

급원이 다른 식이 지방이 흰쥐의 적혈구 성상 및 Ca 함량에 미치는 영향

— 참깨유, 들깨유, 미강유 중심으로 —

김 숙 희 · 홍 미 영
이화여자대학교 식품영양학과

The Changes of Erythrocyte Feature and Ca Concentration in Rat Fed the Diet Containing Different Common Oils in Korea : Sesame Oil, Perilla Oil, Rice Bran Oil and Mixed Oil

Kim, Sook He · Hong, Mee Young
Department of Food & Nutrition, Ewha Womans University, Seoul, Korea

ABSTRACT

In this experiment, we investigated the changes of erythrocyte feature and Ca concentration in rat fed the diet containing different common oils in Korea for different feeding periods(4 weeks or 12 weeks), using Korean sesame oil, perilla oil, rice bran oil and mixed oil.

W-3/w-6 ratio of each group was 0.001, 1.44, 0.03 and 0.112, respectively. P/S ratio of each group was 9.64, 10.49, 5.58 and 1.68, respectively.

Perilla oil(w-3 rich) increased w-3/w-6 ratio of erythrocyte membrane, decreased the amount of trapped Ca and inhibited the decrease of cell volume. These results indicate that it maybe increase erythrocyte fluidity and deformability, and affect erythrocyte function.

In conclusion, w-3 rich perilla oil affects erythrocyte feature.

KEY WORDS : erythrocyte membranc · Ca · perilla oil · membrane fluidity · membrane deformability.

서 론

혈전증, 동맥 경화증, 심근 경색, 고혈압 등과 같은 순환기 질환의 발병율이 최근 수 십년 동안 계속 증가되어 왔으며, 현재 서구 사회에서 가장 높은 사망 원인이 되고 있다¹⁾. 우리나라에서도 1990년도 사망 원인 중 순환기 질환이 26.9%로 1

채택일 : 1993년 7월 13일

위를 차지하였다²⁾. 이러한 경향은 칼로리의 과다 섭취, 동물성 식품의 소비 증가 추세 등으로 미루어 앞으로 더욱 문제가 심각해질 것으로 보인다.

혈소판과 혈관벽의 상호작용, 지혈작용, 혈전형성과 관계되는 주요인의 시작은 식이 지방으로, 그 중에서도 그 불포화도뿐 아니라 각 유지식품이 갖는 특히 지방산 성분의 종류 및 w-3/w-6 ratio가 중요한 인자로 대두되고 있다.

식이 지방은 혈소판 기능뿐 아니라 membrane related cell function에도 영향을 미쳐, w-3 지방산이 중요한 구성성분인 인지질은 생체막 조직의 필수 인자로 막에 관련된 효소의 활성화도, membrane transport, receptor 기능에 필수적인 역할을 한다고 알려져 있다³⁾⁴⁾. 세포 기능 유지에 중요한 것은 기본적으로 막의 fluidity를 유지시키는 것이다. 적혈구는 살아 있는 세포의 기능을 잘 나타내어, 연구하는데 자주 사용되는 혈액 구성 물질로⁵⁾, 식이 지방의 변화는 적혈구에도 영향을 미쳐, 식이에 의해 적혈구막 지방산 조성이 변하고, 이는 막의 fluidity와 cellular function에도 영향을 미친다고 알려져 있다⁶⁾. 적혈구는 Mg^{2+} ATP-dependent Ca transport system을 가지며⁷⁾, 따라서 식이 지방이 변하면 적혈구막의 fluidity가 변하고 이에 따라 적혈구 기능 중의 하나인 active Ca^{2+} pumping stoichiometry를 간접적으로 반영하는 적혈구 및 적혈구막의 Ca 함량도 변화시키게 된다⁷⁾. 이는 trapped Ca 함량 변화, 적혈구의 크기변화라는 일련의 변화를 일으켜 적혈구의 deformability에 영향을 미치게 된다⁸⁾⁹⁾. 정상적인 성숙한 적혈구는 biconcave한 모양을 가지며, 이러한 정상적 변형을 deformable하다고 한다. 적혈구의 deformability는 적혈구가 정상적 기능을 하는데 있어서 중요하다. 나이가 증가할수록 deformable에서 undeformable해진다고 알려져 있다⁹⁾.

