

EFFECT OF RICE ON ORAL IRON ABSORPTION

米飯の経口的鉄吸収能に及ぼす影響

MASAFUMI SEKI, M.D. 関 政文

STUART C. FINCH, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所—原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory councils, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC業績報告書は、ABCCの日本人および米人専門職員、顧問、評議会、政府ならびに民間の関係諸団体の要求に応じるための日英両語による記録である。業績報告書集は決して通例の誌上発表に代るものではない。

EFFECT OF RICE ON ORAL IRON ABSORPTION

米飯の経口的鉄吸収能に及ぼす影響

MASAFUMI SEKI, M.D. 関 政文

STUART C. FINCH, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
and
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

with funds provided by
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会

広島および長崎

米国学士院 - 学術会議と厚生省国立予防衛生研究所
との日米共同調査研究機関

米国原子力委員会, 厚生省国立予防衛生研究所および米国公衆衛生局の研究費による

CONTENTS

目次

Summary	要約	.....	1
Introduction	緒言	.....	1
Materials and Methods	対象および方法	.....	2
Results	結果	.....	3
Discussion	考察	.....	3
References	参考文献	.....	7

Table 1. Test meal composition

表	試験食の成分	2
---	--------	-------	---

Figure 1. Serum iron values of 4 healthy adults

図	健康成人4名の血清鉄値	.....	5
2.	Serum iron values of 2 adults with mild iron deficiency 軽度の鉄欠乏性貧血を有する成人2名の血清鉄値	.....	5
3.	Change in serum iron values from initial fasting levels for 4 healthy adults 健康成人4名の空腹時における血清鉄値の変化	.....	6
4.	Change in serum iron values from initial fasting levels for 2 adults with mild iron deficiency 軽度の鉄欠乏性貧血を有する成人2名の空腹時における血清鉄値の変化	.....	6

Approved 承認 26 March 1970

EFFECT OF RICE ON ORAL IRON ABSORPTION

米飯の経口的鉄吸収能に及ぼす影響

MASAFUMI SEKI, M.D. (関 政文); STUART C. FINCH, M.D.

Department of Medicine

臨床部

SUMMARY: Serial serum iron levels were determined in six adults following the administration of 50 mg of inorganic iron alone; with 120 g of rice; and with two boiled eggs. The serum iron response to oral inorganic iron was greatly modified by ingestion of rice in four normal adults, but showed little change in two adults with mild iron deficiency. Eggs ingested with iron did not diminish subsequent serum iron increases in both normal and iron deficient persons. Although the number of subjects is small, the results suggest that dietary rice may reduce oral iron absorption and may contribute to the high prevalence of iron deficiency anemia in Japan.

要約 成人対象者6名につき、無機鉄50mgの投与を単独に、また、米飯120g摂取後に、ならびにゆで卵2個摂取後にそれぞれ行ない、血清鉄値を測定した。経口的無機鉄投与の血清鉄への影響としては、健常者4名においては米飯摂取により著しい変化が生じたが、軽度の鉄欠乏患者2名には変化がほとんど認められなかった。鉄とともに卵を摂取した場合のその後の血清鉄の増加は、健常者および鉄欠乏者双方において低減しなかった。対象者数は少なかったが、今回の調査の結果では、米飯摂取によって経口的鉄吸収能の低下することが示唆され、これは、日本で鉄欠乏性貧血の多いことと関係があるかもしれない。

INTRODUCTION

The purpose of this study was to determine whether or not the ingestion of rice impairs iron absorption. The problem was investigated in a small group of adult subjects by means of an oral iron tolerance test.

The incidence of iron deficiency has been shown to be high in Japan despite adequate dietary iron intake.¹⁻⁴ In the ABCC-JNIH Adult Health Study population in Hiroshima about 1.3% of the men and 13.7% of the women have iron deficiency anemia.⁴ Although menorrh-

緒言

本研究の目的は、米飯の摂取が鉄吸収能障害の原因をなすかどうかを明らかにすることである。この問題を究明するため、少数の成人を対象に鉄経口投与による負荷試験を行なった。

食餌による鉄の摂取量がじゅうぶんであるにもかかわらず、日本では鉄欠乏性貧血の頻度が高い。¹⁻⁴ 広島市のABCC一予研成人健康調査対象集団においては、男の約1.3%に、また女の約13.7%に鉄欠乏性貧血が認められる。⁴ 月経過多、妊娠、授乳および胃腸管出血が、おそ

gia, pregnancy, lactation, and blood loss through the gastrointestinal tract probably account for most of this anemia there is the distinct possibility that impaired absorption of food iron also might contribute. Attention was focused on rice because of the large quantities consumed in Japan.

