

노화에 따른 한국성인의 혈구막 지방산과 칼슘대사 변화에 식이지방산이 미치는 영향

이 혜 양 · 김 숙 희

이화여자대학교 가정과학대학 식품영양학과

Effects of Dietary Fatty Acid Status of Korean Adults on RBC Membrane Fatty Acid and Calcium Metabolism with Age

Lee, Hyeyang · Kim, Sook-He

Department of Food and Nutrition, Ewha Womens University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Recently it is reported that RBC membrane fluidity decreases and RBC calcium levels increase with age. The aim of this study was to analyze changes in lipid and calcium metabolism with age, and to seek relationship of diet and metabolism. With clinically normal Korean adults(male 60, female 63), this study was carried out in three phases : 1) to analyze fatty acid percentage of RBC membrane, 2) to analyze calcium levels of RBC with age, and 3) to compare the effects of dietary fatty acid intake on blood fatty acid profiles. The results are as follows : The P/S ratio of RBC membrane fatty acid decreased with age. The RBC calcium content increased according to age, with women having a higher level than men.

The higher intake groups of linolenic acid(C18 : 3) has statistically higher serum linolenic acid levels. But dietary effects of membrane fatty acid were not found. Therefore, the further research to seek the possible relationship of diet and membrane fatty acid should be continued.

KEY WORDS : age · dietary fatty acid · membrane P/S ratio · RBC calcium.

서 론

우리나라는 1960년 이후 산업화가 이루어지면서 급속한 경제성장을 이루었다. 1970년대 중반 이후 GNP가 \$ 1000을 넘어¹⁾ 5년동안 GNP가 종전의 2 배로 증가하게 되면서 생활이 풍족해졌고, 우리나라의 인구구성은 노령층이 증가하는 추세로 2020년에는 65세 이상 노인인구가 총인구의 11.5%로 크게 높아질 전망이다²⁾.

채택일 : 1993년 11월 4일

최근들어 연령이 증가함에 따라 적혈구 세포내 칼슘 함량이 서서히 증가하며 남자에 비해 여자가 높은 수준을 유지한다고 보고되었으며³⁾⁴⁾, 증대된 세포내 칼슘 수준은 고콜레스테롤증⁵⁾, 고혈압⁶⁾, 당뇨병 환자⁷⁾ 등의 성인병 발병 기회를 높여주는 요인이 될 수 있다는 실험 결과들이 발표되고 있어 관심을 끌고 있다.

1992년 Leaf등⁸⁾은 독성 수준의 Quabain으로 유도한 쥐 심장 세포의 과도한 수축 작용을 세포 배양액에 W-3 지방산(C20 : 5)를 투여함으로써 방

지할 수 있다는 실험 결과를 발표하였다. 이는 W-3 지방산이 세포막에 반영된다기 보다는 세포 내로의 칼슘 유입에 관여하는 Calcium Channel에 작용하여 세포내 칼슘 수준을 낮춰 세포의 수축 작용이 감소한 것으로 나타나서, 식이가 적혈구 세포내 칼슘 함량에 영향을 줄 수 있다고 생각되어지며 이에 대한 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 생각한다.

따라서 본 연구에서는 연령 증가에 따라 세포막의 유동성이 감소한다는 보고⁹⁾¹⁰⁾에 따라서 적혈구막의 지방산 조성을 분석하였으며, 세포막의 기능 변화를 반영해 보기 위해서 적혈구 세포내의 칼슘 농도 및 이와 관련해서 섭취한 식이 지방산이 세포막 지방산 구성에 미치는 영향을 연구하고자 하였다.

연구방법

1. 조사대상자 및 식이 지방산의 섭취 실태조사

조사 대상자 수는 총 123명(남자 60명, 여자 63명)으로 연령별 분포를 보면 20대에서 60대까지 매 10년 간격으로 남녀가 각각 10명 이상씩이었으며, 70대 이상은 남녀가 9명씩이었다. 혈청과 적혈구막의 지방산 분석은 GC(Gas Chromatography)를 이용하여 조사대상자 중 20~39세의 4명(남자 2명, 여자 2명), 40~59세의 12명(남자 6명, 여자 6명)과 60세 이상 노인군 11명(남자 6명, 여자 5명)의 총 27명에 한해 실시하였다.

