

## 계란의 Cholesterol : 문제점과 대책

지 규 만

고려대학교 응용동물과학과

### Egg Cholesterol : Effects on Health and Perspective

K. M. Chee

Department of Animal Science, Korea University

Seoul, Korea 136-701

#### ABSTRACT

Egg cholesterol has been a hot issue in respect of it's effect on health and diseases in human. There is a general recognition that the cholesterol from eggs is similar to that from the other dietary sources in its biochemical functions. Many evidences show that egg yolk increased plasma cholesterol levels at an average rate of 2.3 mg /100 mL plasma for every 100 mg cholesterol consumed. The elevation of plasma cholesterol could, however, be altered by various dietary factors such as ratios of polyunsaturated fatty acids and saturated fatty acids.

Blood cholesterol levels of Korean adults have been raised up to, on the average, 193 and 187 mg /100 mL plasma for men and women, respectively, from 167 /5 mg /100 mL in 1980. Furthermore, proportion of hypercholesterolemics(> 210 mg /dL) has been increased up to 23% of the population. These changes in blood cholesterol levels are attributed to the changes of dietary patterns, suggesting the arguement that Koreans are insensitive to changes of blood cholesterol is not right.

Egg cholesterol levels have never been successfully reduced to any significant levels even with tremendous amounts of efforts made during last decades. The alternative and the best way to control blood cholesterol level originating from egg consumption appears to enrich egg fat with omega-3 series fatty acids. Ingestion of the fatty acid group has specific functions to reduce hypertension and prevent various types of cancer as well as to reduce blood cholesterol. Another way to reduce egg cholesterol directly is to produce smaller egg yolk without reducing whole egg size since cholesterol is located only in the yolk.

It is important to keep faith with consumers by providing correct informations on eggs, meanwhile efforts need to focus on to improve the quality of eggs as one of the best protein food items.

(Key-words: egg, cholesterol, fatty acids, blood lipids, Korean)

#### I. 서 론

계란의 cholesterol은 소비자들에게 마치 축산 식품

이 안고 있는 문제의 상징처럼 널리 인식되고 있다. 계란의 cholesterol에 대한 관심과 논쟁은 우리나라 뿐 아니라 세계 어느 곳이든 계란을 먹는 나라에서 모두 마찬가지로 겪고 있는 문제이다. 그 이유는 chole-

sterol의 피해로부터 소비자를 보호해야 한다고 믿고 있는 사람들에게 대해 입장을 달리하고 있는 계란 생산과 관련되는 분야의 반론이 대립되고 있기 때문이며 그 대립의 역사도 70~80년의 역사가 되는 것 같다.

계란 cholesterol에 대한 논점은 대체로 다음과 같이 요약될 수 있는 것 같다. 첫째는 cholesterol이란 물질이 사람에게 정말 해로운가? 두번째는 계란에 cholesterol이 많이 들어 있는 것은 누구나 인정하는데 과연 계란의 cholesterol은 다른 식품에 들어있는 것과 달리 피해를 적게 주는 어떤 다른 면이 있는가? 세번째는 우리나라에서 거론되고 있는 것처럼 한국 사람은 정말 cholesterol에 대해 걱정할 필요가 없으며 계란을 마음대로 먹어도 괜찮은가? 마지막으로 계란의 cholesterol 함량을 낮추는 것이 가능한가? 그렇지 않다면 어떤 대안이 있는가 하는 점들이 일반적으로 제기되고 있다고 본다.

이런 여러가지 문제에 대해 국내 축산계에서도 그동안 여러 연구자들이 자기 대로의 의견을 제시해 왔다. 그러나 그 의견들 중에는 간혹 잘못된 정보를 전달한 것도 있다고 판단되어 소비자들의 영양교육이란 관점에서 혼란을 주어 왔고, 또한 일부 사람들(식품 cholesterol 섭취에 조심해야 되는)에게는 오히려 건강에 피해를 줄 수 있는 상황을 초래하지 않았나 우려가 된다. 특히 최근에 특수란의 생산이 증가하면서 지나친 경쟁심에 의해 계란 cholesterol 함량에 대한 잘못된 선전이 자주 나타나고 있다. 이는 소비자를 오도하는 것으로서 오히려 특수란 시장의 건전한 발전에 중대한 장애요인이 될 수 있어 심각한 염려를 하게 된다.

본인은 위에서 제시한 여러 논점들에 대해 현재 학계에서 보편적으로 받아들여지고 있다고 판단되는 이론들을 소개하여 소비자들이 더 이상 잘못된 정보로 인한 피해를 받지 않게 되기를 기대한다.