최근 수 십년간 순환기계 질환의 발병이 크게 증가하면서 그 주된 원인중의 하나가 식이 지방임이 잘 알려져 있지만, 아직 우리나라에서 이용되는 참깨유, 들깨유, 미강유를 유지급원으로 하여 적혈구 성장 및 Ca 함량에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 적었다. 그래서 본 연구에서는 한국인 상용하는 참깨유, 들깨유와 쌀을 주식으로 하는 우리나라에서 이용가능성이 큰 미강유, 그리고 일상식이 패턴을 반영한 mixed oil을 유지급원으로 하여 4주 및 12주 동안 흰쥐에게 자유급식시켜 적혈구 성장 및 Ca 함량에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

실험방법

1. 실험동물의 사육 및 식이

본 연구에서는 120~150g된 Sprague-Dawley 종의 숫컷 흰쥐 80마리를 고형사료(삼양사료)로 1주일간 적응시킨 후 체중에 따라 난괴법(Randomized Complete Block design)에 의해 각 10마리씩 식이에 따라 4군으로 나누었으며 동물의 사육기간은 4주 또는 12주로 총 8군이였다.

실험에 사용한 실험식이의 구성은 Table 1과 같았다. 탄수화물 : 단백질 : 지방의 비율은 열량비로 55 : 15 : 30으로 하였다. 아직까지는 우리나라보다 지방을 많이 섭취하는 서구 사회가 순환기계 질환의 발병이 높기 때문에 서구인들이 정한 바람직한 식이 Calory 구성에 따라 지방의 비율을 Calory 함량의 30%로 하였다. 탄수화물의 급원으로는 corn starch (풍진)를 사용하였고, 단백질 급원으로는 milk casein(Droum Co-cooperative Butter Co.)을, 그리고 지방 급원은 참깨유(시중에서 구입하여 제조), 들깨유(시중에서 구입하여 제조), 미강유(미원), 우지(롯데삼강), 팜유(오뚜기), 어유(오뚜기), 콩기름(제일제당)을 사용하였다.

실험식이 중 각 식용유의 지방산 조성은 Table 2와 같았다. 각 실험식에서 사용된 식용유의 지방산 조성에 있어서의 특징을 보면, 참깨유는 linoleic acid(w-6)가 많고, 들깨유는 linolenic acid(w-3)가 많고, 미강유는 linoleic acid(w-6)와 함께 oleic acid(w-9)가 많다. Mixed oil은 한국인의 지방공급량에 대한 자료¹⁰⁾를 토대로 하여 가장 많이 공급되는 우지, 콩기름, 팜유를 각각 지방량의 25%, 25%, 19%로 하고, 양념으로 들어가는 참깨유와 들깨유를 각각 4%, 2%로, 그리고 유지 급원으로는 먹지 않으나 생선으로 공급되는 양을 고려하여 어유를 25%로 섞었다.

2. 시료의 제조

실험 기간 종료일에 실험동물을 ethyl ether로 마취하고 개복한 다음에 주사기를 사용하여 심장

식이 지방과 적혈구 정상 및 Ca함량

Table 1. Composition of Diets

Groups Diet ingredients	SE*	PE*	RB*	MX*
Composition of macronutrients(% of energy content)				
Corn starch	55	55	55	55
Casein	15	15	15	15
Fat	30	30	30	30
source of fat	Sesame oil	Perilla oil	Rice bran oil	Mixed oil**
Composition of micronutrients(g/kg diet)				
Salt mixture	40	40	40	40
Vitamin A.D. mixture	1ml	1ml	1ml	1ml
Vitamin E.K. mixture	2ml	2ml	2ml	2ml
Water soluble vitamins***	—	—	—	—
Vitamin B ₁₂ ¹¹⁾	1ml	1ml	1ml	1ml

* : SE(sesame oil), PE(perilla oil), RB(rice bran oil), MX(mixed oil)

