

カルシウム，鉄の摂取時刻差による 便，尿への排泄量の影響 —Part II—

Influence on the Amounts of Fecal and Urinary Excretion of Calcium and Iron by the Intake Time Difference —Part II—

桑 守 豊 美¹⁾ 原 田 澄 子¹⁾ 新 村 哲 夫¹⁾ 鈴 木 正 成²⁾

KUWAMORI Toyomi, HARADA Sumiko, SHIMMURA Tetsuo and SUZUKI Masasige

I. 目的

パート I では、スキムミルクを食事と同時に摂取した同時群と 2 時間後群、4 時間後群にわけてスキムミルクの摂取時刻差によるカルシウム、鉄の便、尿からの排泄量の影響を調べた。その結果、同時に摂取した者がカルシウム、鉄の便への排泄が多いといえた。

本報では、さらにこの事を明らかにするために同時摂取群と 2 時間後摂取群について検討を行なった。

II. 方法

1. 対象

パート I と同じ高校のクロスカントリー部員男子 7 名、女子 3 名を対象とした。この部員 10 名中 5 名は前回と同じ部員であった。

対象者のスキムミルクの摂取時刻別と身体状況を表 1 に示した。

被験者及び保護者に対する説明、同意はパート I と同様に行なった。

2. 時期

平成 10 年 7 月 27 日～29 日（2 泊 3 日の合宿）に行なった。

3. 試験食の調製と提供

パート I と同様に夕食として摂取した専門店のステーキ定食を試験食とした。献立は表 2 の

表 1 スキムミルクの摂取区分と対象の状況

スキムミルクの 摂取時刻	対象 (性別)	年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)
同時群	E (男) *	18	173	64
	H (男) *	17	173	63
	F (男) *	18	170	57
	G (男) *	17	172	58
	K (女)	17	160	54
	平均	17.4	169.6	59.2
	標準偏差	0.55	5.50	4.21
2 時間後群	B (男) *	17	179	61
	I (男)	17	173	63
	J (男)	17	171	54
	L (女)	17	157	45
	M (女)	17	163	47
	平均	17	169	54
	標準偏差	0.00	8.65	8.06
	総平均	17	169	57
	標準偏差	0.42	6.85	6.65

* 第 1 報と同じ対象者

くわもり とよみ (食物栄養学科) はらだ すみこ (食物栄養学科)
しんむら てつお (富山県衛生研究所) すずき まさしげ (筑波大学)

とおりであった。また、スキムミルクはパート I より増量し、雪印乳業株式会社製「骨太スキム」のスキムミルク 3 袋（カルシウム 848mg 相当）を試験食と同時に 2 時間後に各々摂取した。

また、試験食相当の便が判断できるように、食事摂取後に食紅粉 0.6 g を飲用した。

前回同様試験食の排便の予知判断する手段の補助として試験食 3 時間前にトウモロコシを摂取した。

4. 試験食とスキムミルク、便、尿、血液の試料の調製

(1) 試験食とスキムミルクの調製

パート I と同様。

(2) 便の採取

パート I と同様。

(3) 尿の採取

パート I と同様。

(4) 血液

パート I と同様。

5. 水分、カルシウム、鉄の測定

(1) 試験食及び便中の水分量の測定

水分は乾燥法で測定した。

〈測定方法〉

① 秤量容器を秤量し、調製した食事および便試料を入れ重量を測定した。

② 電気乾燥器内で一定時間乾燥させ、乾燥後の重量を測定した。

③ 水分含量は次式より算出した。

$$\text{水分含量(\%)} = \frac{\text{試料重量} - \text{乾燥後の重量}}{(\text{試料重量} + \text{秤量容器重量}) - \text{秤量容器の重量}}$$

(2) 試験食及び便中のカルシウム、鉄量の測定

試験食のステーキ定食とスキムミルクはパート I と同様であったため今回は分析しなかつ

表 2 試験食の献立とスキムミルク

(1) ステーキ定食

- ・ ご飯
- ・ 味噌汁（わかめ、えのき、みつば、味噌）
- ・ ステーキ（牛もも肉、油、にんにく、もやし、醤油、みりん）
- ・ 付け合せ（焼き豆腐、茄子、椎茸、もやし）
- ・ サラダ（ロースハム、きゅうり、レタス、ピーマン、ラディッシュ、スパゲティ、ドレッシング）
- ・ 漬物（たくあん、しば漬、野沢菜漬）
- ・ シャーベット
- ・ レンジジュース