## Cholesterol과 건강

Cholesterol에 대한 공포가 시작된 것은 1910년에 동맥 혈관벽에 cholesterol이 축적되며, 1913년 토끼에게 cholesterol을 투여하면 동맥경화증이 유발된다는 것이 밝혀지면서 부터라고 한다(이상영, 최용순, 1990). 지금은 cholesterol이 심장혈관계 질환(car-

diovascular disease)을 일으키는 위험인자(risk factor)의 대표적인 존재로 손꼽히고 있으나 그외에 흡연과 stress 등도 중요인자로 거론되고 있다. 그 중에서도 cholesterol이 주로 문제가 되고 있는 이유는 이것이 직접적으로 혈관조직에 축적되는 물질이고, 또한 우리가 직접 음식을 통해 섭취하는 물질이면서 특히 즐겨 섭취하는 음식에 다량으로 들어 있어 이를 의식적으로 피하는 것조차 거의 불가능한 상태이기 때문이다. Cholesterol과 심장혈관계 질환과의 관계는 수차례 걸친 역학조사에서 거의 의심의 여지가 없이 잘 입증되어 있고 그에 관한 보도 자료도 많아 여기서 더 이상 언급할 필요를 느끼지 않을 정도이다.

Martin 등(1986)에 의하면 35~57세 사이의 36만명에 대한 연구에서 혈청 cholesterol 농도가 180에서 250 mg/100 ml의 범위에서는 심장병(ischemic heart disease)으로 인한 사망율이 인구 1,000명당 6명 수준으로 서서히 증가하였지만, 250~260 mg/100ml 이상의 농도에서는 빠른 속도로 증가하여 사망율이 두 배나 높아졌다. 한편 Stamler 등(1986)은 역시 35만명을 대상으로 한 연구에서 혈중 cholesterol 함량이 167에서 264 mg/100 ml 이상으로 높아짐에 따라 인구 1,000명 당 사망율이 3.1에서 13.05명 까지 계속적으로 증가함을 보고하였다. 이 연구에서는 혈청 cholesterol 수준과 사망율과의 관계에서 명확한 경계점을 발견하지 못하였으나, 240 mg 선을 넘으면서 사망율이 7.35에서 9.10명으로 더 높아지는 경향이 관찰되었다. 이런 여러가지 연구결과로부터 미국의 National Cholesterol Education Program에서는 안전 수준의 상한선을 혈청 100 ml당 240 mg으로 정하고 있으며, 그 이상 수준일 때는 의사의 지시를 받아 적극적으로 혈중 농도를 낮추도록 권장하고 있다.

혈중 cholesterol은 식품으로 섭취하는 cholesterol의 영향을 받게 되는데 Hopkins(1992)는 cholesterol 섭취가 혈중 농도에 미치는 영향을 분석한 연구에서 하루에 400~500 mg 수준의 cholesterol을 섭취하면 혈중 cholesterol 농도가 약간 변하게 될 수도 있다고 주장하였다. 한편 McNamara(1990)는 cholesterol 섭취량이 다양하게 다른 총 68개의 연구 결과를 검토하여 100 mg의 cholesterol을 섭취할 때마다 혈중 농도가 평균 2.3 mg/100 ml씩 높아짐을 보고하

었다. 또 7명의 건강한 성인에게 하루에 1.5 g의 난황을 한달간 먹인 결과 혈중 LDL cholesterol이 40%나 증가하였으며, kinetic 분석에 의하면 이는 LDL의 합성속도가 23% 증가한 것과 LDL 분해 속도가 12% 감소한 것에 기인하였다(Packard 등, 1983).

이런 현상들은 동물실험에서도 마찬가지로여서 Bartov 등(1973)은 쥐 사료에 건조된 난황을 10% 수준으로 첨가한 결과 3주만에 혈중 cholesterol이 26%나 높아짐을 보였고, 간에서는 5배 정도나 증가함을 보였다. 체중 12.6 kg의 Beagle 개에게 사료 kg당 계란을 4개씩 첨가하여 급여시 혈중 총 cholesterol이 현저히 증가되었는데 이 경우에는 HDL이 LDL이나 VLDL보다 더 많아진 것이 특징적이였다(Cho 등, 1984).

섭취한 cholesterol의 흡수율은 좋지 않은 편이어서 30~60%에 불과하나 일상적으로 섭취하는 cholesterol함량이 많아 실제 소장에서 흡수되어 간으로 전달되는 양은 많은 편이다(Grundy and Mok, 1977). 미국인이 하루에 섭취하는 cholesterol 양은 약 400~700 mg 정도이며, 담낭에서 하루에 장으로 분비되는 cholesterol 양은 750~1250 mg 이다(Bennion and Grundy, 1975). 일반적으로 다량의 cholesterol을 섭취할 때 소장은 늘 일정한 비율의 cholesterol을 흡수하게 되며 이것이 간에 전달된다. 간은 이에 대해 몇가지 반응을 보이게 되는데 그 중 하나는 내생 cholesterol의 합성을 억제하며(Dietschy, 1984), 또 한가지는 간에 전달된 cholesterol을 혈관과 enterohepatic circulation으로 방출한다. 따라서 섭취한 계란 cholesterol이 혈중 농도를 높지게 되는 이유는 그의 섭취 수준에 따라 어느 일정량 이하에서는 간의 내생 cholesterol 합성의 억제에 의해 현상 유지가 될 수 있으나 그 수준을 초과한 경우에는 혈중 농도가 높아질 수밖에 없다(Shepherd and Packard, 1992).