** : Mixed oil—Beef tallow 25%, Fish oil 25%, Soybean oil 25%, Palm oil 19%, Sesame oil 4%, Perilla oil 2%

*** : (mg/kg Diet)

Choline chloride	2,000
Thiamin hydrochloride	10
Riboflavin	20
Nicotinic acid	120
Pyridoxine	10
Calcium pantothenate	100
Biotin	0.05
Folic acid	4
Inositol	500
p-Amino benzoic acid	100

Table 2. Fatty acids composition of Dietary Oils

(Unit : %)

Oil Fatty acid	Sesame oil	Perilla oil	Rice Bran oil	Mixed oil*
12 : 0				0.2
14 : 0				2.2
16 : 0	9.4	8.7	15.2	25.4
18 : 0				7.8
1(w-9)	30.0	17.1	37.2	25.5
2(w-6)	60.5	30.4	46.2	27.0
3(w-3)	0.1	43.8	1.4	3.0
20 : 0				0.6
4				4.9
5				0.6
w-3/w-6	0.001	1.44	0.03	0.112
P/S Ratio**	9.64	10.49	5.58	1.68

* : Calculated Value

** : P/S Ratio = $\frac{\text{Polyunsaturated Fatty Acid}}{\text{Saturated Fatty Acid}}$

에서 혈액을 취하여 plastic tube에 담았다. 심장에서 채취한 혈액은 원심분리기(Sorvall GLC-2B centrifuge)로 2800rpm에서 20분간 원심분리하여 RBC (Red Blood Cell)를 얻었다. RBC는 0.9% NaCl을 넣어 원심분리기(Sorvall RC-28S centrifuge)로 2800 rpm에서 10분간 원심분리하는 washing 과정을 4 차례 반복하여 washed RBC를 얻었다. 이것을 cell : buffer=1 : 1로 하여 50% hematocrit suspension을 만든 뒤, 2600xg에서 10분간 원심분리하여 washed packed RBC를 얻었다. 이것에서 0.5ml는 RBC Ca의 분석 시료로 사용하였고, 나머지는 10 mM Tris-1mM EDTA buffer(ph 7.4)로 15000xg에서 10분간 원심분리하여 lyse 하였다. 이를 10mM Tris buffer(pH 7.4)로 15000xg에서 10분간 원심분리하여 washing하는 과정을 2~4번 반복하여 final ghost pellet를 얻었다¹²⁾. 이것에서 0.5ml는 RBC membrane Ca의 분석 시료로 사용하였고, 나머지는 RBC membrane의 지방산 분석시료로 사용하였다.

3. 적혈구막 지질의 지방산 조성 분석

적혈구막 지질은 Shimomura등¹³⁾의 방법으로 추출하였다. 얻은 final ghost peller에 1/30M phosphate buffer 1ml와 chloroform 6ml를 가한 후 5분 동안 충분히 섞은 뒤 900xg에서 5분간 원심분리 (Sorvall CLC-2B centrifuge)하여 chloroform층을 취하였다. 이것을 질소가스로 완전히 건조하였다.

적혈구막에서 추출된 총지질을 메틸 에스테르화하여 기체 크로마토그래피(Gas Chromatography, GC)의 시료로 사용하였다¹⁴⁾.

GC의 분석 조건은 Table 3과 같으며, column은 20M-Fused Silica Capillary Column을 사용하였으며,

지방산의 동정은 지방산의 탄소수, 이중결합수와 retention time의 상관 그래프에 의하여 실시하였다¹⁵⁻¹⁸⁾.

4. 적혈구, 적혈구막의 Ca 함량 분석

적혈구 및 적혈구막의 Ca 함량은 각각 0.5ml의 적혈구와 적혈구막을 0.1N HCl로 녹인 후 AAS (atomic absorption spectrophotometer, Perkin Elmer Co. 2380)로 422.7nm에서 흡광도에 의해 측정하였다¹⁹⁾. Trapped Ca 함량은 적혈구 Ca 함량에서 적혈구막 Ca 함량을 뺀 값으로 하였다.

5. MCV와 MCHC 측정

Automatic Blood Cell Counter(Coulter, U.S.A)기에 whole blood 0.5ml를 주입시켜, 0.5ml diameter aspture를 통과할 때 생기는 electrical impedance (resistance)의 변화를 감지하고, 이 미세한 전기적인 변화를 증폭시켜 analyzer에서 puls pattern으로서 MCV와 MCHC를 측정하였다²⁰⁾.

