

平成 21 年 6 月 22 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007 ～ 2008
 課題番号：19700593
 研究課題名 (和文) 三大栄養素が鉄の吸収・利用におよぼす影響に関する研究
 研究課題名 (英文) Studies on the effect of the three major nutrients on iron absorption and utilization
 研究代表者
 小林 ゆき子 (Kobayashi Yukiko)
 京都府立大学・生命環境科学研究科・助手
 研究者番号：10381930

研究成果の概要：

世界中および日本中で蔓延している栄養失調症のひとつとして鉄欠乏性貧血が知られている。鉄欠乏性貧血を防止する食生活の研究として、体内に吸収されやすい鉄素材の探求は多いが、研究代表者は食事の三大栄養素（炭水化物・タンパク質・脂質）が共存する鉄の吸収と利用に影響を及ぼすかについて検討している。平成 19 および 20 年度に採択された本研究課題では、卵白タンパク質が鉄欠乏症の改善に有用であり、酸性キシロオリゴ糖が正常な状態および鉄欠乏状態で鉄の吸収および利用に有用であるという結果が得られた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,400,000	0	2,400,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	270,000	3,570,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食と栄養、臨床栄養学

1. 研究開始当初の背景

鉄欠乏性貧血は世界中で頻発しており、各国でさまざまな対策が講じられている栄養失調の 1 つである。日本においても例外ではなく、他国よりその頻度の高いことが指摘されている。日本では 1,000 万人以上の女性に貧血がみられ、特に思春期の女性の貧血は増え続けている。鉄欠乏性貧血のみならず、潜在的鉄不足を含めた割合はさらに高く、国民病と言っても過言ではない。その対策は急務

となっているが、まだ積極的な対策はとられていない。日本での鉄欠乏症の原因は、過った減食・偏食による栄養素摂取の不均衡などが挙げられている。鉄の体外損失と吸収のアンバランスが続けば、潜在的な鉄欠乏状態から貧血発症へ移行する。一旦陥った鉄欠乏症を改善していくためには、鉄含有量の多い食品を日常的に摂取することが重要であるが、造血には鉄だけではなくタンパク質、銅、ビタミン B₆、ビタミン B₁₂、ビタミン C および葉酸などの十分な摂取が必要であることが

ら、減食や偏食のない食生活を送ることが貧血の回復および予防の鍵となる。

これまで鉄欠乏性貧血を防止する食材の検索はさまざまにされてきているものの、体内に吸収されやすい鉄素材や鉄化合物の検索についての報告がほとんどであり、食事中に鉄と共存する栄養素が及ぼす影響についての研究は少ない。一方、研究代表者はこれまでに、鉄吸収に対して食事中の三大栄養素（炭水化物・タンパク質・脂質）の中で最も影響を持つとされるタンパク質についての効果を検証してきた。タンパク質の鉄吸収に対する影響は促進と抑制の両方が報告されていたが、鉄欠乏性貧血に対する食事タンパク質の作用について検討された研究は少なく、ペプチドの鉄吸収と利用に関する研究もわずかであった。そこで、鉄とタンパク質の関係に着目し、鉄と同時に摂取する食事タンパク質およびペプチドが貧血の回復期にどのように関与しているかを検討した。その結果、卵白タンパク質は鉄の吸収と利用を促進し、鉄欠乏性貧血の回復に有用であることが示唆された（栄養学雑誌，Vol. 65, 165-171(2007)）。この結果を得て、鉄と同時に摂取する食事タンパク質源の違いによって鉄欠乏性貧血の回復に違いがある可能性が考えられた。そして食事全体を考えた場合、卵白などタンパク質だけではなくさらに研究を拡大すべきであると考え、研究課題「三大栄養素が鉄の吸収・利用に及ぼす影響に関する研究」を提案した。

2. 研究の目的

本研究では、鉄の吸収と利用の過程に鉄と同時に摂取する三大栄養素が関与するかについて、炭水化物とタンパク質に焦点を絞り、解明することを目的とした。本研究期間では、三大栄養素のうち、炭水化物の1種であるキシロオリゴ糖と、先行研究で良好な結果を得た卵タンパク質が鉄の吸収と利用に及ぼす影響について検討した。