## 한국인의 脂質 영양상태

우리 식생활의 질적인 개선은 동물성 단백질 섭취량의 증가와 비례해 왔다고 보는 것이 타당하다. 전국 평균으로 볼 때 총단백질 섭취량중 동물성 단백질의 구성비율이 30%를 넘어서는 것은 1980년도에 들어서었으며, 현재 1인당 하루에 34.6 g을 섭취하여 총 단백질

섭취량의 47%를 차지하고 있다(보사부, 1994). 동물성 단백질의 섭취증가가 국민 체위의 발달에 커다란 공헌을 하였음에도 불구하고 한편으로는 동물성 식품에 수반될 수밖에 없는 포화 지방산의 섭취도 증가하게 되어 식생활의 변화는 우리의 혈청 지질의 구성을 바꾸고 있다.

1971년도 우리나라의 1인 일당 지질섭취량은 평균 13.1 g으로서 섭취 에너지의 5.7% 수준이었으나 1992년에는 34.5 g으로 총에너지 섭취량의 16.6%에 달하고 있다. 지질 섭취량의 증가는 동시에 동물성 지방의 섭취량 증가와 동반하여 나타나 표 1에 의하면 1992년도 총섭취 지방질 중 동물성의 섭취비율이 47%를 차지하고 있다. 우리나라 의학계에서는 이런 식생활에서의 변화가 결국은 혈청 cholesterol 농도에 영향을 미친 것으로 보고 있다(표 2).

표 2에 의하면 1980년에 비해 1988년에는 우리나라

표 1. 한국인 지방질 섭취의 연차적 변화

연도	지방질	지방질	동 물 성
	섭취량	에너지	지방비율
	g/d/p	% 총에너지	% 지방에너지
1971	13.1	5.7	30.6
1976	20.0	5.3	29.5
1981	21.8	10.1	31.0
1986	28.1	13.2	36.0
1987	29.7	14.0	39.3
1988	30.0	14.0	40.9
1989	27.9	12.9	37.5
1990	28.9	13.9	38.0
1991	35.6	16.6	50.8
1992	34.5	16.6	46.7

(국민영양조사보고, 1994, 보사부)

표 2. 연도별 혈청 cholesterol 함량의 변화

연 도	Cholesterol	210 mg/dl 이상
	mg/dl	%
1980	167.51	9.5
1984	173.34	12.7
1986	181.35	19.6
1988	185.56	23.0

(김영설, 1991)

국민의 평균 혈중 cholesterol 농도가 11%나 증가하였으며, 보다 심각한 것은 cholesterol 농도 210 mg / 100 ml 이상되는 高 cholesterol 혈증(hypercholesterolemia)인 사람의 비율이 1980년도 9.5%에 비해 1988년도 23%로 크게 증가한 사실이다. 또한 최근에 조사된 우리나라 성인의 혈중 cholesterol 함량의 평균치는 최고 199.5 mg / 100 ml이며 여자는 189.5 mg / 100 ml 이다(표 3).

**표 3.** 1990년도 한국인 성인의 혈청 cholesterol 함량

남자	여자	조사자수		연구자
		남자	여자	
mg / 100 ml		--	명 --	
183	187	1,745	1,307	최경훈(1991)
199.5	189.5	1,204	296	김진규 등(1990)
197.4	184.8	480	398	신현아 등(1991)

(김영설, 1991)

앞의 표 2에서 高 cholesterol 혈증의 기준치를 210 mg / 100 ml 로 한 것은 연구자가 임의로 정한 것이며 이 수준은 미국에서는 240 mg / 100 ml로 하고 있으며, 우리나라는 의료보험관리공단에서 그동안 270 mg / 100 ml를 기준으로 사용하다 최근에 240 mg / 100 ml로 내리고 있다.

이렇게 한국인의 혈중 cholesterol 함량이 최근에 급격히 높아지고 있는 현상은 결국 사망원인과도 관련되어 나타나고 있다. 표 4에서 한국인의 5가지 주요 사망원인의 변화 추이를 보면 1990년도에 뇌혈관, 심장병 및 고혈압 등 심장-혈관계 질환으로 인한 사망율이 높은 비중을 차지하고 있으며, 2000년도에는 심장병으로 인한 사망율이 제 1순위로 나타날 것으로 전망되고 있다. 이는 결국 우리나라의 사망원인의 추이가 완전히 서구형으로 전환된 것을 뜻하는 것이며, 그 이유는 주로 식생활의 변화에 기인한다고 보고 있다.