조사대상자의 식품영양 섭취실태는 24시간 회상법에 의해 설문지법으로 기록하도록 하였다. 섭취한 식품의 지방산 분석은 식품성분표¹¹⁾를 이용하여 Myristic acid(C14 : 0), Palmitic acid(C16 : 0), Stearic acid(C18 : 0)의 포화지방산과, Oleic acid(C18 : 1)의 단일 불포화지방산, Linoleic acid(C18 : 2), Arachidonic acid(C20 : 4)의 W-6 지방산과, 그리고 Linolenic acid(C18 : 3), Eicosapentaenoic acid(C20 : 5), Docosahexaenoic acid(C22 : 6) 같은 W-3 지방산의 1일 섭취량을 계산하였다.

각 식이 지방산의 섭취 수준의 높고 낮음의 기준은 각 연령군의 식이요인의 평균값과 중앙값을

기준으로 하여서 임의로 정하였으며, 기준치는 각각의 해당 Table안에 명시되어 있다.

2. 혈액 채취와 혈청과 적혈구막의 분리

조사 전날 저녁부터 다음날 아침까지 8시간 이상 금식한 후, 10ml의 전혈을 진공튜브(Vacutainer)에 채혈하였다. 즉시 3000rpm으로 10분간 원심분리를 첨가한 10mM Tris Buffer(25 Osm, pH7.4)에서 10분간 용혈시켜 20000rpm으로 원심분리 시켰다. 그리고 10mM Tris Buffer(20 Osm, pH7.4)로 두번 더 닦아 20000rpm으로 10분간 원심분리하여 적혈구막을 분리해 내었다¹²⁾. 분리한 적혈구막 모두를 지방산의 분석을 위해 -70°C에 동결하였다.

3. 혈액 지방산 및 칼슘 분석

1) 혈액 지방산의 분석

혈액(혈청 0.2ml, 적혈구막 1ml)의 클로르포름에 의한 유리지방산의 추출방법은 다음과 같다. 시료를 1ml의 1/30M 인산 완충용액(pH6.4)과 6ml의 클로르포름을 섞어 90초간 세계 아래 위로 흔든 뒤, 3000rpm에서 10분간 원심분리하였다. 유리 지방산을 포함하고 있는 아래부분의 클로르포름 층을 스포이드로 4ml가량 조심스럽게 취하여 질소로 클로르포름을 증발시켰다¹³⁾.

추출된 지방산 모두에 즉시 100μl 원액의 TMCS(Tri-Methyl-Chloro-Silanc)를 가하여 상온(20°C)에서 5분간 흔들어 지방산을 메틸화시킨 후, 남은 TMCS(General Electric Co., Waterford, N.Y.)는 질소가스로 완전히 증발시켰다. 메틸화된 지방산을 300μl의 100% 아세톤에 녹여 HP 5840A/GC, Carbowax 20M(0.2mmi.d.25m) Column에 주입했으며, GC(Gas Chromatography)로 지방산을 분석하였다¹⁴⁾¹⁵⁾. 각 지방산의 수치는 측정이 가능했던 C14 : 0, C16 : 0, C18 : 0, C18 : 1, C18 : 2, C18 : 3, C20 : 4, C20 : 5, C22 : 6 지방산의 GC Peak 면적을 모두 합해 100으로 보고, 각각을 전체에 대한 퍼센트로 나타내었다.

2) 적혈구 칼슘의 분석

0.9% NaCl로 4번 세척된 적혈구를 3000rpm으로 30분간 원심분리 시킨 후, 0.1N HCl로 20배 희석한

후 부유물의 제거를 위해 다시 한번 3000rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 총칼슘량은 파장 422.7 nm에서 AA-670(Emission Atomic Absorption Spectrometry, Shimazu)를 이용하여 측정하였으며, 표준 칼슘용액으로 1000µg/ml(Wako Pure Chemical Industries, Ltd.)를 사용하였다. 모든 시험관과 기구들은 칼슘의 오염방지를 위해 20% HNO₃ 용액에 하루 저녁 담가 두었다가 3차 증류수(25°C, 10Ω)로 깨끗이 헹군 후에 사용하였다¹⁶⁾.