(1)鉄と炭水化物の関係

炭水化物のうち、難消化性オリゴ糖はミネラル吸収促進効果が期待されている。現在、フルクトオリゴ糖や、フルクトースが2個結合した化合物の一種である DFAIII などについて鉄をはじめとするミネラル吸収の促進効果が報告されている。これらの難消化性オリゴ糖のミネラル吸収促進の理由のひとつとして、腸内発酵による pH の低下が挙げられているが、確かではない。また同じく難消化性オリゴ糖である中性キシロオリゴ糖についても、ミネラルの吸収促進が示されており、特許も申請されている。一方、研究代表

者は、中性キシロオリゴ糖の側鎖にウロン酸が結合した酸性キシロオリゴ糖は腸管から吸収されることを明らかにしている。この生理作用は中性キシロオリゴ糖では観察されておらず、酸性キシロオリゴ糖は鉄吸収に関してより有用であると考えられた。また、鉄は酸性下での吸収促進が定説であることから、酸性キシロオリゴ糖は鉄の吸収促進効果が高いことが期待できる。そこで、酸性キシロオリゴ糖が食事中に共存することでの鉄の吸収と利用に対する関わりについて調べ、さらに鉄欠乏症への有用性を検証した。

(2)鉄とタンパク質の関係

卵タンパク質は必須アミノ酸組成が栄養学的に見て理想的である。卵黄部と卵白部でタンパク質は全く異質であるにも関わらず、双方のアミノ酸組成は似ており、共にアミノ酸スコアは100である。また、卵に含まれる鉄は卵白よりも卵黄部分に多い。卵自体は鉄含量が多い食品であるにも関わらず鉄吸収を疎外する食品として挙げられることが多いが、その理由は卵黄の中に含まれるレジスタントプロテインやリン脂質によるものと言われている。卵由来鉄の吸収と利用についての報告はあるが、卵タンパク質が鉄欠乏性貧血に有用であるかについての検討はほとんどされていない。そこで卵黄と卵白をタンパク源とした食事を貧血ラットに与え、貧血回復期における卵の影響について検証した。

また、貧血回復効果が示唆された卵白タンパク質の成分のうち、どの構成タンパク質が関与していたのかを突き止めることも重要であると考えた。そこで、卵白構成タンパク質であるオボアルブミンを主要タンパク質として、ラットを使った貧血回復試験で効果を比較し、鉄欠乏症に対する卵白構成タンパク質の有用性を検証した。

3. 研究の方法

(1)キシロオリゴ糖摂取における鉄の吸収率に対する評価

7週齢SD系雄性ラットに20%カゼイン食(C群)、2%中性キシロオリゴ糖混合食(X群)、2%酸性キシロオリゴ糖混合食(UX群)を2週間与え、鉄出納試験を行った。

(2)鉄欠乏性貧血回復期における酸性キシロオリゴ糖の有用性の検証

4週齢SD系雌性ラットに3週間鉄無添加食を与えた後、20%カゼイン食(DC群)、鉄無添加食(DD群)、2%酸性キシロオリゴ糖混合食(DUX群)を2週間与え貧血回復の程度を比較検討した。また5週間20%カゼイン食を与えた群をコントロール(C群)とし

た。

(3) 鉄欠乏性貧血回復期における卵黄タンパク質の影響

4週齢SD系雌性ラットに3週間鉄無添加食を与えた後、20%カゼイン食(DC群)、卵白食群(EW群)、卵黄添加カゼイン食(EY群)を3週間与え貧血回復の程度を比較検討した。また6週間20%カゼイン食を与えた群をコントロール(C群)とした。

(4) 鉄欠乏性貧血回復期における卵白構成タンパク質の有用性の検証

4週齢SD系雌性ラットに3週間鉄無添加食を与えた後、20%カゼイン食(DC群)、卵白食群(EW群)、オボアルブミン食(A群)を3週間与え貧血回復の程度を比較検討した。また6週間20%カゼイン食を与えた群をコントロール(C群)とした。