(2) スキムミルク

- ・ スキムミルク（カルシウム 848mg 相当）
- ・ 水

た。

カルシウム、鉄量は、パート I 同様湿式灰化法で分解後、原子吸光で測定した。

(3) 尿中のカルシウムの測定

パート I 同様検査機関に依頼し、測定した。

(4) 血液中のカルシウム、鉄の測定

パート I 同様以下の項目を検査機関に依頼し、測定した。

- ①カルシウム、②鉄、③フェリチン、
- ④GOT、⑤GPT

Ⅲ. 結果および考察

1. 試験食の摂取重量および便重量と尿量

試験食の摂取重量と試験食相当の便重量、摂取重量に対する排泄率、便の水分率及び尿量を表 3 に示した。

摂取した試験食の重量は 809～1234 g、平均 1162 g であった。便重量は 60～155 g、平均 91 g で摂取重量の 4～13%、平均 7.8% が便として排便されたと予想される。

試験食相当便の判断手段として食紅を前回の量の 0.3 g より増量し 0.6 g としたが、試験食相当便の判断が難しかった。

表3 試験食の摂取重量, 便重量, 摂取重量に対する排泄率と便の水分率及び尿量

スキムミルクの 摂取時刻	対象 (性別)	摂取重量 (g)	便(排泄) 重量(g)	摂取量に対する 排泄率(%)	便の水分率 (%)	水分率より算出 した便固形量	24時間尿量 (ml)
同時群	E(男)	1234	90	7.3	72.7	24.5	1026
	H(男)	1190	80	6.7	78.1	17.5	880
	F(男)	809	80	9.9	67.9	25.7	760
	G(男)	1234	107	8.7	71.9	30.1	1026
	K(女)	1088	60	5.5	71.0	17.4	570
	平均	1111	83	7.6	72.3	23.1	852
	標準偏差	178.87	17.11	1.70	3.70	5.50	193.21
2時間後群	B(男)	1234	155	12.6	77.5	34.9	850
	I(男)	1234	100	8.1	71.0	29.0	820
	J(男)	1234	100	8.1	72.5	27.5	1312
	L(女)	1131	40	3.5	85.1	6.0	890
	M(女)	1234	100	8.1	72.7	27.3	1325
	平均	1213	99	8.1	75.7	25.0	968
	標準偏差	45.82	40.68	3.19	5.76	11.05	256.03
	総平均	1162	91	7.8	74.0	24.0	946
	標準偏差	134.41	30.55	2.42	4.90	8.29	235.46

尚, 便の水分率は71~85%, 平均74%であった。便の水分率より算出した便の乾燥物重量も6~35gと個人差が大きかったが, 平均24.0gであった。

食事摂取から排便までの時間は, パートI同様24~48時間であった。

24時間蓄尿量は570~1312ml, 平均946mlであった。

2. 試験食及び便, 尿中のカルシウム量

試験食は今回, 分析しなかったが, 1回目の量をもとにスキムミルク増量分を加えた量とした。試験食相当の便, 24時間蓄尿中のカルシウム量, 及び摂取カルシウム量に対する排泄率を表4に示した。

スキムミルクを増量し3本としたため, 試験食とスキムミルクのカルシウム提供量は試験食139mg, スキムミルク767mgの計906mgであったが, 人により摂取量が異なり845~906mg,

平均896mgであった。

試験食・スキムミルク相当便中の排泄量は85~924mgで平均527mgであった。摂取量に対する便中排泄量は10%台と極端に少ないものが3名認められたが残り7名は55~102%, 平均58%の排泄率となっていた。

スキムミルクの摂取時刻の違いによる便中の排泄量についてみると, 個人差はあるものの同時摂取の方が2時間後者より排泄量が少ない, 即ち同時摂取者が吸収率が高く, パートIと逆の結果であった。スキムミルクの摂取時刻別にみると2群の便中排泄量は平均では差がなかった。