4. 자료분석 및 통계처리

통계처리는 SAS Software Package¹⁷⁾를 이용하였으며, 컴퓨터에 입력된 모든 자료의 평균과 표준오차를 계산하였다. 연령군 간의 유의성 여부는 F test로 검정한 후 유의수준 α=0.05에서 Scheffé의 다중비교(Multiple Analysis)를 실시 하였으며, 식이지방산 섭취 수준의 높은 군과 낮은 군의 비교는

t-test로 두군간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 연령 증가에 따른 적혈구막 지방산의 변화

Table 1, 2에 의하면 적혈구막 지방산 조성 비율은 남녀 모두에서 연령이 증가함에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 총포화지방산 비율은 연령의 증가와 함께 증가하는 반면 총불포화지방산 비율은 감소하는 경향으로, 그 결과 P/S ratio는 연령의 증가와 함께 역으로 감소되는 현상을 나타냈다. 적혈구막 지방산의 P/S ratio가 낮다는 것은 적혈구막의 유동성(Fluidity)이 낮은 것을 의미하며 따라서 본 조사 결과 연령의 증가와 함께 적혈구막의 유동성이 낮아지는 것을 알 수 있었다.

혈청 지방산과 비교해 볼 때 남녀 모두에서 적

Table 1. Relative RBC membrane fatty acids percentage in the three age groups of men (Unit : %)

Fatty acid	Age(Yr) 20-39 (n=2)	40-59 (n=6)	60+ (n=6)
C14 : 0	<1	<1	<1
C16 : 0	19.24±0.94 ¹⁾	16.86± 3.83	17.99±2.45 ^{NS2)}
C18 : 0	15.45±2.73	19.29± 4.17	19.08±3.13 ^{NS}
C18 : 1	17.40±2.03	15.61± 3.52	16.97±6.11 ^{NS}
C18 : 2(W-6)	20.46±2.04	22.41± 5.71	18.66±4.46 ^{NS}
C18 : 3(W-3)	0.82±0.02	0.71± 0.45	1.12±0.49 ^{NS}
C20 : 4(W-6)	16.61±1.60	13.98± 2.48	16.53±2.17 ^{NS}
C20 : 5(W-3)	3.49±0.01	3.95± 1.44	3.90±1.73 ^{NS}
C22 : 6(W-3)	6.53±0.24	7.19± 2.34	5.76±1.78 ^{NS}
∑ Saturated FA (C14 : 0, C16 : 0, C18 : 0)	34.69±1.97	36.15± 6.86	37.07±6.09 ^{NS}
∑ Polyunsaturated FA (W-6, W-3 Fatty acid)	47.91±3.73	48.24±14.10	45.97±9.69 ^{NS}
P/S ratio	1.38±0.22	1.33± 0.57	1.24±0.30 ^{NS}
∑ W-6 Fatty acid (C18 : 2, C20 : 4)	37.07±5.16	36.39± 8.03	35.19±7.39 ^{NS}
∑ W-3 Fatty acid (C18 : 3, C20 : 5, C22 : 5)	10.84±0.33	11.85± 4.30	10.78±3.12 ^{NS}
W-6/W-3 ratio	3.42±0.58	3.07± 1.67	3.26±1.01 ^{NS}
∑ FA	100.00	100.00	100.00

1) Mean±SE

2) NS : Not significant at α=0.05 by Scheffé test within age groups

혈구막 Stearic acid(C18 : 0)와 Oleic acid(C18 : 1)가 전체 지방산에 대해 차지하는 비율은 여자 20~39세의 Oleic acid(C18 : 1)를 제외하고는 각각이 15% 이상으로 혈청의 비율보다 각각 약간씩 높았던 반면, Palmitic acid(C16 : 0)와 Linoleic acid(C18 : 2) 비율은 각각이 20%, 23% 이하로 혈청 Palmitic acid(C16 : 0)와 Linoleic acid(C18 : 2) 비율보다 각각 낮은 편이었다. 이 현상으로 적혈구막의 지방산 조성비율은 혈청의 조성 비율과는 다르다고 생각된다.

