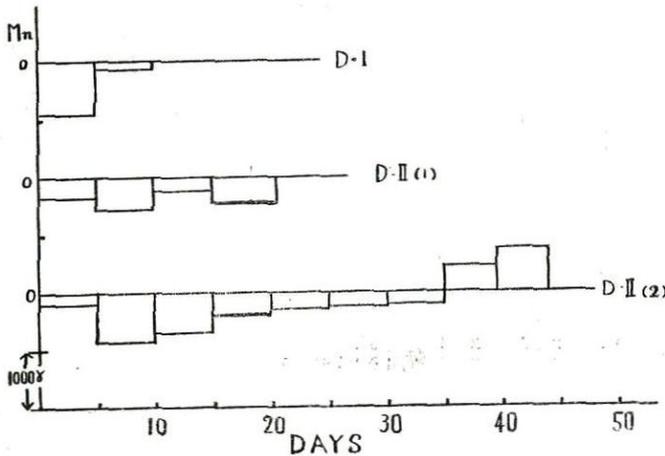


Figure 2. The Manganese Balances of Dogs When Low Manganese Diet Received.

考 察

第2表でみられたように代謝測定の結果は平衡が殆んど零に近い。もしMnの排泄が尿から行われるのであれば、出納の差が零であるということは平衡に達していると考えてもよいのである。しかしMnの排泄は殆んど糞便中に行われるから^(6, 12, 13, 15)果してどれだけ吸収されたものかどうか不明であり、この場合の平衡は見かけだけのものに過ぎない。またこの施設児童の糞便を水で抽出し可溶性Mnの量を測つてみると10%前後に過ぎない(第4表)。数種の野菜についての煮沸時のMn溶出を測定してみると、殆んどその溶出がみられない。⁽¹⁴⁾ これらのことよりPerlaら⁽¹⁵⁾も述べている如く天然物中のMnは水溶性になりやすく、また吸収される部分も少ないのではないだろうか。このことより学童のMn必要量は割合に少ないか、或いはHegstedら⁽¹⁶⁾がCaについて述べているように、Mnにおいても低い

摂取(此の場合、吸収される部分)が長期に亘つた結果、それに適応しているのではないかということも考えられぬことはない。

Eversonら⁽³⁾は幼児の、Kehoeら⁽⁴⁾は成人について平衡試験を行い、その結果から必要量を推定し、また最近De⁽⁵⁾も成人について米の食時Mn最低必要量を平衡試験より求め、2.74 mg/Day という数字

を出している。その外Kentら⁽⁶⁾は人体実験でMnの尿中排泄が大変わずかであること、注射によつてMnを与えると、そのときにはMnの蓄積があるが、次の期間に多量の排泄があることなどを観察しているが、必要量に対しては何も解かれていない。

著者らの実験は期間が大変短くもあり、また以上述べてきたように、種々の複雑な因子も含まれているので、必要量を推定することは差ひかえたいと思う。しかし、Eversonら⁽³⁾は小児1日体重1kg 当り0.2—0.3mgの値を出しているから、これに著者らの行つた実験の被験者の平均体重を

乗じてみると、その Mn の必要量は約 4.9—7.3mg となり、著者らの実験の平均摂取量（これには平衡試験を行わなかつた日の分も入っている）3.61mg と比べてみると、施設児童の Mn 摂取量は Everson らの提出する値よりも大分低くなる。しかし、成人⁽⁴⁾の 4mg/Day にほぼ近く、また De⁽⁵⁾の成人最低必要量 2.74mg よりは少し多く摂っていることとなる。このように数字上からみれば不足ということはあまり考えられないように見える。ただ先にも述べた適応性ということもあり、また第 2 図の犬に低 Mn 食餌を与えたときの平衡状況にみられるように、長期間に亘る低 Mn 食餌摂取により、少しの Mn をも利用しようとする傾向よりみて、もし学童が長期間利用し得る Mn の