MATERIALS AND METHODS

The subjects for this study were three nurses and three physicians at ABCC. Two of the nurses had mild iron deficiency anemia with hemoglobin values of 11.3 and 11.6 g/100 ml and serum iron values below 70 μ g/100 ml. The three physicians and the other nurse did not have anemia and the serum iron values were 100 μ g/100 ml or greater.

The iron tolerance test consisted of the oral administration of 50 mg of inorganic iron in the form of ferrous sulfate to the fasting subject with serum iron values taken at 1, 2, and 3 hours after iron administration. The serum iron method was that described by Schade et al.⁵ The characteristics of the iron tolerance curve were used as the index of iron absorption. For example, a sustained rise in the serum iron of 100 μ g/100 ml or greater presumably was the result of significant absorption of the iron administered. Failure of the serum iron level to increase following the ingestion of ferrous sulfate suggested little or no iron absorption.

One week after the initial test it was repeated in an identical manner except that 120 g of boiled rice was given with the iron. A final test was performed 7-10 days later. In this test the iron was given with two boiled eggs which were isocaloric with the rice. The composition of the egg and rice meals are shown in Table 1.

らくこの貧血の主要原因であろうが、鉄吸収能障害も寄与しているかもしれないという可能性がある。日本においては、米の摂取量が高いので、ここでは米飯を中心に調査を行なった。

対象および方法

対象者は、ABCCの看護婦3名および医師3名であった。2名の看護婦では、血色素量はそれぞれ11.3および11.6 g/100 ml、血清鉄値は70 μ g/100 ml以下であって、軽度の鉄欠乏性貧血が認められた。医師3名および残りの看護婦1名には貧血はなく、血清鉄値は100 μ g/100 ml以上であった。

鉄負荷試験では、空腹時に硫酸第一鉄の形で無機鉄50mgを経口投与し、1、2および3時間後に血清鉄を測定した。血清鉄の定量法は、Schadeらが記述したものをを用いた。⁵ 鉄負荷曲線の特性を鉄吸収の指標として用いた。たとえば、血清鉄値が続いて100 μ g/100 ml以上に上昇した場合、これを投与した鉄の有意な吸収の結果によるものとみなした。一方、硫酸第一鉄摂取後、血清鉄値に増加がないことは、鉄吸収がほとんどないものとみなされた。

最初の試験を実施して1週間後に、同じ方法で試験を行なったが、対象者は鉄とともに米飯120 gを摂取した。7-10日後に最終試験を実施した。この試験では、鉄を、米飯と同じカロリーを有する2個のゆで卵とともに与えた。ゆで卵および米飯の成分は表1に示した。

TABLE 1 TEST MEAL COMPOSITION

表1 試験食の成分

	Boiled Rice 120 g 米飯	2 Boiled Whole Eggs ゆで卵2個
Calories カロリー	169	152
Water 水 g	78	75
Protein 蛋白 g	2.6	12.7
Fat 脂肪 g	0.4	11.2
Carbohydrate 炭水化物 g	38.8	-
Iron 鉄 mg	0.1	2.6
Phosphorus 磷 mg	78	230
Calcium カルシウム mg	2	65

RESULTS

The iron tolerance curves following the administration of iron alone, iron plus rice, and iron plus eggs are shown for the non-anemic subjects in Figure 1 and for the iron deficient subjects in Figure 2. The change from the fasting values are expressed in $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ in Figures 3 and 4.

Following the administration of iron alone serum iron values rose from 60 to 160 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ in each of the non-iron-deficient adult subjects. Serum iron increases of 170 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ and 200 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ occurred in the iron deficient subjects. Each of the four subjects without anemia showed a flat iron tolerance curve when rice was ingested along with the iron. Rice had little or no effect in modifying the serum iron response in the subjects with mild iron deficiency.

In both normal subjects and those with iron deficiency, the ingestion of iron with eggs produced serum iron changes virtually identical with those resulting from iron alone.