Table 1, 2에 의하면 적혈구막의 Arachidonic acid(C20 : 4) 비율은 여자의 경우 연령의 증가와 함께 감소하는 경향이었으나, Linolenic acid(C18 : 3) 비율은 남녀 모두에서 60대 이상 노인군이 20~59세의 청장년군에 비해 다소 증가되어 있었다. 그러나 적혈구막 지방산 중에서 총 W-6, 총 W-3 지방산과 W-6/W-3 ratio는 연령 증가에 따른 차이를

나타내지 않았다. 혈청에 비해 적혈구막 지방산의 P/S ratio와 W-6/W-3 ratio는 연령의 증가에 따른 변동이 적은 것으로 나타났다.

2. 연령 증가에 따른 적혈구 세포내 칼슘의 함량 변화

Table 3에 의하면 적혈구 세포내 칼슘의 함량은 남녀 모두에서 연령이 증가함에 따라 점차적으로 증가하는 추세를 보였다. 여자의 경우 20대와 70대 이상 간에 유의적인 증가를 나타냈으며 대체적으로 여자가 남자보다 높은 수준을 유지하여, Bond³⁾와 Engelmann⁴⁾등의 실험 결과와 일치한다.

Fig. 1에서 제시한바에 의하면 연령이 증가함에 따라서 남녀 모두에서 적혈구막의 P/S ratio는 저하되는 반면, 적혈구내 칼슘 함량은 증가하는 역의 현상을 잘 나타내 보여주고 있다. 그러므로 연령이 증가함에 따른 적혈구막의 유동성의 감소가 막을

Table 2. Relative RBC membrane fatty acids percentage in the three age groups of women (Unit : %)

Age(Yr)	20-39 (n=2)	40-59 (n=6)	60+ (n=5)
Fatty acid			
C14 : 0	<1	<1	<1
C16 : 0	18.29±1.18 ¹⁾	16.47± 2.27	17.65± 7.28 ^{NS2)}
C18 : 0	17.95±0.07	18.28± 4.41	20.64± 4.32 ^{NS}
C18 : 1	14.02±2.83	17.98± 2.71	15.21± 5.19 ^{NS}
C18 : 2(W-6)	21.60±2.20	20.48± 4.79	22.15± 3.66 ^{NS}
C18 : 3(W-3)	0.96±0.02	0.95± 0.51	1.07± 0.45 ^{NS}
C20 : 4(W-6)	16.01±0.02	15.96± 3.63	12.66± 2.53 ^{NS}
C20 : 5(W-3)	3.96±0.17	3.77± 1.62	3.78± 0.86 ^{NS}
C22 : 6(W-3)	7.21±0.29	6.11± 2.40	6.84± 2.17 ^{NS}
∑ Saturated FA (C14 : 0, C16 : 0, C18 : 0)	36.24± 1.53	34.75± 6.97	38.29± 13.41 ^{NS}
∑ Polyunsaturated FA (W-6, W-3 Fatty acid)	49.74± 2.43	47.27± 13.87	46.50± 7.17 ^{NS}
P/S ratio	1.37±0.20	1.36± 0.59	1.21± 0.60 ^{NS}
∑ W-6 Fatty acid (C18 : 2, C20 : 4)	37.61± 3.09	36.44± 8.38	34.81± 8.13 ^{NS}
∑ W-3 Fatty acid (C18 : 3, C20 : 5, C22 : 5)	12.13± 0.66	10.83± 5.50	11.69± 3.20 ^{NS}
W-6/W-3 ratio	3.10±0.43	3.36± 1.78	2.98± 1.00 ^{NS}
∑ FA	100.00	100.00	100.00

1) Mean± SE

2) NS : Not significant at α=0.05 by Scheffé test within age groups

혈구막 지방산과 칼슘대사 변화와 식이지방산

Table 3. Mean RBC calcium values in each age group

Age(Yr)	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+
RBC Ca (μmol/l)	M(n=11)	M(n=10)	M(n=10)	M(n=10)	M(n=10)	M(n=9)
	F(n=12)	F(n=12)	F(n=10)	F(n=10)	F(n=10)	F(n=9)
Male	15.71 ¹⁾	17.74	19.92	20.72	23.31	24.61 ^{NS}
	± 2.48	± 1.43	± 2.22	± 2.46	± 2.44	± 1.86
Female	16.94 ^a	19.71 ^{ab}	21.98 ^{ab}	24.08 ^{ab}	25.07 ^{ab}	34.38 ^{b2)}
	± 2.93	± 3.06	± 1.33	± 1.46	± 2.13	± 8.12