Table 3. Effects of Manganese Deficient Diets Supplemented to Albino Rat

Group		A (Control)	B (Low-Mn)	C (High-Ca)
No. of rats use		6	7	7
Average body wt. when diets started	gm	120	114	114
Average body wt. when end of experiments	gm	190	175	181
Average of increased body weight	gm	70	61	67
Per cent of liver fat	%	7.5	8.6	9.3
Increased wt./intake diets	%	11.9	9.8	9.5
Ca/rat	gm	0.404	0.367	0.383
Body ash/rat	gm	5.7	5.5	5.4
Ca/ash	%	7.09	6.67	7.09
Ash/wt.	%	3.14	3.43	3.29
Length	cm	3.2	3.1	3.1
Ca	gm	0.079	0.072	0.077
Femur Ash	gm	0.153	0.133	0.141
Ca/ash	%	51.6	54.1	54.6
Dried wt.	gm	0.292	0.258	0.278
Ash/wt.	%	52.4	50.6	50.7
Total intake of Mn per rat	mg	36.36	3.56	3.32
Intake-Excrease in feces of Mn per rat	mg	10.37	1.00	1.28

Table 4. Water Soluble Manganese in Children's Feces.

Subject	I. K.	S. K.	M. Y.	K. Y.	O. K.	Average
Water sold. Mn (%)	8	122	4	4	16	9

Table 5. Manganese Contents of Liver and Kidney of Dogs.

Subject	Sex	Body wt. (kg)	Mn Content (mg/dog)	
			Liver	Kidney
D-II After low Mn diet received through 43 days	Fem.	9.5	0.32	0.04
D-III Normal diet received	Male.	7.5	0.77	0.03
D-IV Normal diet received	Fem.	6.0	1.04	0.04

低い量にならされてきたとすると、彼等は低 Mn にならされてしまっていることとなる。

白鼠及び犬（第 5 表）における低 Mn 食餌の影響にみられるように、表面上は変化がなくとも肝臓中の Mn 含有量が低下していることは、酵素に対しこの影響が考えられ、また第 2 表においてもみられ、Amdur ら⁽¹⁷⁾も述べているように、Mn 欠乏によつて肝脂量が増加することはやはり健康上望ましいことではない。

尚白鼠による Mn の実験は数多く報告されており、Holtkamp ら⁽¹⁸⁾はそれまでの研究について検討し、それに基づいて彼の実験を進めているが、著者らの場合とは何れも条件が異なっている。この白鼠の実験において高 Ca 群を作つたのは Mn がアルカリフオスファターゼ⁽¹⁹⁾に対し影響し、間接的に Ca と関係のあることより、もし低 Mn によつて Ca の利用が阻害されるということがあつ

たとき、Caが余分にあればどのようなようになるかを観察するためであつたのであるが、結果的には肝脂肪の量が他の群に比べ少し多かつた以外にはB群と比べて時に変化はみられなかつた。

先にも述べたように施設学童が摂取している位の量のMn摂取で、しかも天然食品中のMnが吸収されにくい事実より考えて、学童による平衡試験が負にならなかつたからと云つてMnが足りているとは断言できない。もしそのような意味でのみせかけの充分さであるならば、著者らの白鼠の実験やその他Mn不足の状態の障害に関連した評論^(1,2)より考えて動物における事実がそのまま人体にあてはまらないにしても、表面何ら変化がないにかかわらず内部において有害な影響を受けているかもしれないということが考えられる。このことを考えると、どの程度Mnを摂取すれば充分なのであるか（勿論そのMnの化合形態も考えて）ということをおくわしくしらべてみなければならぬが、これに関しては今後研究を続けて行きたい。

要 旨

学童について短期間Mn平衡をしらべた。平衡の平均は殆んど零であるが、そのバラツキは相当大きく、またMnの排泄が殆んど糞中から行われるので、必要量についてはくわしく考察を行わなかつた。尚糞便中水溶性Mnは10%内外であつた。またこのMn平衡実験の参考として、白鼠及び犬を使つて低Mn食の影響をみたが、ここで用いた生後約2ヶ月位のねづみにおいては表面上何等影響がみられず、唯肝臓中のMn及び脂肪量が異なるだけであつた。犬においては低Mn食を与え続けたところ、ある程度の期間をすぎると平衡が負から正に変化した。また低Mn食餌を与えられた犬は通常の食餌の犬に比べて肝臓中Mnの量が著しく低下していた。

