

牛乳の代謝効果に関する研究  
牛乳の血中脂質並びにカルシウム  
代謝に及ぼす影響

国立栄養研究所病態栄養部

部 長 板 倉 弘 重

病態栄養研究室長 辻 悦 子

牛乳・乳製品は、日本人に不足しがちなカルシウムをはじめとし、各種栄養素の給源である。ところが、乳脂肪にはコレステロールも含まれることなどから、摂取を控える傾向もみられ、その上、日本人の食生活上、牛乳摂取は1人1日あたり約120gと少いのが実状である。特に日本人のカルシウム摂取は、所要量を充足していないことも問題視されている。

そこで、本研究では、牛乳を摂取させることにより、血中脂質にどのような影響を及ぼすのか、また、体内でのカルシウム代謝への影響を明らかにすることを目的とした。

実験方法

16～46才の健常女子を被験者として、1日当たり牛乳（LL牛乳）750mlを2週間常食に加えて負荷した。負荷前、負荷1週後、負荷2週後の早朝空腹時に採血した。負荷試験の初日には、牛乳750mlを1回負荷後2、4、6時間目に採血した。常法により血清を得、分析時まで凍結保存した。

また、負荷前、負荷1週後、負荷2週後の早朝スポット尿（起床後第2回尿）を採取した。

血清と尿中のカルシウム (Ca) は OCPC 法、磷 (P) はモリブデン酸直接法、血清中総コレステロール (TC) ・ HDL-コレステロール (HDL-C) ・ 遊離型コレステロール (FC) ・ 中性脂肪 (TG) ・ リン脂質 (PL) ・ 遊離脂肪酸 (FFA) は酵素法、レンチン-コレステロール・アシルトランスフェラーゼ (LCAT) 活性は赤沼らの変法で測定した。血中リポたん白質はアガロース電気泳動法、血中アポたん白質は一元免疫拡散法により分別定量した。

#### 結果及び考察

牛乳負荷前後の血中脂質の変化を表 1 に示した。

Table 1 Changes of the serum lipids levels after milk loading

		Initial	1 week	2 weeks
Total Cholesterol	mg/dl	171±26	186±36	186±33
HDL Cholesterol	mg/dl	62±9	64±13	69±11
Free Cholesterol	mg/dl	46±8	48±6	53±9*
Triglyceride	mg/dl	59±41	86±37*	91±37
Free Fatty Acid	μEq/l	684±277	640±203	472±115
Phospholipid	mg/dl	191±16	211±21*	210±23*
LCAT	U	43±9	46±10	43±14*

Mean±SD, n=7

\* Significantly different from the initial value. (P<0.05)

PLは牛乳負荷により、明らかに上昇し、この上昇は負荷1週後から認められた。TC及びHDL-Cは、牛乳負荷2週後に平均値では負荷前値より高値であったが、有意差は認められなかった。FCは負荷前に比べ、負荷2週後には明らかに増加した。TGは負荷後に上昇する傾向であった。FFA及びLCAT活性は牛乳負荷による影響は認められなかった。

牛乳1回負荷後の血中脂質の経時変化を表2に示した。

Table 2 Changes of the serum lipids levels after milk loading

		Initial	2 hours	4 hours	6 hours
Total Cholesterol	mg/dl	171±26	176±21	185±30*	185±29*
HDL Cholesterol	mg/dl	62±9	63±11	61±7	66±9
Free Cholesterol	mg/dl	46±8	49±6	51±9*	52±8*
Triglyceride	mg/dl	59±41	76±55*	106±70*	75±37
Free Fatty Acid	μEq/l	684±277	375±156*	584±159	954±402
Phospholipid	mg/dl	191±16	194±15	207±18*	216±16*

Mean±SD, n=7

\* Significantly different from the initial value. (P<0.05)

TCは牛乳負荷4時間後には負荷前値より明らかに上昇し、6時間後も高値を示した。FCもTCの増加に伴い上昇した。PLも牛乳負荷4時間後には、負荷前に比べ著しく増加し、6時間後にもその高値は維持された。TGは、牛乳負荷2時間後には明らかに上昇し、4時間後に最高値に達し、以後は減少するカーブを示した。FAAは負荷2時間で有意に減少したが、4、6時間後には大きな影響は認められなかった。

表3に、血清及び尿中のCa及びPの含有量を示した。

血清中のCaは、牛乳負荷により徐々に増加し、負荷2週後には負荷前値より著しく増加することが認められた。一方、血清中Pは負荷2週後には明らかに低下した。CaとPの比を算出すると、負荷2週後には負荷前に比べ有意に増加した。

尿中のCa及びPは、牛乳負荷により有意な差は認められなかったが、Ca量は平均値では負荷前値より減少していた。CaとPの比は、牛乳負荷により減少傾向ではあったが、有意差は認められなかった。

Table 3 Changes of mineral levels  
after milk loading

		Initial	1 week	2 weeks
Serum Ca	mg/dl	9.23±0.46	9.49±0.35	9.56±0.34*
P	mg/dl	3.91±0.42	3.96±0.42	3.66±0.41*
Ca/P		2.39±0.36	2.41±0.25	2.63±0.28*
Urinary Ca	mg/dl	13.17±11.39	9.13±4.62	9.69±4.66
P	mg/dl	97.50±50.64	87.79±31.00	102.41±40.17
Ca/P		0.13±0.09	0.10±0.04	0.10±0.06

Mean±SD, n=12

\* Significantly different from the initial value. (P<0.05)

以上の結果より、牛乳の負荷による血中脂質への影響は、PLの著しい増加が認められたものの、TC、HDL-Cなどへの著しい影響は認められなかった。牛乳負荷値による血中コレステロールへの影響は、上昇するとの報告が多いが、低下させるとする研究もある。一方、乳脂肪でも著しく上昇するという報告の他、大量投与でも血中コレステロールは増加しないという結果も得られている。今回の牛乳負荷は1日量750mlという比較的大量ではあるものの、短時間であった。時間を長ずると、他の食事の影響も考慮に入れなければならないが、検討する必要もあろう。牛乳中のコレステロール量は11mg/100gであり、今回の負荷では約85mgにしかない。

血中脂質に及ぼす影響としては、食品中のコレステロール量のみならず、他の食事の影響、特に脂肪酸組成による影響が大きく、また、被験者の栄養摂取状況や、摂取食品の組み合わせなどの影響も無視できない。これらの相互関係から総合的に判断すべきものと思われる。

血中Ca量への影響では、牛乳負荷により増加することが認められた。一方尿中の無機質量は、蓄尿が困難なのでスポット尿で検討したため、影響は判然とはしなかった。しかしCa排泄は減少する傾向を示し、血中Caの増加と合わせ、Caの吸収が高まっていることを示唆した。Ca代謝を検討する上では、一日蓄尿や胆汁中への排泄量を測定する必要がある。

昭和60年国民栄養調査結果からも、1人1日あたりのCa摂取量が少いことが指摘されている。また特に、高年齢におけるCaバランスの悪さからくる諸症状も懸念されている。

本研究における血中Caの増加からすれば、牛乳によるCaの吸収率の良いこともうかがわれ、牛乳摂取を指導することにより、Ca摂取量も増えると同時に体内でのCa代謝に好影響を与えるものと考えられる。