DISCUSSION

The results suggest that the rice diminished the absorption of inorganic iron in the non-iron-deficient adult but had no appreciable effect in the iron deficient subjects. This conclusion is based on the assumption that a flat iron tolerance curve represents little or no iron absorption. In the interpretation of these studies it must be appreciated, however, that the iron tolerance method for determining iron absorption is crude. The serum iron concentration is a function of iron entering the plasma from several sources (iron depots, hemoglobin catabolism, and intestinal tract absorption), its removal for erythropoiesis, and transport to various depots.⁶ During an iron tolerance test it is unlikely that there is any substantial change in the rate of erythropoiesis, exchange of iron between depots, or the rate of hemoglobin turnover. Thus, a flat iron tolerance curve might be the result of either decreased or delayed absorption of iron from the intestinal tract. In these studies there is no way of being certain that the flat curves with the rice meal were not due to delayed rather than decreased iron absorption.

The iron tolerance test has been used widely for the detection of iron deficiency.⁷⁻¹² Some investigators have found excellent correlation between the shape of the curve and the presence of iron deficiency.⁷⁻¹⁰ Others have found it unreliable.^{11,12} Most investigators generally agree that it is not the best method for detecting iron deficiency but

結 果

鉄のみ、鉄+米飯および鉄+鶏卵をそれぞれ投与したあとの鉄負荷曲線は、貧血がない者については、図1にこれを示し、鉄欠乏性貧血を有する者については、図2に示した。空腹時の吸収値との差異は、図3および図4に $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ で示した。

鉄のみ投与後の血清鉄値は、鉄欠乏が認められない成人において、60 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ より 160 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ まで上昇した。一方、鉄欠乏が認められた者では、170—200 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ まで増加した。貧血のない者4名では、米飯と鉄とを摂取した場合、鉄負荷曲線は平坦であった。軽度の鉄欠乏性貧血を有する者では、米飯は、血清鉄値にほとんど影響を与えなかった。

健常者および鉄欠乏が認められた者の双方において、卵とともに鉄を摂取した場合の鉄値は、鉄のみを摂取した場合とほとんど同様な変化を示した。

考 察

調査の結果は、鉄欠乏が認められない成人において、米飯が無機鉄の吸収を減少させ、一方、鉄欠乏性貧血を有する者では、このような影響のないことを示唆する。この結論は、平坦な鉄負荷曲線は鉄吸収がほとんどないことを示すという仮定に基づくものである。なお、これらの調査結果を解釈するにさいしては、鉄吸収能測定のための鉄負荷試験法は大まかなものであることを認めねばならない。血清鉄濃度は、二、三の源(鉄貯蔵部位、ヘモグロビン異化作用および腸管吸収)より鉄の血漿への流入、赤血球産生のための鉄の利用および鉄の他の部位への移送⁶等の結果を示すものである。⁶しかし、鉄負荷試験実施中は、赤血球産生率、貯蔵鉄の交換、または、ヘモグロビンの転換率に大きな変化があるとは思われない。したがって、平坦な鉄負荷曲線は、腸管における鉄吸収の減少または遅延の結果であるかもしれない。この調査では、米飯摂取後にみられた平坦な負荷曲線が鉄吸収の減少よりも鉄吸収の遅延に起因していたということを明らかにすることはできない。

鉄負荷試験は、鉄欠乏の探知に広く用いられてきた。⁷⁻¹²鉄負荷曲線の形状と鉄欠乏との間に明確な相関関係があると報告したものもある。⁷⁻¹⁰一方、鉄負荷曲線は信頼性がないと発表したものもある。^{11,12}鉄負荷試験が鉄欠

some have found it useful as a rough screening procedure. The iron tolerance test has been extensively applied also as a test of iron absorption.¹³ Although the shape of the iron curve is related to iron absorption the correlation between the iron tolerance method and more quantitative methods has not been impressive.^{14,15} Much more definitive are studies of iron absorption with radioactive iron techniques.^{16,17}

In our study it must be emphasized that the iron administered was inorganic and the amounts consumed were greatly above physiologic levels. Any effect from the modest rice meal might be greatly enhanced if the quantity of iron to be blocked was only the few milligrams usually contained in an average meal. On the other hand, the effect noted for inorganic iron may not apply to dietary organic iron.

Two dietary substances, phytate and phosphate, are known to be potent chelating agents for iron. Their presence in the diet may result in impaired iron absorption.^{18,19} The phosphorus content is much lower in rice than eggs but information on the phytate content of rice is not available. Sharpe et al demonstrated, however, that added soluble phytate reduces iron absorption, but they were unable to show a relationship between the phytate content of rolled oats and the amount of iron absorbed.²⁰ Their studies also showed a good relationship between the total solid content of the test meal and the amount of iron absorbed. Thus, with rice it is possible that neither phosphate nor phytate is responsible for reduced iron absorption. More likely it is a surface absorption effect, but additional studies will be necessary to clarify this point.