6. 자료의 통계처리

실험분석 결과는 각 실험군의 평균치와 표준오차를 계산하였고, 각 실험군의 평균치간의 유의성을 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다. 또한 식이 (A)와 사육기간 (B)의 영향을 $\alpha=0.05$ 수준에서 2요인 분산분석으로 분석하였다.

실험결과

1. 적혈구막 지질의 지방산 조성

유지급원을 달리하여 w-3/w-6의 비율을 달리한

Table 3. The Condition of Gas-Chromatography(GC)

Instrument	Hewlett-packard 5840 A/GC
Column	Carbowax 20 M-fused Silica Capillary Column 0.2mm i.d. X25m
Detector	F.I.D.
Column Temp.	110~210°C (Rate : 2°C/min)
Inj. Temp.	240°C
Det. Temp.	280°C
Carrier gas	Helium (20cm/sec)

식이 지방과 적혈구 성장 및 Ca함량

여러 식이와 사육기간이 적혈구막의 지방산 조성에 어떻게 반영되었는지 Table 4에 제시되었다. 본 실험에서 사용한 GC로 동정이 되는 범위까지 14 : 0, 16 : 0, 18 : 1, 18 : 2, 18 : 3, 20 : 0, 20 : 4, 20 : 5의 GC peak 면적을 계산하여 총면적 합계를 100으로 설정하고 각각의 지방산 조성은 총 합계에 대한 상대적인 수치로서 나타내었다.

18 carbon과 20 carbon의 w-6 지방산들에 대한 18 carbon과 20 carbon의 w-3 지방산들의 비율을 계산하여 보면, 4주 동안 사육한 쥐의 경우에 18+20 carbon의 w-3/w-6 비율이 참깨유군은 0.020, 들깨유군은 0.083, 미강유군은 0.016, Mixed oil군은 0.017이었고, 12주 동안 사육한 쥐의 경우에 18+20 carbon의 w-3/w-6 비율이 참깨유군은 0.122, 들깨유군은 0.213, 미강유군은 0.118, Mixed oil군은 0.164이었다. 들깨유군이 2기간 모두에서 w-3/w-6의 비율이 다른 군에 비하여 매우 높았다. 미강유군은 2기간 모두에서 w-3/w-6의 비율이 다른 군에 비하여 낮은 경향을 보였다. 사육기간으로 비교해보면 사육기간이 길어졌을 때(12주) w-3/w-6의 비율이 증가되었다. 기간이 길어지면서 w-3/w-6 비율이 모든 유지군에서 증가되었으며 유지군에 따라 증가된 비율이 달랐다.

2. 적혈구와 적혈구막 및 trapped Ca 함량

적혈구 Ca과 적혈구막 및 trapped Ca 함량은 Table 5에 제시되었다.

적혈구 Ca 함량과 적혈구막 Ca 함량은 4주 사육한 쥐가 12주 사육한 쥐보다 유의적으로 더 많았으며, 식이 종류에 따라서는 12주에 들깨유군(PE)이 다른 군에 비하여 적혈구 Ca 함량이 적었고 적혈구막 Ca 함량은 많았다. 그래서 trapped Ca 함량은 12주에 들깨유군이 다른 군에 비해 적었다. 특히하게 4주 MX군에서 trapped Ca 함량이 유의하게 낮았으나 이러한 결과는 12주에서는 나타나지 않았다.

3. 적혈구 부피(MCV) 및 헤모글로빈 농도(MCHC)

적혈구 부피 및 헤모글로빈 농도는 Table 6에 제시되었다.

적혈구 부피는 12주 사육한 쥐가 4주 사육한 쥐보다 유의적으로 감소하였다. 식이 종류에 있어서는 12주에 들깨유군(PE)이 약간 큰 경향은 보였으나, 각 군간에 뚜렷한 차이는 보이지 않았다.