식생활에서 지질의 섭취량은 단순히 총섭취량만을 고려하는 것보다 구체적으로 섭취 지방의 지방산 비율을 중요시 하고 있다. 최근에는 섭취하는 지방산의 이상적 비율은 포화지방산(saturated fatty acid ; SFA), mono-unsaturated fatty acid (MUFA, oleic acid 같은 것) 및 다불포화지방산(poly-unsatu-

**표 4.** 한국인의 5가지 주요 사망순위의 추이

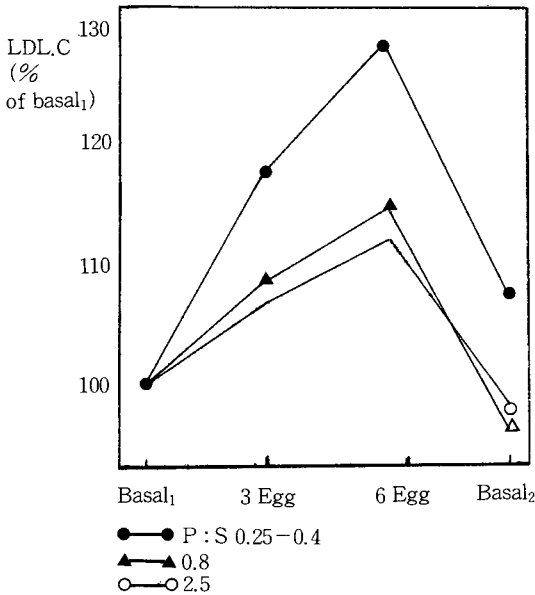
순위	1970	1980	1990	2000
1	순환기계	악성신생물	악성신생물	심장병
2	호흡기계	뇌혈관	뇌혈관	악성신생물
3	감염	사고	사고	뇌혈관
4	악성신생물	고혈압	심장병	사고
5	부상, 중독	심장질환	고혈압	고혈압

rated fatty acid: PUFA)이 각각 1:1:1에 가까운 것으로 보고 있다(Dupont, 1990). 이런 식이 지방산의 구성 비율은 체내 cholesterol 대사에 큰 영향을 미치는데, 그림 1은 계란 섭취에 의한 혈중 콜레스테롤 농도 증가가 식품중 지방산의 비율에 의해 크게 영향 받고 있는 것을 보여주고 있다. P:S(PUSA:SFA) 비율이 0.25~0.4인 경우 계란 섭취로 인한 혈중 LDL-콜레스테롤의 증가가 가장 현저하였으며 반대로 그 비율이 2.5인 경우 그 증가비율이 가장 낮았다(Thompson, 1989).

표 5에 의하면 식품 지방산의 group별 섭취 비율에서 미국이나 호주 및 이태리는 매우 심할 정도로 포화 지방산쪽으로 치우쳐 있는 반면에 이상적인 지방산 비율을 보이고 있는 곳은 우리나라, 일본, 중국 정도이다. 우리가 현재 섭취하고 있는 식품의 지방산 구성비율이 이상적인 형태라는 것은 국내의 영양학자 들의 일치된 의견이다. 이것의 의미는 현재 우리의 식생활 조건하에서 적어도 지방산의 역할에 관한한 섭취한 콜

**표 5.** 총열량에 대비한 포화(SFA), 단일불포화(MUFA) 및 다불포화지방산(PUFA) 섭취비율과 P/S 비율

나라별	지방산 group			P / S ratio
	SFA	MUFA	PUFA	
	% 섭취 calorie			
Australia	15.8	12.7	6.5	0.41
China	5.6	9.0	4.6	0.79
Italy	13.0	15.6	4.8	0.37
Japan	4.8	8.0	5.9	1.20
U.S.A.	13.5	7.4	7.5	0.44
Korea	6.9	7.4	7.5	1.10



**그림 1.** 계란의 섭취(하루 3개 또는 6개)가 다불포화 지방산(PUFA)과 포화지방산(SFA)의 비율이 다른 음식을 섭취하는 경우 혈중 LDL-cholesterol 수준에 미치는 영향(Thompson, 1989)

레스테롤의 체내 축적이 가장 적절하게 방지되고 있다는 것이다.

그렇다면 표 4에서 지적한 우리나라의 사망원인별 변화에서 나타난 현상은 어떻게 설명할 수 있을 것인가? 최근 우리의 식생활이 체내 cholesterol 축적을 최소화하는 가장 이상적인 상황이라면 우리의 사망원인에서 심장 혈관계 질환의 사망률도 따라서 낮아져야 하는데 오히려 그 반대로 증가하고 있다. 그에 대한 가능한 설명은 이런 모든 data가 전국 평균치라는 점이다. 이를 잘 설명할 수 있는 지역간, 소비계층간의 비교자료를 발견하지 못했지만 대도시, 중소도시 및 농촌이란 주거지역별로 또한 가계수입 수준에 따라 식생활 형태에서 심한 차이가 있어 전국 섭취수준이 결코 정상적인 정규분포 형태를 이루고 있지 못함을 짐작할 수 있다. 예를 들어 대도시의 상류층은 지방산의 섭취 형태에서 포화지방산의 비율이 매우 높을 수 있고, 반면에 농촌 지역의 일부 계층은 불포화지방산의 섭취 비율이 높아 이것이 전국 평균에서는 이상적인 비율로 나타날 수도 있기 때문이다. 따라서 사망원인의 경우

도 지역과 계층간에 비교를 하면 평균치와는 매우 다른 경향이 나타나리라 상상된다.

