へき地学童の毛髪シスチン含量, 暗調応および クレアチン排泄に及ぼす燐酸, ビタミン, メチオニンの服用あるいは牛乳飲用の影響

Effect of Supplementation of Vitamin, Phosphorus, Methionine or
Milk on the Hair Cystine Content, Dark Adaptation, and Creatine
Excretion of Children Living in Secluded District

(昭和 39 年 11 月 14 日 受理)

小柳 達男 晴山 信一* 鷹 薺 テル**
(Tatsuo Koyanagi) (Shin-ichi Hareyama) (Teru Takanohashi)

Minerals (iron, iodine, calcium and phosphorus), vitamins and methionine administered to children receiving poor diet increased cystine content in their hair. The content was much more increased by the supplementation of skim milk in their diet.

Visual threshold values were improved significantly by dosing of minerals and vitamins with or without methionine. But the administration of these nutrients could not bring the threshold values to normal range until the concurrent feeding of milk began.

Supplementation of methionine resulted in a much increased weight gain and a higher excretion of urinary creatine.

前報¹⁾ではひえ食地帯での試験を報告した。その際ビタミン服用および牛乳の飲用によって、児童の極めて不良であった暗調応能が正常に回復し、低い数値を示した毛髪シスチン含量が標準の含量にまで高まってくることを認めた。今回は米、ひえ混食地帯で、ビタミン、牛乳の影響のほかに、鉄、ヨード、カルシウム、燐およびメチオニンの長期投与の影響をも調査した。

方 法

試験地区：調査を行なった学校は岩手県浄法寺町下沢部落にあり、生徒数44名のへき地2級の小学校である。下沢は標高300mであってあまり高地ではないが、交通が不便で、ことに冬季は積雪が多く、4か月間は外部との交通が絶えてしまうところである。

摂取食物：7月初めに行なった学童27人についての食事調査の結果、学童1日1人米393、ひえ103、小麦48、大麦1、じゃがいも21、みそ23、魚介37、塩魚4、肉2、鶏卵20、牛乳9、有色野菜102、淡色野菜98、つめの53、果物類249(g)であって、含有栄養素は蛋白質58(そのうち動物性12.6)g、カルシウム339、燐1354、鉄13.8、サイアミン1.03、リボフラビン0.76、アスコルビン酸92(mg)、ビタミンA 175 I. U.、カロチン987 I. U.

であった。

分析法：毛髪シスチン含量および暗調応能の測定はそれぞれ前報²⁾³⁾と同様にして行なった。暗調応能測定の際、絞り2~3mmおよび4~5mmはそれぞれ正常およびほぼ正常とし、6mmあるいはそれ以上は不良とした。

尿の採取は24時間尿を集めることが困難なので、午後10時から午前6時までの8時間尿を集め、氷酢酸5滴を入れて保存し分析に供した。燐、クレアチンおよびクレアチニンは常法⁴⁾によって定量した。

試験区：年令8~11才の学童を4人あるいは5人ずつ4群に分け毎日次のような栄養剤の投与を行なった。

第1群(基礎)鉄10、カルシウム160および
ヨード0.05(mg)

第2群 基礎+燐160(mg)

第3群 基礎+燐およびビタミン

第4群 基礎+燐、ビタミンおよびメチオニン
225(mg)

添加物の詳細は第1表に示した。栄養剤の投与期間は昭和37年11月より1年間とし、その間数回にわたって暗調応、毛髪シスチンおよび尿成分につき測定を行なった。なお昭和38年9月19日より脱脂乳による学校給食が

