

ビオチンの生体内利用率に及ぼす食事中的タンパク質の影響

井上裕子¹⁾, 榎原周平¹⁾, 西牟田 守²⁾, 福井 徹³⁾, 渡邊 敏明¹⁾
(¹⁾兵庫県立大学環境人間学部*, ²⁾独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進部**, ³⁾病体生理研究所研究室***)

Effect of Dietary Protein on Bioavailability of Biotin

Yuko INOUE¹⁾, Shuhei EBARA¹⁾, Mamoru NISHIMUTA²⁾, Toru FUKUI³⁾ and Toshiaki WATANABE¹⁾

¹⁾Laboratory of Dietary Environment Analysis, School of Human Science and Environment, University of Hyogo

²⁾Incorporated Administrative Agency, National Institute of Health and Nutrition

³⁾Byotai-seiri Laboratory

Summary

Biotin has an important role in gluconeogenesis, amino acid metabolism, and energy metabolism. In the Dietary Reference Intakes for Japanese (2005), adequate intake of biotin in adults was set at 45 µg/day although the scientific evidence concerning biotin is inadequate to designate a set value. In the present study, we examined the effect of the protein sources on bioavailability of biotin in healthy women. Eleven healthy women were enrolled in the balance study of biotin for 16 days. The diets were mainly seafood as the protein sources. The dietary intake of biotin ranged from 24 to 56 µg/day. Serum concentration and urinary excretion of biotin did not change for the balance periods. Biotin excretion in feces was 1.3 times higher than the intake. These results indicate that the fecal excretion of biotin should be considered when evaluating biotin balance.

ビオチンは水溶性ビタミンの1つで、カルボキシラーゼの補酵素として脂肪酸合成、糖新生、エネルギー代謝に関与している¹⁻³⁾。ビオチンは種々の食品に含まれ、レバーや卵黄にとくに多く含まれている⁴⁾。食品中のビオチンの大部分はタンパク質と共有結合した結合型で存在している。摂取後、消化酵素によりビオチニルペプチドに加水分解され、さらに腸液中のビオチンダーゼにより遊離型となり、空腸でもおにも吸収される^{5, 6)}。しかし、食品中のビオチンの生体内利用率については十分に明らかになっていない。ビオチンは腸内細菌により産生され一部利用しているという報告があり、その産生されたビオチンの腸管吸収や利用率についても興味を持たれている。これまでに、実験動物においてタンパク質源の違いによりビオチン吸収量が異なるという報告がある⁷⁻⁹⁾。我々は食事中的タンパク質源とビオチン利用率の関連についてヒトを対象に検討を行った。

実験方法

1. 被験者および実験スケジュール

健常な女子大学生11名(平均年齢19.9 ± 0.7歳)を対象に出納試験を行った。試験期間は16日間で、4日間を1サイクルとし、順にPre Stage, First Stage, Second Stage, Post Stageとした。First StageとSecond Stageの8日間を出納期間とした。Pre Stageは試験前の食事の影響を考慮し設定し、Post Stageは排泄時間を考慮し設定した(Fig. 1)。本

*所在地: 姫路市新在家本町1-1-12 (〒670-0092)

**所在地: 新宿区戸山1-23-1 (〒162-8636)

***所在地: 板橋区熊野町47-11 (〒173-0025)

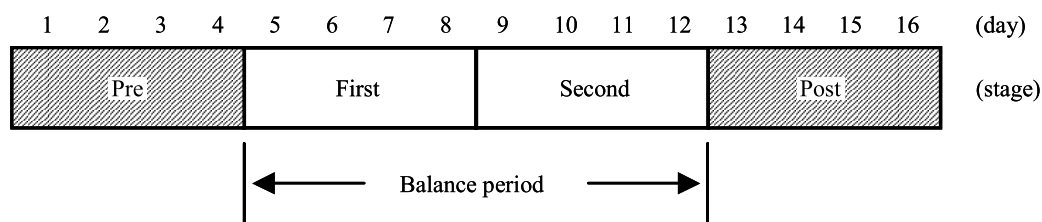


Fig. 1 Scheme of the experimental protocol.

試験は、独立行政法人・国立健康栄養研究所倫理委員会で承認を受け、「ヘルシンキ宣言」(1964年承認, 1989年修正)に従って実施した。被験者にはインフォームドコンセントを行い同意を得た。また医師の問診の結果, 参加可能と判断された者を被験者とした。

2. 試料の採取および分析

タンパク質源として魚介類を主体とした食事を4日分作成した。この食事を各ステージ同じサイクルで摂取させた。一食ごとに陰膳法により採取し, 純水を加えて攪拌後, 凍結乾燥させて試料とした。各Stageの1日目の起床直後に採血し, 血清を得た。尿と糞便は毎日全量を採取した。糞便は純水を加えて攪拌後, 凍結乾燥させて試料とした。なお, 糞便マーカーとして各Stageの1日目の朝食摂取前にカルミン色素0.3 gを摂取させた。