이상에서 언급된 것의 결론은 한국인의 평균 혈중 cholesterol 함량이 증가하고 있다는 것과 그것이 사망원인의 변화 추이와 밀접한 연관이 있어 보인다는 것이다. 이렇게 볼 때 한국 사람은 혈액 cholesterol에 대해 전혀 염려할 필요가 없다는 일부의 주장은 이론적 근거가 없는 것이며, 오히려 경우에 따라서는 개인의 건강에 피해를 줄 수도 있는 무책임한 주장이라고 판단된다.

## 계란의 cholesterol 문제

계란 한 개의 cholesterol 함량은 210 mg 정도(USDA, 1975)이지만 표현 방식에 따라 표 6에서와 같이 여러가지 수준에서 표시될 수 있다. 난황 1 g당으로 보면 약 15 mg 이나 난황 100 g을 기준하면 무려 1500 mg 까지 되어 발표자들의 의도에 따라 편리한 데로 사용되어 소비자들을 혼란시키고 있다. 물론 계란의 cholesterol 함량은 다른 식품에 비해 월등히 많고 그것이 서양 여러나라에서 계란의 소비에 커다란 장애 요인이 되고 있는 것도 사실이다. 미국에서 cholesterol 섭취에 대한 주의사항은 National Academy of Sciences의 Food and Nutrition Board에서는 cholesterol 섭취량을 하루에 300 mg 이하로 줄이도록 권장하고 있다(NRC, 1989). 또 US Department of Health and Human Service에서는 한 주일에 계란섭취를 3개 정도로 제한하라고 권장하고 있다.

이는 우리나라의 일부 학자들이 계란내 cholesterol은 체내에 거의 축적되지 않는다고 주장하는데 대해 미국 정부의 입장은 그와 정반대라는 것을 보여주는 것이다. 사실 일반 계란내 cholesterol이 다른 식품의 cholesterol과 달리 체내에 축적되지 않는 특별한 이유나 증거는 찾아볼 수 없었다. 캐나다의 심정석 박사가 1993년 8월 서울에서 개최된 아시아 태평양 가금학회의 심포지움에서 발표한 자료(그림 2와 3)에 의하면 보통 계란을 하루에 2개씩 2주간 섭취한 결과 혈중 cholesterol 함량이 약 6% 증가하였다. 앞서서도 언급된 바와 같이 많은 연구에서 계란을 섭취하면 혈중 cholesterol이 증가할 수 있음을 보여주고 있다(Oh

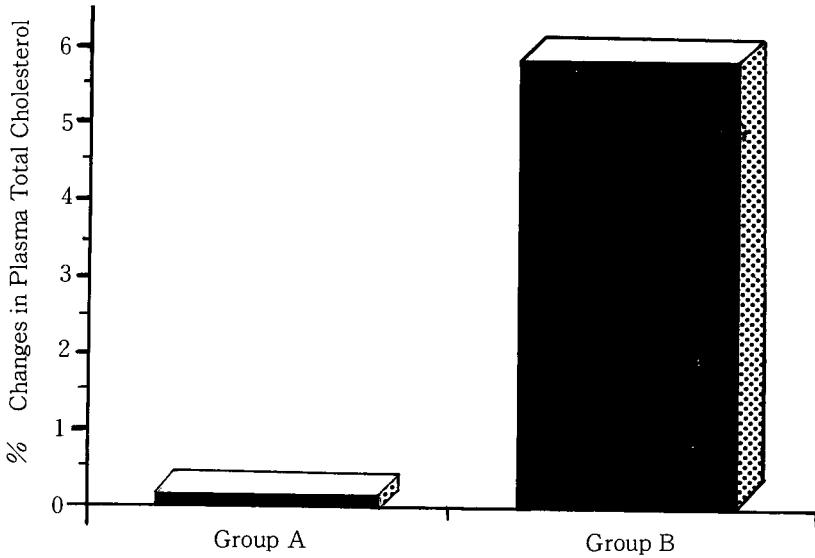


그림 2. 보통 계란(Group B)과 w-3 지방산이 강화된 계란(Group A)을 섭취한 사람에서 혈중 cholesterol 과 triglyceride 함량의 변화(Sim, 1993)

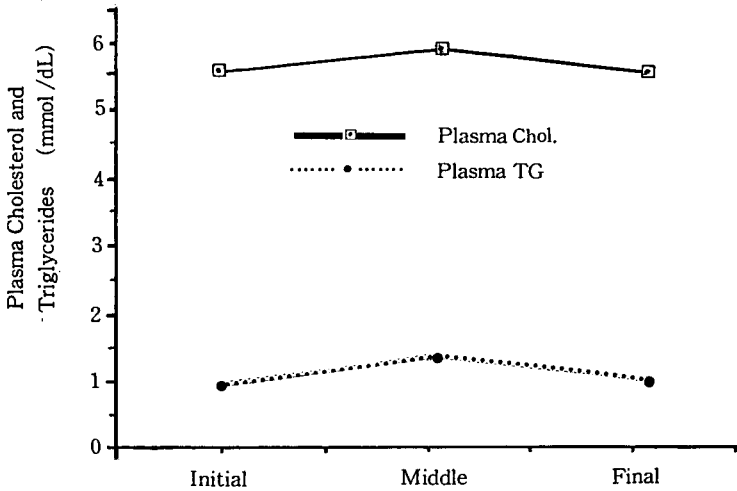


그림 3. 처음 2주간 보통 계란을 하루 2개씩 섭취하고 다음 2주간 w-3 지방산이 강화된 계란을 섭취한 사람에서 혈 중 cholesterol과 triglyceride 함량의 변화(Sim, 1993)