The most common causes for iron deficiency in an adult population are either excessive blood loss or inadequate intake of iron in the diet. There is little evidence that blood loss is excessive in the Japanese despite a moderate amount of intestinal parasitism.²¹ Daily average dietary iron intake in the Hiroshima area has been estimated at 13.0 mg \pm 3.3 for men and 11.7 mg \pm 2.7 for women.²² These values are only slightly below the 15–20 mg daily intake for the average adult in the United States and should be adequate for replacement of usual iron losses.²³

These studies suggest that rice may impair absorption of iron from the gastrointestinal tract of man. On the other hand, eggs did not appear to decrease absorption. The effect probably is modest, but could be important in a population consuming large amounts of rice with each meal. It is unlikely that rice would completely block iron absorption in the presence of a greatly increased capacity

for iron absorption. It is not generally recognized that this method is not the best for iron absorption, but it is generally accepted that it is useful, and it is generally accepted that it is useful. Iron tolerance test is also used as a test of iron absorption. Although the shape of the iron curve is related to iron absorption the correlation between the iron tolerance method and more quantitative methods has not been impressive.^{14,15} Much more definitive are studies of iron absorption with radioactive iron techniques.^{16,17}

われわれの調査では、投与された鉄は無機性であり、かつその投与量は生理的摂取量をはるかに越えたものであったことを断っておかなくてはならない。もし吸収を阻害される鉄の量が一般食に通常含まれているところの数mgにすぎなかったのであるならば、適量の米飯による影響は著しく増強されたかもしれない。他方、無機鉄による影響を、食物に含まれる有機鉄に当てはめることはできないかもしれない。

燐酸塩ならびにフィチン酸塩という二つの食餌構成物質は強力な鉄錯化作用をもつことが知られている。食餌中にこれらの物質が存在する場合には、これらが鉄吸収能を阻害するであろう。^{18,19} 燐の含有量は、卵よりも米飯の方がはるかに低いことはわかっているが、米飯のフィチン酸塩含有量に関する知見はない。しかし、Sharpeらは、溶解性フィチン酸塩が鉄吸収能を減少させることを立証したが、カラスミギのフィチン酸塩含有量と鉄吸収量との関係を証明することはできなかった。²⁰ これらの調査では、試験食の総容積と鉄吸収量との間に明確な関係が認められた。したがって、米飯をとった場合において、燐酸塩もフィチン酸塩も鉄吸収能減少の原因にはならないものと思われる。それはおそらく表面吸着能の効果であろうが、この点を究明するには、さらに調査を行なう必要がある。

成人集団における鉄欠乏の主要原因は、多量の失血か、鉄摂取量の不足のいずれかである。日本人の腸内寄生虫感染率は相当高いが、血液喪失が過剰であるという所見はほとんどない。²¹ 広島地方では1日当たりの平均鉄摂取量は、男13.0mg \pm 3.3、女11.7mg \pm 2.7と推定されている。²² この値は米国における一般成人の1日当たりの鉄摂取量15–20mgをわずかに下回るが、この量で普通の鉄喪失はじゅうぶん補われるはずである。²³

今回の調査結果は、米飯が胃腸管よりの鉄吸収能を阻害するかもしれないことを示唆する。一方、卵が吸収能を阻害するようには認められなかった。その効果はおそらく軽微であろうが、毎食多量の米飯を摂取する国民では、これは重要性をもつ可能性がある。鉄吸収能が著しく増大していれば、米飯が鉄吸収を完全に阻害することは考

FIGURE 1 SERUM IRON VALUES OF 4 HEALTHY ADULTS FOLLOWING 50 mg IRON ALONE, 50 mg IRON PLUS 120 g RICE, AND 50 mg IRON PLUS 2 BOILED EGGS