헤모글로빈 농도는 사육 기간에 따라서는 4주 사육한 쥐가 12주 사육한 쥐보다 약간 더 높았다. 식이 종류에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

고찰 및 결론

적혈구막 지방산 조성은 들깨유군의 경우 식이

Table 4. Relative fatty acids composition of RBC membrane (Unit : %)

Weeks	4 Week				12 Week				
	Diet	SE	PE	RB	MX	SE	PE	RB	MX
14 : 0					3.5			0.1	1.9
16 : 0		30.5	34.9	43.1	38.5	18.3	17.8	19.3	20.2
18 : 1(w-9)		7.8	5.4	4.6	2.2	1.4	3.6	3.6	2.6
2(w-6)		30.3	33.6	23.9	25.2	43.8	51.1	42.8	37.0
3(w-3)		-	-	-	-	-	-	-	-
20 : 0		1.2	-	2.3	0.9	-	0.5	-	0.1
4(w-6)		29.1	21.6	25.4	28.8	27.8	13.3	26.1	27.8
5(w-3)		1.2	4.6	0.8	0.9	8.7	13.7	8.1	10.6
18+20									
w-3/w-6		0.020	0.083	0.016	0.017	0.122	0.213	0.118	0.164

Table 5. Concentration of Red Blood Cell(RBC) Ca, Red Blood Cell Membrane Ca and Trapped Ca

Groups		RBC Ca ($\mu\text{g}/100\text{ml cell}$)	RBC membrane Ca ($\mu\text{g}/100\text{ml cell}$)	Trapped Ca ($\mu\text{g}/100\text{ml cell}$)
Weeks of feeding	Diet			
4 week	SE	¹⁾ 546.1 \pm 28.4 ^a ²⁾	104.7 \pm 13.6 ^{bc}	363.7 \pm 16.1 ^a
	PE	518.8 \pm 49.2 ^a	123.9 \pm 7.0 ^c	396.0 \pm 72.1 ^a
	RB	468.8 \pm 31.6 ^a	124.7 \pm 14.2 ^c	348.4 \pm 39.6 ^a
	MX	456.3 \pm 80.9 ^a	289.3 \pm 46.7 ^d	149.7 \pm 18.2 ^b
12 week	SE	112.5 \pm 19.1 ^b	67.5 \pm 7.2 ^{abc}	92.3 \pm 23.4 ^b
	PE	80.0 \pm 8.2 ^b	68.4 \pm 8.0 ^{abc}	29.0 \pm 2.8 ^b
	RB	88.3 \pm 9.4 ^b	47.4 \pm 12.0 ^{ab}	54.9 \pm 11.2 ^b
	MX	105.6 \pm 11.6 ^b	31.0 \pm 7.5 ^a	81.5 \pm 21.3 ^b
Significant factor ³⁾		A, B	A, B, AB	A, B, AB

¹⁾ Mean \pm S.E.

²⁾ Values with different alphabet within the column were significant different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ Statistical significance of A and B factors was calculated by 2-way ANOVA

A : Diet effect was significant at $\alpha=0.05$

B : Feeding Period effect was significant at $\alpha=0.05$

AB : There is interaction between diet and feeding period at $\alpha=0.05$

Table 6. Mean Corpuscular Volume(MCV) and Mean Corpuscular Hb Concentration(MCHC)

Groups		MCV (mm^3)	MCHC (%)
Weeks of feeding	Diet		
4 week	SE	¹⁾ 61.84 \pm 0.91 ^a ²⁾	34.82 \pm 0.16 ^{ab}
	PE	60.88 \pm 0.43 ^a	35.90 \pm 0.12 ^a
	RB	63.08 \pm 2.10 ^a	36.00 \pm 0.28 ^a
	MX	61.13 \pm 0.84 ^a	35.33 \pm 0.33 ^{ab}
12 week	SE	54.33 \pm 1.76 ^b	34.67 \pm 1.20 ^{ab}
	PE	55.60 \pm 0.93 ^b	34.00 \pm 0.00 ^b
	RB	53.67 \pm 0.33 ^b	34.00 \pm 0.71 ^b
	MX	52.60 \pm 0.25 ^b	35.00 \pm 0.00 ^{ab}
Significant factor ³⁾		A, B	B

¹⁾ Mean \pm S.E.