試料中のビオチン量は, *Lactobacillus plantarum* ATCC8014を用いた微生物学的定量法により測定した。試料を硫酸で加水分解処理して総ビオチン量をもとめた。また加水分解処理をしない試料を遊離ビオチン量とした。

3. 統計学的解析

測定値は平均値±標準偏差で表記した。試験期間中の血清ビオチン濃度と尿中ビオチン排泄量の変化は, 二元配置分散分析の後, Tukey-Kramerの多重比較検定で解析した。ビオチン摂取量と尿中排泄量(排泄率)の関係はスピアマンの順位相関により評価した。 $p < 0.05$ を統計的に有意であると判断した。解析ソフトはStatcel 2を使用した。

結 果

食事中の総ビオチン量は, 各Stageの1日目から4日目の順に平均55.8, 32.2, 24.3, 33.4 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。また, 遊離率は平均18.8, 38.2, 33.7, 22.7%であった。従ってビオチン摂取量は各ステージにおいて1日目が多く, 3日目が少ない。また, 出納期間中のビオチン摂取量は35.8 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。

血清中の総ビオチン量はPre Stageにおいて, 統計学的に変動がみられた。しかし, 出納期間中においては, 総ビオチン量, 遊離型ビオチン量ともに変動はみられなかった。

尿中の総ビオチン量は, Stageの1日目から4日目の順に, 12.2 ± 1.3 , 12.9 ± 1.3 , 14.2 ± 0.6 , 15.2 ± 0.8 $\mu\text{g}/\text{日}$ であり, 統計学的に差はみられなかった。ビオチン摂取量と尿中排泄量の間に関連は見られなかった。しかし, ビオチン摂取量と尿中排泄率の間に有意な負の相関が見られた (Fig. 2)。

糞中の総ビオチン量は 47.0 ± 11.8 $\mu\text{g}/\text{日}$ で, 遊離率は67%であった (Fig. 3)。各被験者の出納試験の結果をTable 1に示した。総ビオチン排泄量がビオチン摂取量に比べて高く, 負の出納を示した。

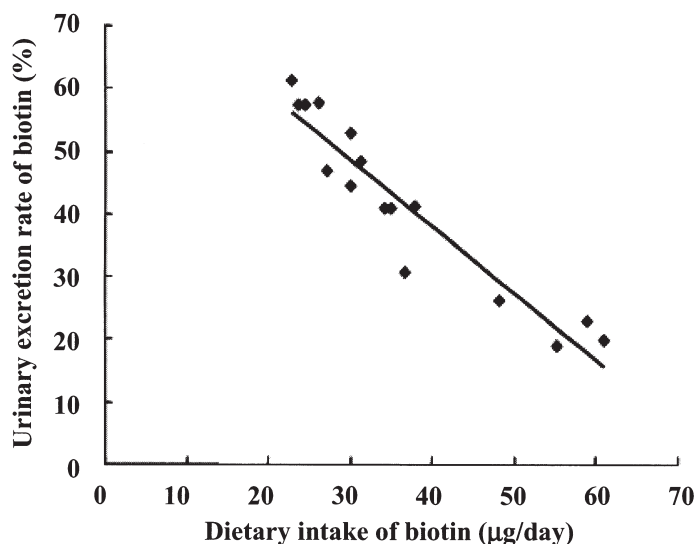


Fig. 2 Relationship between dietary intake and urinary excretion rate of biotin. $r = 0.95, p < 0.01$. Spearman's correlation coefficient by rank test.

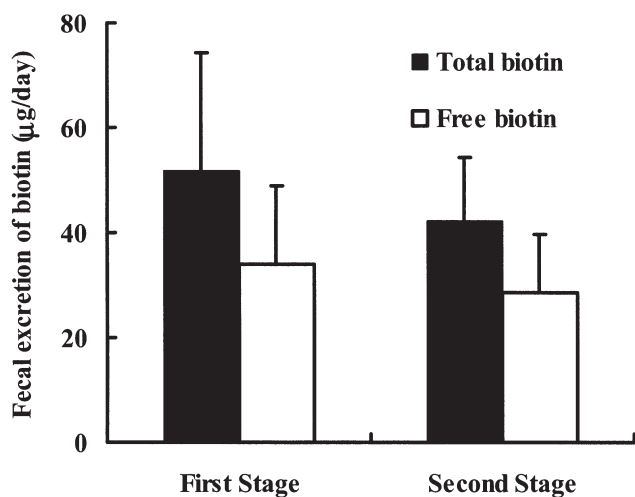


Fig. 3 Biotin excretion in feces. Values represent mean \pm S.D.