第 1 表 毛髪シスチンおよび毛髪量に及ぼす栄養素の影響

添 加 物	児 童	無 処 理 期	錠 剤 投 与 後 (12月 8 日開始)		錠剤投与後の全頭髪量		ミルク給食並行 実施後 (9月19日開始)
	No.		年 月 日	年 月 日	37年 自12月 2 日 至 1 月21 日	38年 自 1 月22 日 至 2 月25 日	
鉄 ⁽¹⁾ ヨ ー ド カル シ ウ ム	1	11.4%	12.0%	11.3%	6.06 g	4.10 g	13.2%
	2	11.5	11.6	11.0	7.40	5.01	14.1
	3	13.1	12.1	13.4	8.95	6.53	14.1
	4	11.5	8.8	11.0	10.56	6.76	12.4
	平均	11.9	11.1	11.7	8.24	5.60	13.5
鉄 ヨ ー ド カル シ ウ ム 磷 ⁽²⁾	5	11.3	11.7	11.8	7.08	5.63	13.6
	6	12.7	11.7	12.3	10.98	9.33	13.2
	7	12.3	10.8	12.2	7.91	5.76	13.1
	8	—	10.9	12.0	5.28	7.22	13.2
	9	11.3	11.0	12.4	9.18	6.15	13.9
	平均	11.9	11.2	12.1	8.08	6.82	13.4
鉄 ヨ ー ド カル シ ウ ム 磷 ビ タ ミ ン ⁽³⁾	10	13.0	12.8	12.7	6.06	4.33	13.4
	11	12.7	11.8	12.8	—	—	—
	12	11.2	11.8	12.8	12.99	7.94	13.4
	13	10.3	11.8	13.5	3.38	—	13.4
	14	11.8	12.5	12.8	6.96	5.00	13.2
	平均	11.6	12.1	12.9	7.34	5.75	13.4
鉄 ヨ ー ド カル シ ウ ム 磷 ビ タ ミ ン メチオニン ⁽⁴⁾	15	11.3	12.1	12.4	7.41	6.59	13.4
	16	11.8	12.5	13.0	10.68	7.18	13.5
	17	—	10.6	13.0	12.98	11.70	12.5
	18	10.9	11.3	12.5	7.93	5.33	13.6
	19	—	11.3	12.3	4.26	5.72	12.5
	平均	11.3	11.5	12.6	8.65	7.30	13.1

(1) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 29.8, KI 0.065, CaCO_3 315(mg)(2) ワダカルシウム錠, ワダカルシウム製薬株式会社製: CaHPO_4 510, 乳酸カルシウム 30, くえん酸カルシウム 30(mg)(3) パンビタン, 武田製薬株式会社製: ビタミンA, 2,500, ビタミンD, 250(I. U.), サイアミン 2.5, リボフラビン 2.5, ナイアシン 10, ビタミンB₆, 2.5, パントテン酸カルシウム 5, ビタミンB₁₂, アスコルビン酸 37.5(mg) その他.

(4) ネストン, 東京田辺製薬株式会社製: dl-メチオニン 225, オロチン酸 3.0, デヒドロコロール酸 12(mg) その他.

実施されるようになったので, 各群ともこの影響を受けることになった。

結 果 と 考 察

毛髪シスチン含量: 第 1 表に示した如く, 試験開始時には全員平均して 11.6% であった。鉄, ヨードおよびカルシウム (基礎ミネラル) を添加した第 1 群, あるいはこれに磷を加えた第 2 群はシスチン含量は上昇しないが, 磷とともにビタミンあるいはメチオニンを加えた第

3 群および第 4 群は 2 カ月後にそれぞれ 12.9, 12.6% と上昇した。なお 1 カ月間に発生した頭髪の重量を各区にわたって測定してみると, メチオニンを加えた第 4 群がもっとも多く, これに第 2, 第 3 群がつづいた。

学校給食が行なわれ 1 カ月半を経過したときのシスチン含量は, 各区とも著明に増して 13% を越え互いに差がなくなり, 都市の栄養のよい学童の値 (14%) に近づいた。メチオニンの添加で毛髪収量が増し, シスチン含量が高くなったことは, メチオニンから体内でシスチンに変化

