

小腸における鉄化合物および微量元素の吸収

五十嵐 香 織^{1,2)}, 中西 由季子¹⁾, 蛭 沼 利江子²⁾, 榎 本 秀 一²⁾, 木 村 修 一¹⁾

(¹⁾昭和女子大学大学院生活機構研究科*, (²⁾理化学研究所**)

Influence of NaFeEDTA and ferrous sulfate on the absorption of trace elements in rats everted intestinal segments

Kaori IGARASHI^{1,2)}, Yukiko NAKANISHI¹⁾, Rieko HIRUNUMA²⁾, Shuichi ENOMOTO²⁾, Shuichi KIMURA¹⁾

¹⁾Graduate School of Human Life Sciences, Showa Women's University.

²⁾RIKEN

The high incidence of iron deficiency in developing countries is attributed to the bioavailability of iron derived from staple food. Iron fortification has been implemented to improve iron deficiency in many countries. Sodium iron ethylenediaminetetraacetic acid (NaFeEDTA), a metal chelator, is one of the food additives for iron fortification. On the other hand, it is possible that EDTA may bind to metals and influence their absorption because of its chelating property. Thus, to investigate the effects of NaFeEDTA and ferrous sulfate on the absorption of trace elements, we determined the uptake of trace elements in rats everted intestinal segments. The result suggests that NaFeEDTA is increased the intestinal absorption of iron, zinc and cobalt, and less affected by tannic acid on the absorption of these elements.

発展途上国における鉄欠乏症の多発は、健康や生産性に及ぼす影響から重大な問題となっている。また、妊婦における鉄欠乏は胎児の発達に悪影響を及ぼすと報告されており、鉄欠乏症を改善、撲滅することの重要性がさらに高まってきた¹⁾。鉄欠乏症の主な発症原因は、食事から摂取する鉄の低吸収率であり、鉄欠乏症の改善には、食品への鉄強化が効果的であると考えられる。鉄強化剤のひとつであるNaFeEDTAは、食品添加に適しており、吸収阻害物質の影響を受けにくい化合物である。一方、EDTAは、強いキレート作用を有するため、微量元素の吸収に影響を及ぼすと考えられる。

そこで、本研究では、ラット反転腸を作成し、NaFeEDTAが微量元素の腸管吸収に及ぼす影響について検討した。

実験方法^{2,3)}

7週令のWistar系雄性ラットをネンブタール麻酔下で開腹し、十二指腸、空腸および回腸を摘出して反転腸を作成し、漿膜側に緩衝液0.6 mlを注入した。反転腸は、マルチトレーサーを含み、鉄として0.5 mgに相当するNaFeEDTA、または対照として硫酸第一鉄(FeSO₄)を添加した緩衝液10 mlに入れ、37℃で1時間インキュベートした。気相として、酸素95%：二酸化炭素5%混合ガスをバブリングした。次いで、腸管吸収における吸収阻害物質の作用を検討するため、緩衝液に2 mgのタンニン酸を添加し、同様に実験を行った。培養後、漿膜側液を採取し、溶液中に含まれる放射能を測定・解析した。

*所在地：東京都世田谷区太子堂1-7 (〒154-8533)

**所在地：埼玉県和光市広沢2-1 (〒351-0198)

結果および考察

鉄化合物およびマルチトレーサーを含む緩衝液中で反転腸を培養した場合における鉄の漿膜側への取り込みを Fig. 1-A に示した。空腸において、NaFeEDTA 群の鉄の取り込みは、FeSO₄ 群に比べ有意に高値であった。

亜鉛の漿膜側への取り込みを Fig. 2-A、コバルトの取り込みを Fig. 3-A に示した。亜鉛は、空腸および回腸において、NaFeEDTA 群が FeSO₄ 群に比べ有意に高値を示し、コバルトでは、十二指腸および回腸において NaFeEDTA 群が有意に高値であった。

これらのことから、NaFeEDTA の吸収時における鉄、亜鉛およびコバルトの漿膜側への取り込みは、FeSO₄ 吸収時に比べ高値であったことから、NaFeEDTA は FeSO₄ に比べ、鉄、亜鉛およびコバルトの腸管吸収を促進することが示