Table 1 Biotin balance of healthy women

Subject	Biotin intake $\mu\text{g}/\text{day}$	Biotin excretion			Biotin balance ^{*2}
		Urine $\mu\text{g}/\text{day}$	Feces $\mu\text{g}/\text{day}$	Total ^{*1} $\mu\text{g}/\text{day}$	
a	35.8	16.5	57.7	74.2	-38.4
b	35.8	14.2	57.4	71.6	-35.9
c	35.8	15.1	63.5	78.5	-42.8
d	35.8	14.2	33.9	48.0	-12.2
e	35.8	13.9	35.2	49.1	-13.3
f	35.8	10.9	38.2	49.1	-13.3
g	35.8	10.4	52.0	62.4	-26.6
h	35.8	14.2	40.5	54.7	-18.9
i	35.8	13.9	53.8	67.7	-31.9
j	35.8	18.6	55.9	74.5	-38.7
k	35.8	12.8	29.3	42.2	-6.4
Mean		14.1	47.0	61.1	-25.3
S.D.		2.3	11.8	12.9	12.9

^{*1}: Total excretion of biotin = urinary excretion + fecal excretion.

^{*2}: Biotin balance = intake of biotin - total excretion of biotin.

考 察

今回の出納試験におけるビオチン摂取量は、1日当たり約20～60 µgの範囲であった。これは食事摂取基準（2005年版）のビオチン目安量45 µgにほぼ相当する値であると考えられた。この摂取量の範囲においては、血清中ビオチン量、尿中ビオチン量の体内動態値に変化がないことが示された。

Petersonら（2004）は、羊を用いてビオチン出納試験を行った。その結果、糞便中のビオチン排泄量は、摂取量の約4～12倍も排泄されていると報告している¹⁰⁾。また、腸内細菌が産生するビオチンは、ほとんどが遊離型であると報告されている^{7, 11)}。今回の研究においても、糞中ビオチン量が摂取量の1.3倍高かった。さらに食事中に比べて糞便中の遊離率は67%であり、高い値を示した。従って、糞便中には食事由来のビオチン以外に、腸内細菌が産生したビオチンが含まれていると考えられた。また、糞便中の結合型ビオチンは食事由来のビオチンと考えられるので、吸収されずに排泄されるビオチンが存在することが示唆された。以上の結果から、ビオチンの生体内利用率を検討する際には、糞便中の排泄量について十分に考慮する必要があることが示唆された。

タンパク質の違いによるビオチン利用率への影響については、十分にわかっていない。食品に含まれるビオチンは一般に結合型であり、タンパク質中に存在するビオチンについても化学形態によって利用率が異なっていると考えられる。またタンパク質に含まれる微量栄養素に関してみると、魚介類はビタミンDの主な給源であること、豚肉は特異的なビタミンB₁の給源であること、豆類ではタンパク質当たりのMgが比較的多いことや植物性食品にはビタミンB₁₂が含まれないものが多いことが知られている。これらの微量栄養素との相互作用による利用率への影響について考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 渡邊敏明 (2002) ビオチン. 木村修一, 小林修平翻訳監修「最新栄養学 第8版」, 建帛社, 東京: pp. 249-260.
- 2) 渡邊敏明 (1996) ビオチン. 日本ビタミン学会編「ビタミンの事典」, 朝倉書店, 東京: pp. 299-323.
- 3) Dakshinamurti K, Chauhan J (1989) Biotin. *Vitam Horm* 45: 337-384.
- 4) 谷口歩美, 大串美沙, 武智隆祐, 渡邊敏明 (2005) わが国の食品に含まれるビオチン量の分析. *日本栄養・食糧学会誌* 58: 185-198.
- 5) 古川勇次, 大杉巨弘, 福井徹, 鈴木洋一, 渡邊敏明, 邨次 誠 (2002) ビオチン. 日本ビタミン学会編 *ビタミン研究のブレイクスルー-発見から最新の研究まで*, 学進出版, 大阪: pp. 231-50.
- 6) 福井徹, 熊坂一成 (2004) ビオチン (ビタミンH). *広範囲血液・尿化学検査免疫学的検査 - その数値をどう読むのか -* [第6版] (2), 日本臨床社, 東京: pp. 194-197.
- 7) Bryden WL (1989) Intestinal distribution and absorption of biotin in the chicken. *Br J Nutr* 62: 389-398.
- 8) Misir R, Blair R (1988) Biotin bioavailability of protein supplements and cereal grains for starting turkey poults. *Poult Sci* 67: 1274-1280.
- 9) Blair R, Misir R (1989) Biotin bioavailability from protein supplements and cereal grains for growing broiler chickens. *Int J Vitam Nutr Res* 59: 55-58.
- 10) Peterson TE, McDowell LR, McMahon RJ, Wilkinson NS, Rosendo O, Seymour WM, Henry PR, Martin FG, Shearer JK (2004) Balance and serum concentration of biotin in sheep fed alfalfa meal-based diets with increasing level of concentrate. *J Anim Sci* 82: 1165-1169.
- 11) Ham WE, Scott KW (1953) Intestinal synthesis of biotin in the rat. *J Nutr* 51: 423-433.