栄 養 と 食 糧

第2表 暗調応に及ぼす栄養素の影響

添 加 物	児 童	年 令	無 処 理 期 年 月 日 37 12 4	錠 剤 投 与 後 (12月8日開始)			ミルク給食並行実施後 (9月19日開始) 年 月 日 38 11 4
	No.			年 月 日 38 1 21	年 月 日 38 2 25	年 月 日 38 8 18	
鉄 ヨード カルシウム	1	8年	10mm	7mm	7mm	7mm	6mm
	2*	9	16	7	7	8.5	8.5
	3	9	15	7	7	9	2
	4	10	16	11	6	7	7
	平均		14.2	8.0	6.8	7.9	5.9
鉄 ヨード カルシウム 燐	5	8	12	8	6	5	4
	6*	9	—	8	6	7	9
	7	9	16	5	6	7.5	6
	8	10	16	6	3	4.5	3
	9	11	16	2	4	5	4
	平均		15.0	5.8	5.0	5.6	5.2
鉄 ヨード カルシウム 燐 ビタミン	10	8	6	8	3	4	4
	11	9	10	6	7	5	3
	12	10	10	6	6	4	2
	13	10	—	7	7	4	3
	14	10	—	6	6	6	4.5
	平均		8.6	6.6	5.8	4.6	3.5
鉄 ヨード カルシウム 燐 ビタミン メチオニン	15	8	12	8	7	3	2
	16	9	16	9	7	7	3
	17*	10	16	6	7	6	6
	18	10	16	8	4	4.5	3
	19	11	16	2	2	4	2
	平均		15.0	6.6	5.4	4.9	3.2

* 印は要生活保護家庭児

して毛髪に利用されたことを示すものと思われる。

暗調応：測定の結果は第2表に示した如くで、無処理時には平均して 10.7 mm という著しく不良な数値を示した。栄養剤投与を行なって1カ月後にすでにある程度の改善が認められた。しかし添加8カ月後でも第1群は 7.9 mm に止まった。これに対し燐を加えた第2群は 5.6 mm に改善され、燐とともにビタミンあるいはメチオニンを与えた第3群、第4群はそれぞれ 4.6 mm, 4.9 mm になった。

第1群および第2群の如く、ミネラルだけの添加でも暗調応が改善されたのは興味がある。すなわちこれら学童は鉄、燐、ヨードの如く、網膜の正常な酸化作用に必要な要素が不足していたことを示すのではないかと思う。

つぎにビタミンを与えた第3、第4群では暗調応は著

しく改善され、それぞれ 4.6, 4.9 (mm) になったが牛乳を飲用するまでは正常にならなかった。第4群ではビタミンのほかにメチオニンを加えたが牛乳の効果に及ばなかったことをみると、牛乳の効果はその良質蛋白質あるいは牛乳中の他の成分によるかもしれない。

一方ビタミンの加わらないときは第1、第2群の如く脱脂乳を飲用してもそれぞれ 5.9, 5.2 (mm) に止まった。これからみると正常な暗調応は完全な栄養状態ではじめて得られるものであり、小柳らの報告³⁾した如く、ビタミンA、サイアミン、リボフラビン、アスコルビン酸のうち一つのビタミンが欠けても、また蛋白質、ミネラルが不足しても不良な暗調応を示すことが想像される。