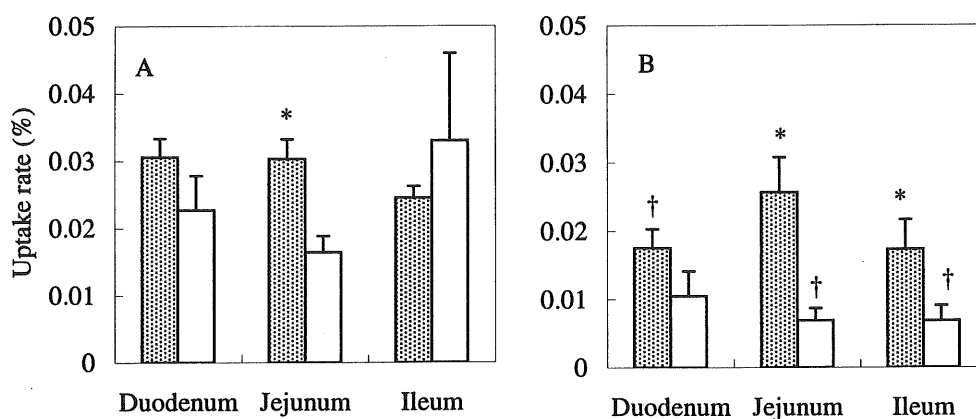


Fig. 1 Incorporation of iron into serosal site of everted intestinal segments of rats.

A: the segments were incubated with buffer containing NaFeEDTA or FeSO₄ and multitracer; B: the segments were incubated with buffer containing NaFeEDTA or FeSO₄ and multitracer with tannic acid. ■: NaFeEDTA-incubated segments; □: FeSO₄-incubated segments. *Significant differences were observed between NaFeEDTA- and FeSO₄-incubated segments ($P < 0.05$). † Significantly different from the value obtained in the absence of tannic acid ($P < 0.05$).

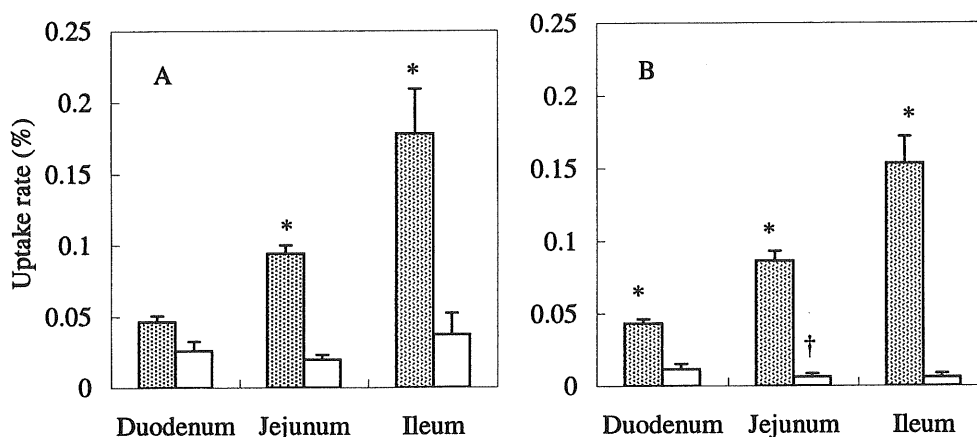


Fig. 2 Incorporation of zinc into serosal site of everted intestinal segments of rats.

A: the segments were incubated with buffer containing NaFeEDTA or FeSO₄ and multitracer; B: the segments were incubated with buffer containing NaFeEDTA or FeSO₄ and multitracer with tannic acid. ■: NaFeEDTA-incubated segments; □: FeSO₄-incubated segments. *Significant differences were observed between NaFeEDTA- and FeSO₄-incubated segments ($P < 0.05$). † Significantly different from the value obtained in the absence of tannic acid ($P < 0.05$).