24時間蓄尿(試験食以外の食事分の排泄も含む)中のカルシウム量は, 110~247mg, 平均192mgで, 摂取量の21%であった。

次に摂取カルシウムに対する便及び24時間蓄尿中のカルシウム量を加えた合計排泄率を見ると, 30~127%と個人差が認められたが, 平均

表4 試験食および便、尿中のカルシウム量及び摂取量に対する排泄率

スキムミルクの 摂取区分	対象 (性別)	摂取 カルシウム量 (mg)	便中 カルシウム量 (mg)	摂取に対する 便カルシウム排泄率 (%)	24時間	摂取量に	
					蓄尿中 カルシウム量 (mg)	便中カルシウムと 尿中カルシウム (mg)	対する便と 尿中カルシウム排泄率 (%)
同時群	E(男)	906	602	66	243	845	93
	H(男)	895	615	69	238	853	95
	F(男)	845	85	10	169	254	30
	G(男)	906	497	55	186	682	75
	K(女)	888	169	19	115	284	32
	平均	888	394	43.8	190.1	584	65.2
	標準偏差	25.42	249.45	27.43	52.84	295.50	32.16
2時間後群	B(男)	906	686	76	181	867	96
	I(男)	906	599	66	110	709	78
	J(男)	906	922	102	228	1150	127
	L(女)	900	167	19	247	414	46
	M(女)	906	924	102	204	1128	124
	平均	905	660	73	191	854	94
	標準偏差	2.93	310.46	34.21	53.104	307.39	33.80
総平均	896	527	58	192	719	80	
標準偏差	19.22	300.26	32.99	49.98	317.88	34.68	

80%であった。便中と尿中カルシウムの合計排泄率では同時摂取者が少なかった。即ち、同時摂取者が2時間後摂取者より多く吸収されていた。これは、パートIとは逆の結果と言えた。

3. 試験食及び便、尿中の鉄量

試験食とスキムミルク中の鉄の摂取量は、表5のとおり個人差があり、5.3~12.0mgであったが平均10.4mgであった。試験食相当便中の鉄の排泄量は0.7~18.8mgと大差が見られ、排泄率は11~157%であった。平均排泄量、及び排泄率は8.0mg, 69%であった。

次にスキムミルクの摂取時刻別に鉄の摂取量に対する便中排泄率をみると、2時間後摂取者に排泄率の高いものが多く、鉄についてもカルシウム同様パートIとは逆の2時間後摂取者の排泄率が高く、吸収率が低い結果と言えた。

尿中鉄量は少なく、測定不可能であった。

4. 血液検査結果

表5 試験食、便中の鉄量

スキムミルクの 摂取区分	対象 (性別)	試験食(摂取) 鉄量(mg)	便中(排泄) 鉄量(mg)	便中鉄量 試験食鉄(%)
同時群	E(男)	12.0	14.7	123
	H(男)	12.0	8.7	73
	F(男)	5.3	0.7	13
	G(男)	12.0	9.1	76
	K(女)	7.5	2.5	33
	平均	9.7	7.1	63.6
	標準偏差	3.15	5.66	42.83
2時間後群	B(男)	12.0	4.4	37
	I(男)	12.0	10.1	84
	J(男)	12.0	10.2	85
	L(女)	7.5	0.8	11
	M(女)	12.0	18.8	157
	平均	11.1	8.9	74.8
	標準偏差	1.98	6.83	55.88
総平均	10.4	8.0	69.2	
標準偏差	2.52	6.00	48.28	

試験食を夕食に摂取したその翌朝の空腹時の血液検査結果値は表6のとおりであった。

正常値をカルシウムは8.5~10.5mg/ml, フェリチン10~240mg/ml, 血色素量, 男子14~18g/dl, 女子12~16g/dl, 血清鉄50~190 μ g/dl, GOT5~35UL, GPT5~25KU/mlとすると,

表6 血液検査結果

スキムミルクの 摂取区分	名前 (性別)	カルシウム mg/l	フェリチン ng/ml	血色素量 g/dl	鉄 μg/dl	G O T U/l	G P T U/l
同時群	E (男) *	5 L	5.0 L	11.3 L	19 L	15.0	11
	H (男) *	4.6 L	6.8 L	15.0	204	17.0	15
	F (男) *	4.8 L	16.8	14.7	95	18.0	9
	G (男) *	4.8 L	43.9	15.5	110	20.0	19
	K (女)	4.7 L	5.0 L	12.9	94	19.0	14
	平均	4.8	16	14	104	17.8	13.6
	標準偏差	0.15	16.62	1.74	66.03	1.92	3.85
2 時間後群	B (男) *	4.7 L	15.3	14.6	65	22.0	23
	I (男)	4.7 L	7.0 L	13.4 L	55	26.0	17
	J (男)	4.7 L	17.2	15.4	107	22.0	18
	L (女)	4.6 L	11.7	12.4	102	25.0	14
	M (女)	4.5 L	5.0 L	10 L	28 L	25.0	21
	平均	4.6	11.2	13.2	71.4	24	18.6
	標準偏差	0.09	5.22	2.10	33.16	1.87	3.51
	総平均	4.7	13.4	13.5	87.9	20.9	16.1
	標準偏差	0.14	11.83	1.86	52.24	3.73	4.36