牛乳の飲用はすべての学童の暗調応を改善したが、No. 2, 6 は例外である。彼らの暗調応は牛乳飲用で

第3表 尿中磷, クレアチン, クレアチニン濃度に及ぼす栄養素の影響

添 加 物	児童 No.	無 処 理 期 37 年 11 月 3 日			錠 剤 投 与 後 10 カ 月 38 年 8 月 18 日		
		磷	ク レ ア チ ン	ク レ ア チ ニ ン	鉄	ク レ ア チ ン	ク レ ア チ ニ ン
鉄 ヨ ー ド カルシウム	1	mg/dl 51	mg/dl 10.1	mg/dl 9.9	mg/dl 14	mg/dl 0.6	mg/dl 22.5
	2	58	7.3	12.3	14	8.5	39.0
	3	101	6.7	9.1	33	1.7	43.5
	4	129	6.7	9.5	43	2.4	35.0
	平均	85	7.7	10.2	26	3.4	35.0
鉄 ヨ ー ド カルシウム 磷	5	50	4.8	6.6	47	11.5	40.8
	6	22	7.7	19.0	48	6.0	45.0
	7	57	8.1	11.6	29	—	—
	8	63	10.1	24.0	38	4.4	40.5
	9	17	10.0	43.0	166	16.8	120.0
	平均	42	8.1	20.8	66	9.7	61.6
鉄 ヨ ー ド カルシウム 磷 ビ タ ミ ン	10	47	8.1	15.3	61	10.1	65.5
	11	52	4.9	7.4	21	—	—
	12	59	11.0	19.8	49	8.8	74.5
	13	87	61.4	25.6	49	8.1	49.0
	14	47	13.9	16.1	96	29.0	72.0
	平均	58	13.9	16.8	54	14.0	65.3
鉄 ヨ ー ド カルシウム 磷 ビ タ ミ ン メチオニン	15	38	12.5	22.7	45	33.6	31.5
	16	21	13.5	16.9	161	100.9	126.0
	17	21	8.1	19.0	60	—	—
	18	65	5.8	4.1	51	33.6	46.5
	19	52	8.1	18.2	117	134.6	109.0
	平均	39	9.6	16.2	87	76.6	78.3

も 8.5, 9 (mm) という不良値を示した。これら学童は生活保護を受けている家庭の子供で、慢性的な栄養の欠陥があるものと思われる。これに似た事実をわれわれは都市の学童についても観察したことがある⁵⁾。これらの子供の毛髪シスチン含量は初期には低かったが、栄養剤の投与で上昇し、No. 6, 17 では毛髪の収量もとくに多かったことは面白い。

尿成分：尿は24時間尿でなく、早朝尿についてののみ分析を行なったので、各群間の定性的な比較に止まるが、第3表に示した成績でみると、磷の添加によって尿中の磷が増すとともにクレアチン、クレアチニンが増した。児童においてはクレアチン、クレアチニンは筋肉量に比例するといわれるので、磷添加によりこの成分の増したことは筋肉の増加と考えられる。

磷の投与でクレアチン、クレアチニン増加のほかに暗調応および発育(第4表)も改善されたことをみると、

この学童らに磷の不足があったのではないかと考えられる。食事調査では磷は 1354 mg もあって十分な量であるが、その大半はフィチン態磷である。小柳ら⁶⁾はネズミによる米の磷の利用は、良質蛋白質の不足のときに低下するが、その原因は腸内フィターゼ活性が弱まり、フィチン態磷を分解して利用することが減少することを報告した。この事実から考えると、本研究で調査した学童には良質蛋白質が不足しているため、フィチン磷の利用が弱まっていたのではないかと考えられる。

なお東京歯科大学見明博士がこの学校の学童全員について齲蝕(うしょく)症患者を調べた結果 100%の高率であって、全国小学校平均の男 82, 女 84%よりも高く、抜去乳歯 5本の象牙質微少硬度は平均44.3, 比重 2.198 で、東京都の学童の数値 57.7, 2.249 よりも低かった。これは彼らの歯の齲蝕に対する抵抗性の低いことを示すものであるが、これの原因の一つはカルシウム