²⁾ Values with different alphabet within the column were significant different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ Statistical significance of A and B factors was calculated by 2-way ANOVA

A : Diet effect was significant at $\alpha=0.05$

B : Feeding Period effect was significant at $\alpha=0.05$

지방산 조성을 잘 반영하고 있는 것으로 보인다. 왜냐하면 들깨유는 w-3/w-6 ratio가 높을때, 적혈구 막 지방산 조성에서 PE군이 4주부터 다른 군보다 더 w-3/w-6 ratio가 높았기 때문이다. 들깨유에 많은 linolenic acid로부터 EPA로 전환의 증가는 적혈구

막에서의 지방산 조성에도 영향을 주며, 이는 Brown등³⁾의 w-3 계열 불포화 지방산이 적혈구막 지방산 조성에 영향을 미친다는 보고와 일치한다.

참깨유군 미강유군, mixed oil군의 적혈구막에서

의 w-3/w-6 비율은 12주에 다 증가하였으며, 그 정도도 비슷한 수준으로 증가하였다. 일상식을 반영한 MX군은 mixed oil의 w-3/w-6 비율이 참깨유, 미강유보다 높았음에도 불구하고 적혈구막에서 w-3/w-6 비율을 SE, RB군과 비슷하였다. 그러나 12주에서 SE, RB군보다 w-3/w-6 ratio가 증가함을 보여 주어, 이로 미루어 우리가 먹는 일상식이 적혈구막 조성면에서 참깨유, 미강유를 유지급원으로 하였을 때보다 w-3/w-6 비율이 더 높을 수 있으나, 들깨유를 유지급원으로 하였을 경우에는 미치지 못하는 것으로 보인다.

식이에 의한 적혈구막 지방산의 변화는 막의 fluidity와 Cellular function에 영향을 미칠 수 있다고 보고되고 있다⁶⁾. W-3 지방산을 줄 때, 적혈구막의 지방산 조성중 EPA의 상대량이 증가하여 적혈구막의 fluidity를 증진시킨다는 보고⁶⁾가 있으며, 몇몇의 보고⁹⁾²¹⁾²²⁾에서는 적혈구가 노화될수록 막의 에너지 대사가 적어지고, fluidity가 떨어져 적혈구 안에 Ca이 축적되고 그래서 탈수가 일어나고 헤모글로빈(Hb)의 농축이 일어나 세포 부피가 감소하고, viscosity는 증가하여 undeformable하게 된다고 즉 flat하게 된다고 하고 있다. 본 실험에서도 들깨유군이 w-3 함량이 많아 적혈구막에서 EPA의 함량이 증가되어, 적혈구막의 fluidity를 증진시킬 것으로 생각된다. 또한 식이에 의한 적혈구막 지방산의 변화는 적혈구막의 기능중 하나인 Ca pump에 영향을 미쳐, 들깨유군의 경우 12주에 trapped Ca이 가장 적었다. 그리고 세포 부피 감소가 적었고, Hb 농축이 적은 경향을 보였다. 기간에 따른 세포의 부피 감소는 Shiga등⁹⁾의 보고와 일치하여 사육기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 것을 볼 수 있었다. 그러나 사육기간이 길어질수록 적혈구와 적혈구막 Ca 함량이 모두 감소하였고, MCHC도 감소하여 이는 Shiga등⁹⁾의 보고와 일치하지 않았다. 이는 본 실험의 적혈구가 aged cell 이라고 보기 힘들므로 좀 더 장기간의 연구가 이루어져야 할 것이다.

SE, RB군의 trapped Ca 함량은 적혈구막 지방산 조성에서와 같이 비슷한 수준을 보여주었다. MX군은 4주에 trapped Ca 함량이 유의하게 낮았는데,

이는 적혈구막 Ca 함량이 유의하게 높았기 때문으로 보이며, 이러한 결과는 12주에서는 나타나지 않아 좀 더 연구가 필요하리라 여겨진다.