1) Mean ± SE

2) Values with different alphabet within age groups were significantly different at α=0.05 by Scheffé test

3) NS : Not significant at α=0.05 by Scheffé test

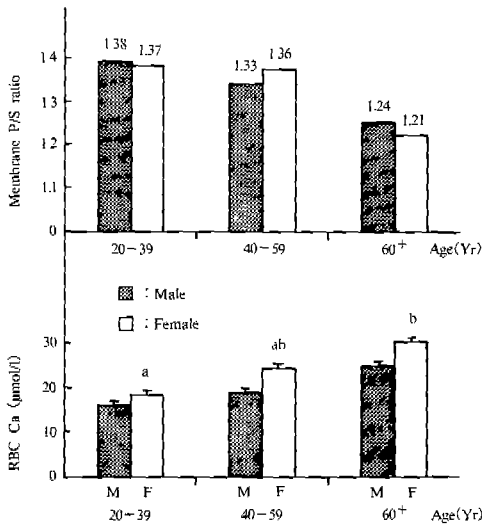


Fig. 1. Relationship between RBC Membrane P/S ratio and Mean RBC Calcium Values in the Three Age Groups. Different alphabets over the error bar mean to be significantly different at α=0.05 by Scheffé test.

통한 세포내로의 칼슘 유입을 변화시키지 않았나 생각되어 진다.

3. 식이 지방산이 혈액 지방산에 미치는 영향

Table 1, 2에서 제시한바와 같이 연령의 증가와 함께 적혈구막의 지방산 조성 비율은 직접적으로 변화하여 적혈구막의 P/S ratio가 감소하였으나, Table 4에 제시한바와 같이 식이 지방산과 적혈구막 지방산과의 상관관계는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 Table 5에 제시한바와

같이 식이 지방산의 섭취 수준 차이가 혈청 지방산의 조성 비율에 미치는 영향은 식이 Linolenic acid (C18 : 3)의 섭취가 높은 군의 혈청 Linolenic acid (C18 : 3) 비율은 섭취가 낮았던 군에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 그외에는 두군간의 혈청 지방산 조성 비율의 차이를 발견할 수 없었다.

다른 연구 보고서에 따르면 연령이 증가함에 따라 전체 지방산에 대한 혈청 총포화지방산 비율은 증가하는 경향이라고는 하나 의견이 분분한 실정이다¹⁸⁾¹⁹⁾. 그러나 노인의 혈중 리놀레인산과 아라키돈산 같은 불포화지방산이 전체 지방산 중 차지하는 비율은 젊은군에 비해 감소되어 있으며, 이는 노인이 되면 식이 필수지방산의 섭취 부족외에 노화 자체에 의해 desaturase 효소 작용이 저하되었기 때문이 아닌가 추정하고 있다²⁰⁾.

Table 6에 제시한바와 같이 적혈구막 각각의 지방산에 대해 식이 지방산의 섭취가 높은 군과 낮은 군간의 t-test를 해 본 결과 지방산의 섭취 수준도 적혈구막 지방산의 조성 비율에 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

요약 및 결론

본 연구에서는 연령이 증가함에 따라 남녀 모두에서 적혈구 칼슘 함량이 서서히 증가하여 연령 증가라는 요인이 신체 대사 변화에 중요한 것으로 나타났다.

연령이 증가함에 따라서 남녀 모두에서 적혈구막의 P/S ratio는 저하되는 반면, 적혈구내 칼슘

Table 4. Correlation coefficients of dietary fatty acids and RBC membrane fatty acid levels of the subjects

Correlation	Men(n=14)	Women(n=13)
Diet vs membrane C18 : 2	0.159 ^{NS}	0.144 ^{NS}
Diet vs membrane C20 : 4	0.229	-0.377
Diet vs membrane W-6	0.234	0.340
Diet vs membrane C18 : 3	-0.012	0.163
Diet vs membrane C20 : 5	0.458	0.529
Diet vs membrane C22 : 6	0.453	-0.353
Diet vs membrane W-3	0.544	0.024

*NS : Not significant at $P < 0.05$ by Pearson's correlation coefficient test.