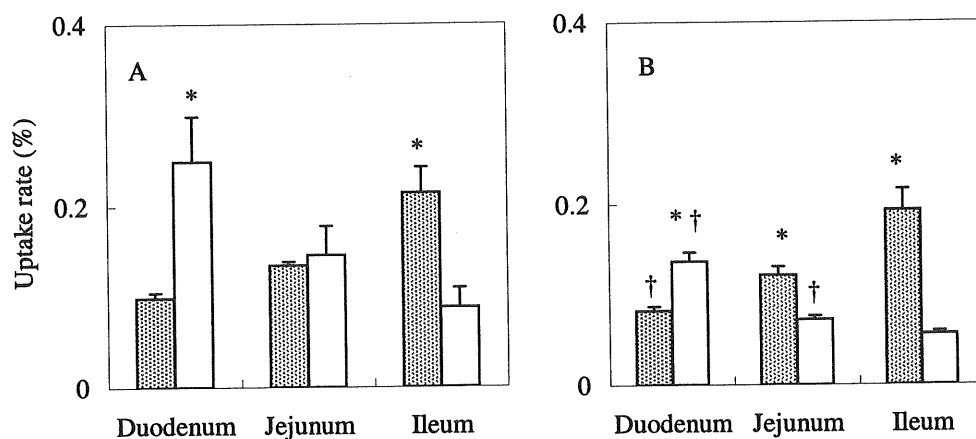


Fig. 3 Incorporation of cobalt into serosal site of everted intestinal segments of rats. A: the segments were incubated with buffer containing NaFeEDTA or FeSO₄, and multi-tracer; B: the segments were incubated with buffer containing NaFeEDTA or FeSO₄, and multi-tracer with tannic acid. ■: NaFeEDTA-incubated segments; □: FeSO₄-incubated segments. *Significant differences were observed between NaFeEDTA- and FeSO₄-incubated segments ($P < 0.05$). † Significantly different from the value obtained in the absence of tannic acid ($P < 0.05$).

唆された。

さらに、各種元素の腸管吸収に対するタンニン酸の阻害効果について検討した。

反転腸においても、タンニン酸による元素の吸収阻害作用が認められた。FeSO₄とマルチトレーサーが含まれる緩衝液にタンニン酸を添加してインキュベートすると、FeSO₄群における鉄の取り込みは、空腸および回腸において、タンニン酸無添加時に比べ有意に低値であったが、NaFeEDTA群は、十二指腸においてのみ低値を示した。NaFeEDTA群は、空腸および回腸において、FeSO₄群に比べ有意に高値を示した(Fig. 1-B)。

コバルトの取り込みをFig. 3-Bに示す。FeSO₄群は、十二指腸および空腸において、タンニン酸無添加時に比べ有意に低値を示した。一方、NaFeEDTA群は、十二指腸において低値を示したが、その他の部位では有意な差は認められなかった。NaFeEDTA群は、空腸および回腸において、FeSO₄群に比べ有意に高値を示した。

亜鉛の取り込みをFig. 2-Bに示す。FeSO₄群の亜鉛の取り込みは、空腸において、タンニン酸無添加時に比べ有意に低値であったが、NaFeEDTA群は、タンニン酸を添加しても取り込みに変化は認められなかった。NaFeEDTA群は、FeSO₄群と比較し、すべての腸部位において有意に高値を示した。

このことから、NaFeEDTA吸収時における鉄、コバルト、亜鉛の漿膜側への取り込みは、タンニン酸の阻害作用を受けにくいことが示唆された。また、NaFeEDTAは、タンニン酸が存在する場合でも、鉄、亜鉛およびコバルトの腸管吸収を促進することが示唆された。鉄、亜鉛およびコバルトは、EDTAとの安定度定数が高く、腸管でEDTAと錯体を形成しているため、タンニン酸に吸収を阻害されなかったと考えられた。

参考文献

- 1) Lozzoff B., Jimenez E. and Wolf AW (1991) N. Engl. J. Med. 325: 687 - 694.
- 2) 石橋正彦 (1984) 実験動物学ラット, 講談社.
- 3) Schamann K., Bernd E., Wolfgang F. (1999) Am. J. Physiol. (Gastrointest. Liver Physiol.), 276(2): G431 - 440.