低栄養に対する生体の適応性、表面上現われない障害などの事実を総合して考えると、学童のMn摂取量が適当かどうかということは更に検討を要する。

研究に便宜を与えられた各施設の関係者並びに著者らに調査に参加する機会を与え、また種々御援助いただいた栄養生理研究室の方々及び動物実験の飼料の一部を提供された大阪製粉会社、並びに武田薬品工業会社に感謝致します。

Summary

The manganese balance experiments have been studied by children. Eighteen boys and fifteen girls, all normal school children, six to thirteen years old, were subjected to the experiments. Table 2 shows their manganese intakes, excretions in feces, and balances on natural foods. These results show that average value of excreted manganese has been as much as intaked.

Another two experiments were studied. One, manganese deficient diets were supplemented to about 100 g body weight albino rats. They had been served 0.06 mg manganese per rat per day through 56 days. Composition of experimental diets were shown in table 1. The growth curves of animals and experimental results were

shown in figure 1 and table 3.

In the other experiment 2 dogs were used. They were served every day low manganese diet, which contains about 1 mg of manganese, and determined the excreted manganese in feces. Their manganese balances were shown in figure 2.

It is difficult that manganese requirements of animals have been shown, because excreted manganese was found almost from feces on human and animals (6,12,13). Therefore, we can not decided that the manganese intake of their children was deficient or sufficient.

文 献

- (1) 島田政夫, 中川・二国・吉川編, 朝倉書店, P.176 (1955).
- (2) McClure, M. J., Handbook of Nutrition, Am. Med. Associ., Blakistone Co., (N.Y.) P. 149 (1951)
- (3) Everson, G. J., and Daniels, A. L., J. Nutrition, 8, 497 (1954); 川村・芦田・福場訳栄養学の最新知識, 第一出版, P.74 (1956).
- (4) Kehoe, R.A., Cholak, J., and Story, R.V., *Ibid.* 20, 85 (1940); 上記栄養学の最新知識, P.74 (1956).
- (5) De, H. N., Indian J. Med. Resarch, 37, 301 (1949); C. A., 44, 5442.
- (6) Kent, N. L. and Mc Cance, R. A., Biochem. J., 35, 877 (1941).
- (7) Stiles, W., Trace Elements in Plant and Animals (邦訳), 朝倉書店, P.37 (1953).
- (8) Richards, M. B., Analyst, 55, 544 (1930); Milton and Waters, Methods of Quantitative Microanalysis, William Clowes and Sons LTD., P.292 (1949).
- (9) 西村雄吉, 分析化学, 1, 13 (1952).
- (10) 伊藤卓爾, 分析化学, 4, 353 (1955).
- (11) 久保彰治, 堤忠一, 食糧研, 5, 171 (1951).
- (12) Gallup, W. D., Walters, L. E., and McOsker, D. E., Proc Oklahoma Acad. Sci., 32, 71 (1951); Ann. Rev. Biochem. 23, 468 (1954).
- (13) Greenberg, D. M., Copp, D. H., and Cuthbertson, E. M., J. Biol. Chem., 147, 749 (1943).
- (14) 河野友美, 中野千恵子, 未発表.
- (15) Perla, D., Sandberg, M., and Holly, O. M., Proc, Soc, Exptl. Biol. Med., 42, 372 (1939); A., 44, 5442.
- (16) Hegsted, D. M., Moscoso, I., and Collazos, C., J. Nutrition, 46, 181 (1952).
- (17) Amdur, M. O., Norris, L. C., and Heuser, G. F., J. Biol. Chem., 146, 783 (1946).
- (18) Holtkamp, D. E., J. Nutrition, 23, 131 (1950).
- (19) Ellis, G. H., Smith, S. E., and Gates, E. M., J. Nutrition, 34, 21 (1947).