Table 5. Comparison of serum fatty acid values between high and low fatty acid intake groups (unit : %)

Diet FA(g)	Men(n=15)		Women(n=15)	
	High	Low	High	Low
Serum C18 : 2	23.1 ± 2.2 ¹⁾	22.9 ± 1.8	23.9 ± 2.3	20.6 ± 1.8
Serum C20 : 4	12.1 ± 1.3	10.8 ± 6.6	14.3 ± 1.3	12.4 ± 1.3
W-6 fatty acid	38.2 ± 2.1	31.9 ± 2.8	36.7 ± 3.1	34.4 ± 2.1
Serum C18 : 3	1.0 ± 0.6	0.1 ± 0.3*	1.3 ± 0.3	0.6 ± 0.4*
Serum C20 : 5	4.6 ± 1.3	3.1 ± 0.6	5.0 ± 0.8	2.7 ± 0.6
Serum C22 : 6	9.4 ± 1.2	8.7 ± 0.7	9.1 ± 2.1	6.7 ± 2.5
W-3 fatty acid	13.7 ± 2.1	12.4 ± 0.8	9.7 ± 2.5	11.6 ± 3.2

1) Mean ± SE

*Significant at $\alpha = 0.05$ by t-test between high and low intake groups High Group-Unit : g(n=Male, Female) : C18 : 2 > 8(7, 6), C20 : 4 > 0.1(12, 8), W-6 > 8(7, 6), C18 : 3 > 0.6(5, 8), C20 : 5 > 0.4(7, 6), C22 : 6 > 0.4(8, 6), W-3 > 1.7(8, 7)

Low Group(n=Male, Female) : C18 : 2 > 8(8, 9), C20 : 4 < 0.1(3, 7), W-6 < 8(8, 9), C18 : 3 < 0.6(10, 7), C20 : 5 < 0.4(8, 9), C22 : 6 < 0.4(7, 9), W-3 < 1.7(7, 8)

Table 6. Comparison of RBC membrane fatty acid values between high and low fatty acid intake groups (unit : %)

Diet FA(g)	Men(n=14)		Women(n=13)	
	High	Low	High	Low
Membrane C18 : 2	20.5 ± 4.6 ¹⁾	20.5 ± 4.2 ^{NS}	21.1 ± 2.8	21.5 ± 5.2 ^{NS2)}
Membrane C20 : 4	16.6 ± 2.1	15.0 ± 1.8	15.5 ± 3.0	13.1 ± 2.4
Membrane W-6	38.0 ± 3.2	33.9 ± 5.5	46.3 ± 2.7	32.3 ± 3.5
Membrane C18 : 3	1.2 ± 0.5	0.2 ± 0.2	1.5 ± 0.5	0.7 ± 0.3
Membrane C20 : 5	3.7 ± 1.3	4.0 ± 1.4	2.3 ± 0.6	4.8 ± 1.4
Membrane C22 : 6	6.5 ± 2.0	6.5 ± 1.5	6.3 ± 1.6	6.8 ± 2.1
Membrane W-3	14.9 ± 3.9	12.1 ± 4.7	11.5 ± 2.4	10.3 ± 2.0

1) Mean ± SE

2) NS : Not significant at $\alpha = 0.05$ by t-test between high and low intake groups

High Group-Unit : g(n=Male, Female) : C18 : 2 > 8(7, 8), C20 : 4 > 0.1(10, 7), W-6 > 8(7, 5), C18 : 3 > 0.6(4, 9), C20 : 5 > 0.4(7, 6), C22 : 6 > 0.4(7, 6), W-3 > 1.7(7, 7)

Low Group(n=Male, Female) : C18 : 2 < 8(7, 8), C20 : 4 > 0.1(4, 6), W-6 > 8(7, 8), C18 : 3 < 0.6(10, 5), C20 : 5 < 0.4(7, 7), C22 : 6 < 0.4(7, 7), W-3 < 1.7(7, 6)

함량은 증가하는 경향으로 남자에 비해 여자의 함량 수준이 높았다. 그러므로 연령이 증가함에 따른 적혈구막의 유동성의 감소가 막을 통한 세포내로의 칼슘 유입을 변화시키지 않았나 생각되어 진다.