図1 健康成人4名の血清鉄値. 鉄50mgのみ投与後, 鉄50mg+米飯120g投与後, 鉄50mg+ゆで卵2個投与後

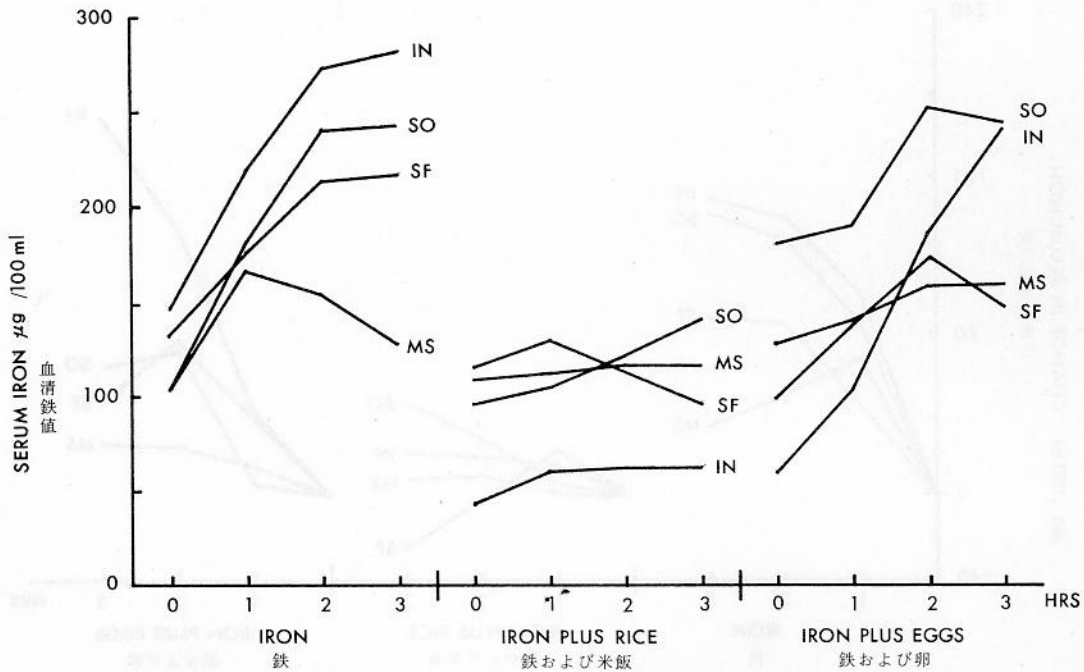


FIGURE 2 SERUM IRON VALUES OF 2 ADULTS WITH MILD IRON DEFICIENCY FOLLOWING 50 mg IRON ALONE, 50 mg IRON PLUS 120 g RICE, AND 50 mg IRON PLUS 2 BOILED EGGS