and Miller, 1985). 물론 계란의 섭취가 혈중 cholesterol 농도에 영향을 주지 않았다는 연구들도 보고 (Kummerow 등, 1977; Porter 등, 1977) 된 것이 있으나 우리 인체의 보상기전에 의해 체내 cholesterol 균형이 유지되었기 때문이거나 식품내 어떤 요인에 의

해 혈중 cholesterol 농도의 상승이 방지된 결과이지 (McNamara 등, 1987) 계란이나 그 안의 cholesterol 자체가 특별한 성질을 갖고 있어 cholesterol이 흡수되지 않거나 또는 축적이 방지되는 것은 아니다.

## 계란 cholesterol 함량에 대한 대책

이와 같이 cholesterol 함량으로 인해 계란의 소비가 계속 감소됨에 따라 계란의 cholesterol 함량을 낮추고자 하는 연구가 수없이 많이 수행되었다. 결론부터 말하면 지금까지 연구되어 온 것을 종합해 볼 때 계란의 cholesterol 함량은 현재까지 알려진 방법으로는 도저히 낮출 수 없다는 것이 명백해졌다(Naber, 1979). 다시 말하면 저 cholesterol 계란의 생산이 성공된 적이 없다는 것이다.

영양사료적인 방법에 의해 연구된 결과를 보면 사료의 섬유소(fiber) 수준이 계란 cholesterol에 영향을 주지 못하였고 (Vargas와 Naber, 1984), 고 섬유소의 alfalfa 사료는 혈액 cholesterol 함량은 낮추었으나 난황내에는 변화가 없었다(Weiss와 Scott, 1979). 그러나 McNaughton(1978)은 사료 섬유소함량을 2.05%에서 8.79%까지 증가시켰을 때 난황 cholesterol이 13.2% 감소됨을 보이기도 하였다. 이외에도 수많은 연구가 있었으며 이에 대한 자세한 소개는 Har-

표 6. 표현방법에 따른 계란의 콜레스테롤 함량

표 현	기 준	mg
계란	한개	213
계란	100 g	550
난황	1개	213
난황	1 g	15
난황	100 g	1500

Source : USDA, 1975

표 7. 산란계 사료에 Lovastatin과 Colestipol의 첨가가 혈액과 계란의 cholesterol 함량에 미치는 영향

측정항목	중,	처 리 별			
		대조구	+LOV	+COL	+LOV & COL
혈 (mg/100ml)		129.6	130.1	136.5	115.3
계란 (mg/100g)		1450	1457	1583	1303

Source : Luhman 등(1990)

gis(1988)와 Griffin(1992)의 논문을 추천하는 것으로 대신한다.

약품을 사용한 방법이 상당한 기대를 걸게 하였고 상반된 결론이 보고되기도 하였으나 역시 결론은 그런 계란의 생산은 불가능하다는 것이다. 예를 들어 갑상선 홀몬의 이성체(isomer)인 D-thyroxine은 혈중 cholesterol 농도를 떨어뜨리는 강력한 효능을 갖고 있다. 이 약품을 산란계에 투여시 계란내 cholesterol 농도가 26%나 증가하였는데 이는 혈중 cholesterol을 계란으로 이행시킨 결과로 믿어진다(Singh, 1972). 역시 cholesterol 합성 억제제인 Probuco의 투여 결과 계란내 함량이 평균 5% 감소되었으며, Probuco의 적정 첨가수준은 사료의 0.1%였다(Naber 등, 1982; Waldroup 등, 1986). 이외에 Clofibrate(Weiss 등, 1967a)도 난황의 cholesterol 함량은 변화시키지 못하였고, HMG-CoA reductase inhibitor인 Lovastatin도 VLDL 조성에 영향을 주지 못하므로(Bagdade 등, 1990) 별 의미가 없다.

또한 장에서 cholesterol의 재흡수를 방지해 주는 bile salts sequestering agent인 Colistin과 Lobastatin을 동시에 투여한 경우에도(Luhman 등, 1990) 혈액 cholesterol 농도는 저하되었지만 역시 난황의 농도에는 변화가 없었다(표 7). 한편 Hargis 등(1988)은 혈액과 계란의 cholesterol 농도간의 상호관계를 조사하여 상관관계가 매우 낮은 것을 보고하고 있다.