第 4 表 体重増加率に及ぼす栄養素の影響

添 加 物	児童 No.	37年 11月	38年 11月	体重 増加	体重増 加率
鉄 ヨ ー ド カル シ ウ ム		kg	kg	kg	%
	1	26.0	27.6	1.6	6.2
	2	23.0	25.5	2.5	10.9
	3	24.0	25.8	1.8	7.5
	4	28.0	30.0	2.0	7.1
	平均	25.3	27.2	2.0	7.9
鉄 ヨ ー ド カル シ ウ ム 燐	5	21.0	23.0	2.0	9.5
	6	28.5	32.0	3.5	12.3
	7	24.0	26.4	2.4	10.4
	8	26.0	29.2	3.2	12.3
	9	26.5	28.4	1.9	7.2
	平均	25.2	27.8	2.6	10.3
鉄 ヨ ー ド カル シ ウ ム 燐 ビ タ ミ ン	10	25.5	27.0	1.5	5.9
	11	20.5	27.5	2.0	9.7
	12	29.5	32.0	2.5	8.5
	13	25.5	27.6	2.1	8.2
	14	24.0	26.4	2.4	10.0
	平均	25.0	27.1	2.1	8.5
鉄 ヨ ー ド カル シ ウ ム 燐 ビ タ ミ ン メ チ オ ニ ン	15	21.0	23.5	2.5	11.9
	16	24.5	26.2	1.7	7.1
	17	32.0	36.8	4.8	15.0
	18	22.5	23.8	1.3	5.8
	19	25.5	29.8	4.3	17.2
	平均	25.1	28.0	2.9	11.4

とともに燐の不足が考えられるのではないと思われる。

尿中クレアチンは、メチオニンの投与によって著明に増加した。これはへき地の学童の筋力が弱いことと関連があり、その弱いのは彼らの食物に含硫アミノ酸の少ないことに原因があることを示すものと思われる。

体重増加：1年間の体重増加率を第4表に示した。各群の児童の数が少なく、最後の2カ月はミルク飲用の影響を受けているが、メチオニンを加えた第4群は他の区に比べて体重増加率が大きであった。この区の学童の尿中

クレアチンが他の区に比べて著しく多かったことからみて、彼らの食物が良質蛋白質に不足し、メチオニンの供給が制限因子となっていたものと推定される。

要 約

- 1) 貧しい食事をとっている学童にミネラル、各種ビタミンあるいはこれとともにメチオニンを与えると、毛髪シスチン含量が高まった。この投与物にさらに脱脂粉乳を加えると一層シスチン含量の増加がみられた。
- 2) ミネラルとビタミンとだけの場合、あるいはこれとメチオニンを併用した場合に、暗適応は改善されるがまだ正常でない。脱脂粉乳をこれとともに同時に与えるとはじめて正常になった。
- 3) ミネラル、ビタミンとともにメチオニンを与えた群では尿中にクレアチンの濃度が増し、体重増加も他のメチオニンを加えぬ群に比べて大であった。

研究費の一部は森永奉仕会の援助によった。試験に使用したパンビタンは武田製薬株式会社(大阪)、ネストンは東京田辺製薬株式会社(東京)、ミネラルの錠剤はワダカルシウム製薬株式会社(大阪)の寄贈によるものである。ここに深甚なる謝意を表わす。

調査には浄法寺町役場および太田小学校下沢分校の方々の手をわずらわし、実験は及川桂子、佐藤昌弘、佐々木勝夫、加藤正、新田敦子、勝部牧子、草葉悦子および水城喜代子の助力を得た。記して謝意を表わす。

文 献

- 1) 小柳達男, 鷹觜テル, 晴山信一: 栄養と食糧, **17**, 263 (1964)
- 2) 小柳達男, 鷹觜テル, 及川桂子: 栄養と食糧, **15**, 459(1962)
- 3) 小柳達男, 鷹觜テル: 栄養と食糧, **15**, 183(1962)
- 4) Hawk, P. B., Oser, B. L. & Summerson, W. H.: Practical Physiological Chemistry, Mc Graw-Hill Co. Inc., London (1954)
- 5) 小柳達男, 鷹觜テル: 栄養と食糧, **16**, 104(1962)
- 6) 小柳達男, 植木美智子, 鷹觜テル, 及川桂子: 栄養と食糧, **17**, 55(1964)

(東北大学農学部栄養化学研究室)

*(岩手大学農学部農芸化学教室)

** (岩手大学芸学部家政科教室)