図2 軽度の鉄欠乏性貧血を有する成人2名の血清鉄値. 鉄50mgのみ投与後, 鉄50mg+米飯120g投与後, 鉄50mg+ゆで卵2個投与後

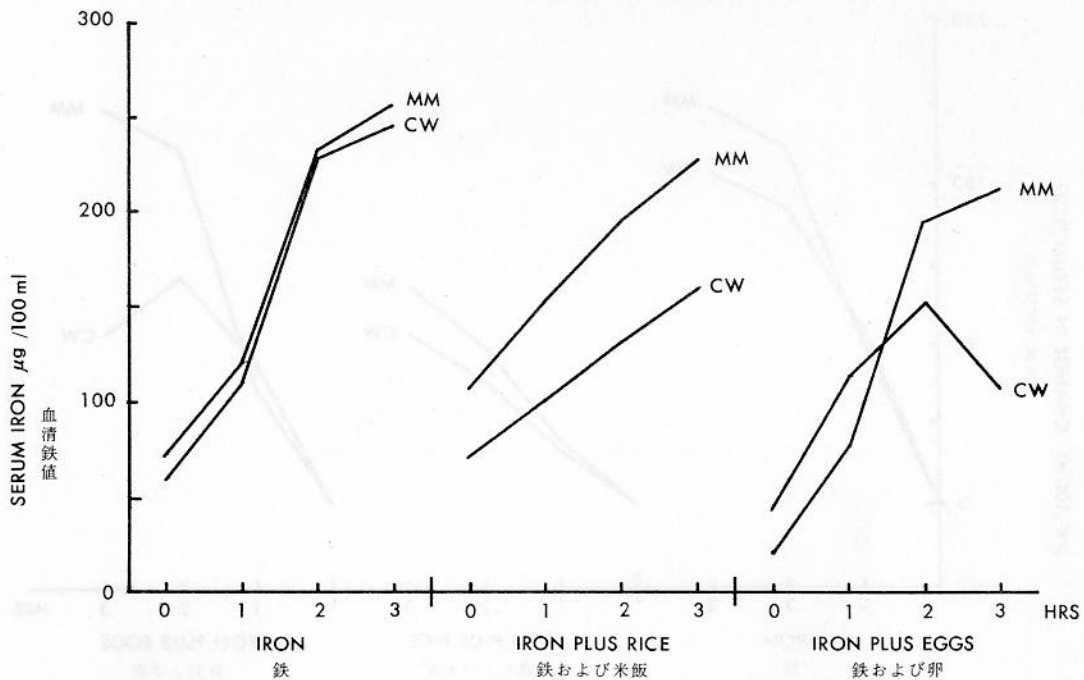


FIGURE 3 CHANGE IN SERUM IRON VALUES FROM INITIAL FASTING LEVELS FOR 4 HEALTHY ADULTS FOLLOWING 50 mg IRON