4. 研究成果

本研究期間で見いだされた成果は以下のとおりである。

(1) キシロオリゴ糖摂取における鉄の吸収率に対する評価

実験1週目、UX群はC群より鉄吸収率が有意に上昇し、酸性キシロオリゴ糖が鉄の吸収促進に役立つ可能性が示された。実験2週目、鉄吸収率は全食事群で有意差は見られなかったが、実験終了時のUX群の小腸粘膜DMT1 mRNA発現量は、他の食事群より有意に低値を示し、鉄と同時に酸性キシロオリゴ糖を摂取しても、鉄充足状態ではDMT1発現量などの調節機構が働き鉄過剰となるリスクは低いと考えられた。

(2) 鉄欠乏性貧血回復期における酸性キシロオリゴ糖の有用性の検証

DUX群は5日目の血清鉄濃度がC群と同程度まで回復し、酸性キシロオリゴ糖添加食は鉄欠乏からの回復が早いことが示唆された。実験終了時の小腸粘膜DMT-1 mRNA発現量は、DUX群はDD群に比べ有意に低く、C群やDC群より低い傾向を示し、腸粘膜での十分な鉄の取り込みがみられた。

(3) 鉄欠乏性貧血回復期における卵黄タンパク質の影響

DEW群およびDA群はDEY群に比べ、血液生化学検査値の変動では鉄欠乏性貧血の回復が良好であり、肝臓鉄濃度が有為の高値であった。このことから、鉄欠乏性貧血回復期には卵白タンパク質が卵黄タンパク質よりも有用であることが示唆された。

(4) 鉄欠乏性貧血回復期における卵白構成タンパク質の有用性の検証

EW群とDA群は貧血回復期の血液生化学検査値および肝臓鉄濃度に有意な差がなく同様に回復したことから、卵白タンパク質の有用成分はオボアルブミンであることが推察された。

以上の結果より、炭水化物はその種類によってミネラル吸収促進がみられ鉄欠乏の回復に有用であることが示唆された。また、鉄欠乏状態に対し鉄と同時に摂取する食事タンパク質源の違いによって鉄欠乏の回復に違いがある可能性が考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

(1) 小林ゆき子、木戸康博、中坊幸弘、鉄欠乏性貧血ラットの回復期における食事たんぱく質およびペプチドの影響、栄養学雑誌、65巻、165-171、2007、査読有

〔学会発表〕(計5件)

(1) 安井梨紗、若杉悦子、小林ゆき子、大淵貴之、石川稿太郎、桑波田雅士、木戸康博、正常ラットの鉄吸収に対する酸性キシロオリゴ糖の効果とそのメカニズム、第32回日本鉄バイオサイエンス学会学術総会、2008年9月13日、ホテルアラスカ(青森)

(2) 若杉悦子、大淵貴之、小林ゆき子、安井梨紗、石川稿太郎、桑波田雅士、木戸康博、鉄欠乏性貧血ラットの鉄生体利用に対する酸性キシロオリゴ糖の効果、第32回日本鉄バイオサイエンス学会学術総会、2008年9月13日、ホテルアラスカ(青森)

(3) 若杉悦子、小林ゆき子、大淵貴之、安井梨紗、桑波田雅士、木戸康博、酸性キシロオリゴ糖が鉄欠乏ラットの鉄吸収と利用に及ぼす影響、第55回日本栄養改善学会学術総会、2008年9月6日、鎌倉女子大学(神奈川)

(4) 大淵貴之、小林ゆき子、若杉悦子、安井梨紗、桑波田雅士、木戸康博、酸性キシロオリゴ糖の鉄吸収促進メカニズムの検討、第55回日本栄養改善学会学術総会、2008年9月6日、鎌倉女子大学(神奈川)

(5) 若杉悦子、小林ゆき子、木戸康博、中坊幸弘、酸性キシロオリゴ糖が鉄の吸収におよぼす影響、第54回日本栄養改善学会学術総

会、2007年9月20日、長崎ブリックホール
(長崎)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小林 ゆき子 (Kobayashi Yukiko)
京都府立大学・生命環境科学研究科・助手
研究者番号：10381930