L = 低値

カルシウムは全員が低値，フェリチンの低値者5名，その内3名は血色素量も低値であった。

パートI，パートIIの実験を行った結果，スキムミルクの摂取時刻別のカルシウム，鉄の排泄量はパートIは同時摂取者が排泄量が多く，パートIIでは2時間後摂取者が排泄量が多くなり，2つの実験の間で逆の結果を得た。この原因として排泄量，即ち吸収量には多くの要因が関係している事や研究の対象数が少ないこと，便の採取方法に問題点を残している等考えられる。

今後，男女差についての検討，パートI，パートIIとも対象とした者の比較検討を行い，研究方法などの検討を加えて実験を重ね，摂取と排泄の関係を明らかにし栄養指導に生かして行きたい。

IV. 要約

高校クロスカントリー部員を対象に鉄の多い

試験食を夕食に摂取してもらい，スキムミルク3本（カルシウム848mg相当）を同時または2時間後に摂取する群に分け，試験食相当便，試験食摂取から24時間蓄尿，試験食を摂取した翌朝の血液中各々の鉄，カルシウム量を測定し，スキムミルクの摂取時刻差による排泄量への影響を調べ，以下の結果を得た。

1. 食事量809~1234gに相当する便は40~155gであった。
2. 試験食摂取後から24時間蓄尿は平均946mlであった。
3. カルシウムについて
 - ①試験食からの平均摂取量は770mgであった。
 - ②試験食相当便からの平均排泄量は527mg，58%であった。
 - ③試験食摂取後からの24時間蓄尿からの排泄量は192mg，排泄率21%であった。
 - ④スキムミルクの摂取時刻別に見ると，便への排泄量は2時間後摂取者が多かった。
4. 鉄について

- ①試験食中の平均鉄量は10.4mgであった。
- ②試験食中の便中の平均鉄量は8.0mgで、平均69%の排泄率であった。
- ③摂取時刻別にみると、便への鉄の排泄量は2時間後摂取者が多かった。

最後に調査にご協力を頂いた高校生、監督、並びにスキムミルクをご提供頂いた雪印乳業株式会社中部支社に深謝いたします。

参考文献

- 1) 厚生省 国民栄養の現状 平成11年
国民栄養調査結果
- 2) Roichi Itohら：Estimation of Available Dietary in Meals of "Healthy" Elderly Japanese, Nutrition Reports International January Vol.37 No.1(1988) p127-135
- 3) The inhibitory Effect of Dietary Calcium on Iron Bioavailability: A Cause for Concern Nutrition Reviews, Vol. 53 No.3 p77-80
- 4) 訳 西村晴美 井上修二：乳製品は本当に思春期の少女の骨密度を改善するか？ Nutrition Nutftion Reviews, Vol.53 No.11
- 5) 訳 小川めぐみ 五十嵐脩：家庭内で食事を通じて鉄欠乏を防ぐ方策 Nutrition Reviews, Vol. 55 No.6 p.233-239
- 6) 鈴木正成：ジュニアのためのスポーツ栄養学 食糧庁／米流通消費対策室財団法人 全国米穀協会
- 7) 坂本静男：杏林書院 体育の科学 Vol.50(2000)
- 8) Susan J. 等：人体における高カルシウム食の有害な影響 Nutrition Reviews, Vol. 55 No.1 p.1-9
- 9) 村田卓士ら：ヒトにおける卵殻カルシウム添加チョコレートの脂肪吸収抑制効果に関する検討, 栄養学雑誌 Vol.51 No.4(1998)
- 10) カルシウムと健康：農林水産省, 畜産振興事業団
- 11) 原田澄子, 桑守豊美, 新村哲夫, 鈴木正成 カルシウム, 鉄の摂取時刻差による便, 尿への排泄量への影響 Part I