ALONE, 50 mg IRON PLUS 120 g RICE, AND 50 mg IRON PLUS 2 BOILED EGGS

図3 健康成人4名の空腹時における血清鉄値の変化. 鉄50mgのみ投与後, 鉄50mg+米飯120g投与後, 鉄50mg+ゆで卵2個投与後

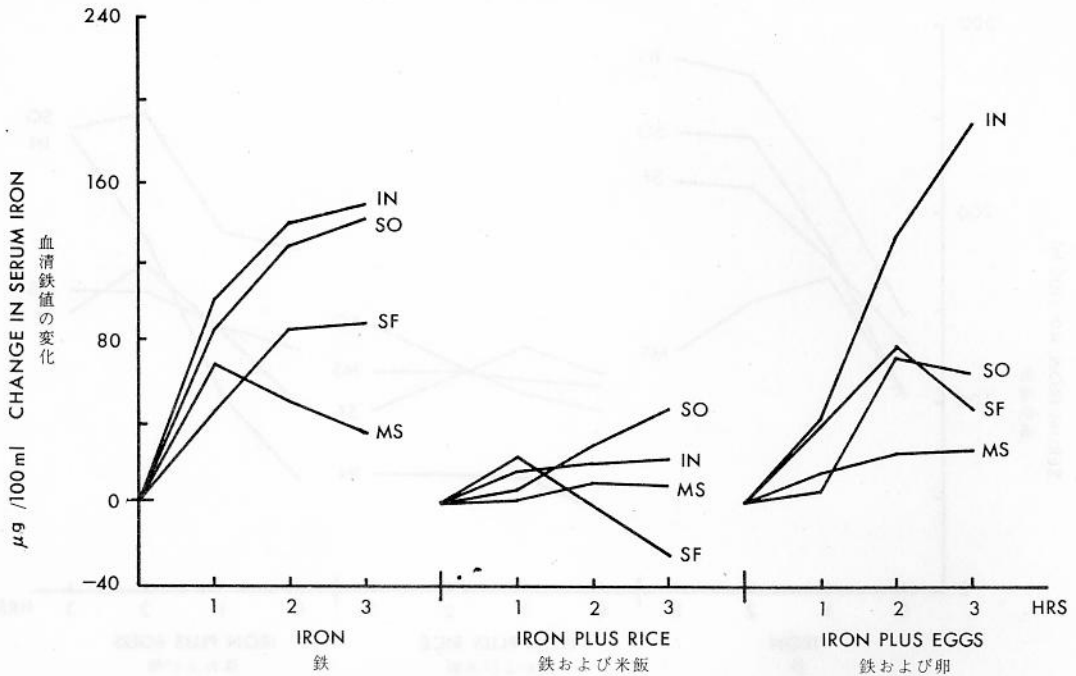
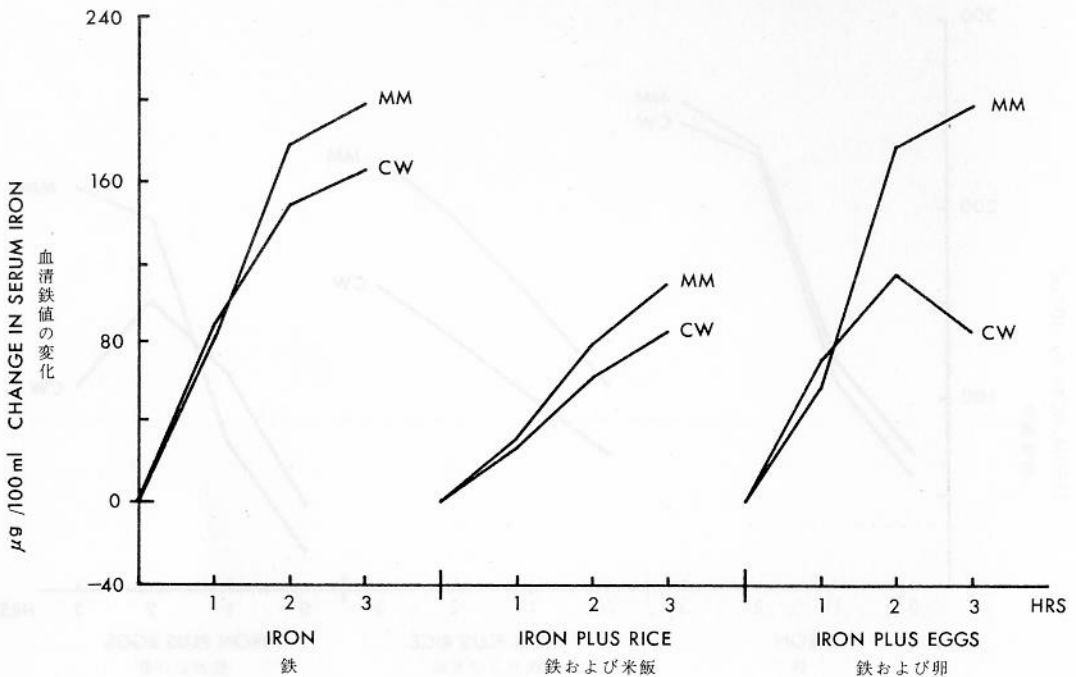