MCV는 모든 군에서 4주에 비해 12주에 유의적으로 감소하였어도 PE군은 그 감소가 적은 경향을 보였다. MCHC는 기반별, 유지별 비슷한 경향을 보였다. 이렇게 유지의 지방산 조성이 다른 참깨유, 미강유, mixed oil은 흰쥐의 적혈구 성장에 비슷한 영향을 보여주었는데, 그 원인에 대해서는 좀 더 연구가 필요하리라 여겨진다.

이렇게 식이에 의한 적혈구막 지방산의 변화는 막의 fluidity와 cellular function에 영향을 줄 수 있으며⁹⁾, w-3 지방산이 많은 유지가 적혈구막의 fluidity를 증진시키고 trapped Ca 함량을 감소시켜, 세포부피의 감소가 적어 deformability가 증가될 수 있을 것으로 추정해 볼 수 있겠다.

이러한 실험 결과를 토대로 볼 때, 우리나라에서 생산되는 식물성유중 linolenic acid를 총지방산의 40% 이상 함유한 들깨유가 적혈구 성장에 긍정적인 영향을 주는 식품으로 권장될 수 있겠다.

Literature cited

- 1) Stamier J. Introduction to risk factor in coronary artery. McIntosh HD. eds. Baylor Colletge of Medicine Cardiology Series, Medical Communication, Northfield 1(3), 1981
- 2) 보건연감. 1991년, 보건신문사
- 3) Lands WEM. *J Intern Med* 225 : 11-20, 1989
- 4) Hagve TA, Johansen Y, Christophersen B. The effect of n-3 fatty acids on osmotic fragility of rat erythrocytes. *Biochem et Biophys Acta* 1084 : 251-254, 1991
- 5) Popp-Snijders C. *Chlinica Chimica Acta* 176 : 227-228, 1988
- 6) Yoshida M, Tada Y, Kasahara Y, Ando K, Satoyoshi E. Ca content of human erythrocytes—what is the true value? -. *Cell Calcium* 7 : 169-174, 1986
- 7) Brown AJ, Pang E, Roberts DCK. *AJCN* 54 : 668-673, 1991
- 8) O'Rear A, Udden MM, McIntire LV, Lynch EC.

- Problems in measurement of erythrocyte calcium. *Amer J Hematology* 11 : 283-292, 1981
- 9) Shiga T, Sekiya M, Maeda N, Kon K, Okazaki M. Cell age-dependent changes in deformability and calcium accumulation of human erythrocyte. *Biochimica et Biophysica Acta* 814 : 289-299, 1985
 - 10) 농촌경제연구소. 식품수급표, 1989
 - 11) Dyerberg J, Bang HO. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. *Lancet* 117-119, 1978
 - 12) Moore RB, Brummitt M, Mankad VN. Hydroperoxides selectively inhibit human erythrocyte membrane enzymes. *Arch Biochem Biophys* 273 : 527-534, 1989
 - 13) Shimomura Y, Taniguchi K, Sugie T, Murakami M, Sugiyama S, Ozawa T. *Clin Chim Acta* 143 : 361, 1984
 - 14) Morrison WR, Smith LM. Preparation of fatty acid methylesters and demethylacetals from lipids with boronfluoride-methanol. *J Lipid Res* 5 : 600, 1964
 - 15) Shomberg G. *Chromatographia* 8 : 517, 1975
 - 16) Jaeger H. *J Lip Res* 17 : 185, 1976
 - 17) Ackman RG. *Methods in enzymology* ed. Academic Press, New York Vol 1
 - 18) Schmitz FJ, McDonald. Isolation and identification of cerebrosides from the marice sponge chondrellanucula. *J Lip Res* 1115 : 158, 1974
 - 19) Lee YJ et al. *Korean J Nutr* 12(2) : 99, 1979
 - 20) Guideline to Automatic Blood Cell Count
 - 21) Hessel E, Agren JJ, Paulitschke M, Hanninen O, Hanninen A, Lerche D. Freshwater fish diet affects lipid composition, deformability and aggregation properties of erythrocyte. *Atherosclerosis* 82 : 37-42, 1990
 - 22) Rogausch H. Influence of CA^{2+} on red cell deformability and adaptation to spherizing agents. *Pflügers Arch* 373 : 43-47, 1978