이렇게 간에서 HMG-CoA reductase 효소의 활성 저하나 장에서 재흡수를 방지하여 체내(혈액) cholesterol 함량이 낮아졌어도 계란내 함량에 변화가 없는 것은 다음과 같이 설명되고 있다. 난모세포막에 있는 수용체(receptor)의 cholesterol에 대한 친화력(affinity)가 매우 높은데, 산란계 혈액속의 cholesterol 전구체 물질의 농도는 대개 수용체의 친화력보다 10배나 더 높기 때문에 수용체는 언제나 손쉽게 포화상태를 형성할 수 있다. 따라서 혈액속의 전구체의 농도가 아주 낮은 경우에도 수용체를 통해 cholesterol의 이동이 우선적으로 이루어질 수 있다(Griffin, 1992).

Cholesterol 합성을 억제하는 물질이외에 또 한가지 재미있는 물질은 cholesterol과 화학적 구조가 유

사하여 장에서의 흡수나 난모세포의 수용체를 통과하는 과정에서 cholesterol과 경쟁을 하는 것들이다. 일반적으로 beta-sitosterol 같은 식물성 sterol 은 바로 그와 같은 성질을 갖고 있기 때문에 계란의 난황에 cholesterol을 대체하여 들어갈 수 있다. Clarenburg 등 (1971)은 beta-sitosterol 을 사료에 4% 까지 첨가하여 난황 cholesterol을 35%나 저하시켰다. 반면에 Weiss 등(1967b)은 safflower oil을 함유한 사료에 beta-sitosterol을 첨가하였을 때 혈중 cholesterol은 22% 저하되었으나 난황에서는 무려 29%나 오히려 증가함을 보고하고 있다. 이렇게 상반되는 보고가 있지만 그러나 중요한 문제는 그런 물질을 섭취한 사람에서 sitosterolemia라고 하는 병리적 증세가 나타날 수 있는 점이다. 그 증세로는 초기 관상동맥경화증, 관절염과 잦은 빈혈 등을 보이게 된다(Bjorkem and Skrede, 1989).

유전학적인 방법에서 난황 cholesterol 함량에 의한 선발은 효과적이긴 하였으나 불행히도 그 함량이 높아지는 방향으로의 선발에서만 그러하였다. 유전력은 연구자에 따라 0.21~0.26(Washburn and Nix, 1974; Ansah 등, 1985)에서 0.04~0.18(Becker 등, 1977; Atalla 등, 1983)의 범위를 보였다. 재미있는 것은 유전학적으로 난황 cholesterol 함량이 낮은 계통의 선발이 불가능한 이유를 병아리의 부화에 cholesterol이 절대적으로 필요하기 때문일 것이라는 가설이 생긴 것이다. 그러나 이 가설은 cholesterol이 함량이 많거나 적은 계통의 부화에 차이가 없기 때문에 부정되고 있다(Mark and Washburn, 1977). 난황에 들어있는 cholesterol양은 실제로 부화과정에 병아리에게 필요한 것보다 훨씬 더 많다는 지적이 있다(Tarugi 등, 1989).

지금까지 검토된 방법들 이외에 최근에 제안된 것으로 아직 검증되지 않은 방법은 난포의 난모세포(oocyte)막에 있는 수용체(receptor)의 특성을 활용하는 것이다(Griffin, 1992). 이 수용체는 vitellogenin과 VLDL(very low density lipoprotein)에 대해 동일한 친화력을 갖고 있으므로 이 두가지 물질간의 경쟁을 이용하여 간에서 콜레스테롤을 갖고 있지 않은 vitellogenin의 생산량을 늘릴 수 있다면 이것이 VLDL 보다 난황으로 더 많이 들어가게 되어 계란의

cholesterol 함량이 떨어질 수 있다는 것이다. 이 제안을 계란에 중성지방이 더 많이 들어갈 수 있는 방법을 제시해 주고는 있으나 이때 산란계가 cholesterol 농도가 적은 계란을 계속해서 산란해 줄 지에 대한 의문은 남는다. 현재까지 얻은 결론의 하나는 약품을 사용하여 계란의 cholesterol 함량을 저하시키는 것은 가능할 수도 있으나 이 경우 닭의 그런 계란의 산란을 곧 중지하게 된다는 것이다. 이 주장이 사실이라면 따라서 난모세포의 수용체를 이용하는 방법도 산란 중지라면 상황에 봉착하게 되리라 생각된다.

최근에 국내외에서 omega-3(또는 n-3) 지방산을 강화시킨 계란이 많이 언급되고 있다. 일본이 여러가지 제품을 활발하게 소개하고 있으며, 캐나다에서 개발된 것도 있으며(Sim, 1993), 호주에서도 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 유럽에서는 아직 큰 반응을 보이고 있지 않은 것 같다. 이 특수란 개발의 관점은 계란내 cholesterol 함량을 저하시키는 노력은 일단 보유하고, 그 대신 계란을 먹어도 그로 인해 혈중 cholesterol 함량이 높아지지 않도록 하는데 의미가 있다. 이것이 가능해지는 이유는 omega-3 지방산의 기능중의 하나가 혈액속의 cholesterol을 저하시켜 주며(Illingworth and Ullman, 1990), 다행히도 산란계 사료에 이 지방산 급원을 첨가해 주면 계란내 omega-3 지방산 함량이 많아질 수 있기 때문이다. Omega-3 지방산의 주요 기능에는 이와 같이 혈중 cholesterol 함량을 저하시켜 심상혈관계 질환으로 인한 사망율을 낮춰주는 것 이외에 최근에는 고혈압(Hennekens 등, 1990) 뿐만 아니라 여러가지 암의 예방과 치료에도 효과적이라는 것이 많이 보고되고 있다(Reddy, 1993).