FIGURE 4 CHANGE IN SERUM IRON VALUES FROM INITIAL FASTING LEVELS FOR 2 ADULTS WITH MILD IRON DEFICIENCY FOLLOWING 50 mg IRON ALONE, 50 mg IRON PLUS 120 g RICE, AND 50 mg IRON PLUS 2 BOILED EGGS

図4 軽度の鉄欠乏性貧血を有する成人2名の空腹時における血清鉄値の変化. 鉄50mgのみ投与後, 鉄50mg+米飯120g投与後, 鉄50mg+ゆで卵2個投与後



for iron absorption but its effect may be great enough to prevent adequate replenishment of physiological body iron losses and thus to keep iron reserves at a suboptimal level.

The evidence for rice blockade of iron absorption presented in this report should be evaluated by means of radio iron absorption studies in both normal and iron deficient human subjects.

えられないが、米飯にはその効果は生理的鉄喪失をじゅうぶんに補充することを阻止し、ために鉄貯蔵量を最適以下に保つような作用のあることが考えられる。

本調査では米飯による鉄吸収能阻害がみられたが、この所見はさらに健常人と鉄欠乏者とを対象に放射性鉄吸収能試験を行なって検討する必要がある。

REFERENCES

参考文献

1. (AMAMOTO K, BLAISDELL RK: Clinical and epidemiological study of anemia in Nagasaki atomic bomb survivors. Nippon Ketsueki Gakkai Zasshi—Acta Haemat Jap)
 2. (KAWAKITA Y: Clinical and statistical research of anemia in Japan, especially in the Kumamoto District. Nippon Ketsueki Gakkai Zasshi—Acta Haemat Jap)
 3. (MIKAMO Y, KOBAYASHI T, KOMIYA M: Statistical studies on the cases of anemia treated at the medical clinic of Tokyo University Hospital. Nippon Ketsueki Gakkai Zasshi—Acta Haemat Jap)
 4. (SEKI M, HOSHINO T: A few problems on iron deficiency anemia. Nippon Ketsueki Gakkai Zasshi—Acta Haemat Jap)
 5. SCHADE AL, OYAMA J, et al: Bound iron and unsaturated iron-binding capacity of serum; rapid and reliable quantitative determination. Proc Soc Exp Biol Med 87:443-8, 1954
 6. FINCH SC, ROSS JF: The significance of plasma iron turnover. J Clin Invest 31:627, 1952
 7. MOORE CV, ARROWSMITH WR, et al: Studies in iron transportation and metabolism. 4. Observations on the absorption of iron from the gastrointestinal tract. J Clin Invest 18: 553-80, 1939
 8. HEISTO H, FOSS OP: Iron deficiency and treatment in blood donors studied by the iron absorption test. Scand J Clin Lab Invest 10:102-7, 1958
 9. VERLOOP MC, MEEUWISSEN JE, BLOKHUIS EW: Comparison of the "Iron Absorption Test" with the determination of the iron-binding capacity of serum in the diagnosis of iron deficiency. Brit J Haemat 4:70-81, 1958
 10. HAUGE BN: The iron absorption test: clinical investigation and evaluation. Acta Med Scand 168 109-16, 1960
 11. BRUMFITT W: Primary iron deficiency anemia in young men. Quart J Med 29:1-18, 1960
 12. BEUTLER E, ROBSON MJ, BUTTENWIESER E: A comparison of the plasma iron, iron-binding capacity, sternal marrow iron and other methods in the clinical evaluation of iron stores. Ann Intern Med 48:60-82, 1958
 13. JOSEPHS HW: Absorption of iron as a problem in human physiology. Blood 13:1-54, 1958
- 天本吉郎, BLAISDELL RK: 長崎原爆生存者における貧血の臨床的疫学的研究. 日本血液学会雑誌23補冊: 487-8, 1960年
- 河北靖夫: 日本における貧血, 特に熊本地方における貧血の臨床統計的観察. 日本血液学会雑誌21補冊: 185-93, 1958年
- 美甘美夫, 小林太刀夫, 小宮正文: 東大病院における貧血症例の統計的観察. 日本血液学会雑誌21補冊: 194-203, 1958年
- 関政文, 星野孝: 鉄欠乏性貧血における二, 三の問題. 日本血液学会雑誌25: 555, 1962年
- (血漿の結合鉄および不飽和鉄の結合能; 迅速かつ信頼できる定量法)
- (血漿鉄交替の意義)
- (鉄の移送および代謝の調査. 4. 胃腸管よりの鉄吸収能に関する観察)
- (鉄吸収能試験で調査した献血者の鉄欠乏性貧血とその治療)
- (鉄欠乏の診断における「鉄吸収能試験」と血清の鉄結合能測定との比較)
- (鉄吸収能試験: 臨床的調査および評価)
- (若い男における原発性鉄欠乏性貧血)
- (鉄貯蔵の臨床的評価における血漿鉄, 鉄結合能, 胸骨髄鉄とその他の方法との比較)
- (ヒトの生理学における問題としての鉄吸収能)

14. HENLEY ED, CRISTENSON WH, et al: Absorption of iron from the gastrointestinal tract. A comparative study of the oral iron tolerance test in human beings using stable iron and radioactive iron. *Amer J Clin Nutr* 4:609-18, 1956
(胃腸管よりの鉄吸収, 安定鉄および放射性鉄を用いてのヒトにおける経口的鉄負荷試験の比較調査)
15. BAIRD I McL, PODMORE DA, WILSON GM: Changes in iron metabolism following gastrectomy and other surgical operations. *Clin Sci* 16:463-73, 1957
(胃切除術その他の外科手術後の鉄代謝の変化)
16. VAN HOEK R, CONRAD ME Jr: Iron absorption. Measurement of ingested iron ⁵⁹ by a human whole-body liquid scintillation counter. *J Clin Invest* 40:1153-9, 1961
(鉄吸収. ヒトの全身的液体シンチレーション計数器によるFe⁵⁹摂取量の測定)
17. SAYLOR L, FINCH CA: Determination of iron absorption using two isotopes of iron. *Amer J Physiol* 172:372-6, 1953
(二つの鉄アイソトープを使用しての鉄吸収能の測定)
18. HEGSTED DM, FINCH CA, KINNEY TD: The influence of diet on iron absorption. 2. The interrelationship of iron and phosphorus. *J Exp Med* 90:147-56, 1949
(鉄吸収に対する食餌の影響. 2. 鉄と燐との相互関係)
19. McCANCE RA, EDGECOMBE CN, WIDDOWSON EM: Phytic acid and iron absorption. *Lancet* 2:126-8, 1943
(フィチン酸と鉄吸収)
20. SHARPE LM, PEACOCK WC, et al: The effect of phytate and other food factors on iron absorption. *J Nutr* 41:433-46, 1950
(鉄吸収に対するフィチン酸塩およびその他の食物因子の影響)
21. HOLLINGSWORTH JW, ANDERSON PS: Adult Health Study Hiroshima. Preliminary Report, 1958-59. *ABCC TR* 11-61
(広島における成人健康調査 - 予報1958-59)
22. WALD N: Blood picture of Hiroshima A-bomb survivors. *Acta Haemat Jap* 20: Suppl 152-9, 1957
(広島原爆被爆生存者の血液像)
23. FINCH SC, FINCH CA: Idiopathic hemochromatosis, an iron storage disease. *Medicine* 34:381-430, 1955
(鉄貯蔵病, 特発性血色素症)