이와같이 연령이 증가함에 따른 지방과 칼슘 대사는 막을 경계로 서로 연관되어 있으며, 또한 식이 지방산과 혈액 지방산 대사와의 관련성을 배제할 수 없었다. 본 조사 결과 식이 Linolenic acid (C18:3)는 혈청 Linolenic acid에 영향을 미치는 것으로 나타났으나 식이 지방산과 적혈구막 지방산과의 연관성은 찾을 수 없었는데, 앞으로 이에 대한 연구가 계속 되어져야 할 것으로 생각된다.

Literature cited

- 1) 보건사회부, 국민영양조사보고서, 1969
- 2) 경제기획원 조사통계청, 장래인구추이, 1991
- 3) Bond M. Elevated cellular calcium in disease states : cause or effect? *Cell Calcium* 9 : 201-203, 1988
- 4) Engelmann B, Duhm J. Intracellular calcium content of human erythrocytes : relation to sodium transport systems. *J Memb Biol* 98 : 79, 1987
- 5) Vemuri R, Philipson KD. Phospholipid composition modulates the Na⁺, Ca²⁺ exchanges activity of cardiac sarcolemma in reconstituted vesicles. *Biochim Biophys Acta* 937 : 258, 1988
- 6) Erne P, Bolli P, Burgisser E, Buhler FR. Correlation of platelet calcium with blood pressure : effect of antihypertensive therapy. *N Engl J Med* 310 : 1084, 1984
- 7) Wu FS. Effects of insulin on electrical activity of skeletal muscle. Ph.D. Dissertation, The Johns Hopkins University, p152, 1988
- 8) Leaf A, Hallaq HA. The role of nutrition in the functioning of cardiovascular system. *Nutr Rev* 50 : 402, 1992
- 9) Benedetti A, Ferretti G, Curatola G, Jézéquel AM, Orlandi F. Age and sex related changes of plasma membrane fluidity in isolated rat hepatocytes. *Biochem Biophys Res Comm* 156 : 840, 1988
- 10) Cooper RA. Abnormalities of cell membrane fluidity in the pathogenesis of disease. *N Engl J Med* 279 : 371, 1977
- 11) 농촌영양개선연수원, 식품성분표, 제4개정판, 농촌진흥청, 1991
- 12) Moore RB, Brummitt ML, Mankad VN. Hydroperoxides electively inhibit human erythrocyte membrane enzyme. *Arch Biochem Biophys* 273 : 527, 1989
- 13) Shimomura Y, Taniguchi K, Sugie T, Murakami M, Sugiyama T, Ozawa T. Analysis of the fatty acid composition of human serum lipids by high performance liquid chromatography. *Clin Chim Acta* 143 : 361, 1984
- 14) Schimitsz FJ, McDonald FJ. Isolation and identification of cerebrosides from the marine sponge *Chondrilla necula*. *J Lipid Res* 15 : 158, 1974
- 15) Sweeley CC, Bentley R, Makita M, Wells WW. Gas liquid chromatography of trimethylsilyl derivatives of sugars and related substances. *J Am Chem Soc* 85 : 2497, 1963
- 16) Nomoto S, Shoji SI. Optimized atomic absorption spectrophotometry of calcium in erythrocytes. *Clin Chem* 33 : 2004, 1987
- 17) SAS/STAT Guide for Personal Computers, version 6.03 edition, SAS Institute Inc, 1988
- 18) Holman RT, Symthe L, Johnson S. Effect of sex and age on fatty acid composition of human serum lipids. *Am J Clin Nutr* 32 : 2390, 1979
- 19) Ascitti-Moira LS, Guillard JC, Fuchs F, Richard D, Klepping J. Fatty acid composition of serum lipids and its relation to diet in an elderly institutionalized population. *Am J Clin Nutr* 48 : 980, 1988
- 20) Brenner R, Peluffo RO. Influence of dietary protein on 6- Δ and 9- Δ desaturation of fatty acids in rats of different ages and in different seasons. *J Nutr* 104 : 894, 1974