이 지방산을 먹인 산란계의 혈중 cholesterol 함량은 저하되나 계란내 함량은 전혀 변화가 없으며 이는 앞에서 언급된 이론으로 설명된다. 이 지방산의 급원으로 사용되는 것은 어유종류, 채종유, 아마인유, 대두유 등이며, 들깨기름에는 무려 60%에 가까운 alpha-linolenic acid가 들어있는 omega-3 지방산의 가장 풍부한 급원이다. Omega-3 지방산의 혈중 cholesterol 저하 효능은 확실하나 문제는 이를 위해 필요한 양의 지방산이 계란내에 충분히 들어있게 하는 것이다.



계란의 cholesterol 문제에 대한 마지막 대책으로 난황의 크기를 감소시키는 방법에 대한 연구가 필요하다는 것을 제안하고 싶다. Cholesterol 은 계란에서 난황부분에만 들어있기 때문에 난황이 작으면서 cholesterol 농도는 정상인 계란은 그 만큼 cholesterol 함량이 적어질 수 있다. 일반적으로 계란의 크기는 유전적으로 결정되나 주로 난황의 크기에 따라 좌우된다고 알려져 있다(North, 1984). 따라서 난황 중량을 줄이면서도 계란의 크기가 적어지지 않게 하는 것은 쉬운 일은 아닐 것이나 육종학적인 선발 방식에 의해서나 닭의 생리를 이용한 생화학적인 방법으로 연구해볼 만한 가치가 있다고 판단된다.

## 결 론

계란은 식품으로서 대단한 장점을 갖고 있으면서 또한 cholesterol 함량이 많다는 중대한 단점도 갖고 있다. 이 문제점은 이미 사실상 밝혀진 것이며 그것을 부인하는 것은 쓸데 없는 의혹만 불러 일으키거나 소비자의 신뢰만 상실할 가능성이 있다는 것을 인식해야 한다. 보다 심각한 것은 계란의 cholesterol 이 잘못된 주장에 의해 마음대로 많이 먹어도 되는 피해를 전혀 주지 않는 그런 물질이 아니며, 특히 한국사람은 계란의 cholesterol에 마치 무슨 면역이나 있는 듯이 얘기하는 것은 경우에 따라서는 심각한 피해를 초래할 수도 있다. 계란의 단점을 솔직하게 문제점으로 인식하고 그것을 해결하는 방안을 적극적으로 강구하는 것이 소비자를 보호하며, 양계산업의 건전한 육성에도 도움이 된다는 것을 알아야 하겠다.

과거 수십년간 노력해온 cholesterol 함량이 낮은 계란의 생산이 성공을 거두지 못했다고 이것이 불가능하다고 단념해서는 안된다. 최근의 발달된 분자 생물학적 기술은 과거에 없었던 것으로 이런 새로운 기술의 적용에 의해 수용체에서 일어나는 기전의 이해를 통해 이 문제도 해결될 날이 오리라 믿기 때문이다. 한편 이 문제에 대한 대책으로 등장한 omega-3 지방산을 강화한 계란은 그의 전망이 매우 밝다고 판단된다. 단순히 비타민이나 미네랄 같은 영양소를 강화한 계란에 비해 지방산을 강화한 계란은 cholesterol 문제를 해결하면서 동시에 기능성 식품으로 발전하는 가장 확

실한 방법이라고 생각된다. 여기서 중요한 것은 실제로 그런 효과를 나타내기 위한 지방산의 함량으로 이에 대한 연구가 더 진행될 필요가 있다.

양계산업 특히 채란업의 발전을 위해 계란에 대한 소비자들의 신뢰를 확보하는 것이 중요하며 이는 계란의 영양적 가치의 우수성에 대한 홍보와 그의 식품적 가치를 높이는 노력에 의해 가능하다. 부주의로 인한 것일지라도 정확하지 않은 정보를 전하는 광고는 오히려 채란양계업의 발전에 심각한 피해를 초래할 가능성이 있다. 이 발표의 의도는 더 이상 계란 콜레스테롤로 인한 피해 여부에 대한 논란이 없기를 기대하며, 앞으로 힘을 모아 계란의 소비를 촉진하기 위한 더 좋은 방법을 모색하자는데 있다.

(색인 : 계란, 콜레스테롤, 지방산, 혈당지방. 한국인)

## 인용문헌

- Ansah GA, Chan CW, Toughburn SP, Buckland RB 1985 Selection for low yolk cholesterol in Leghorn-type chickens. *Poultry Sci* 64:1-5.
- Attalla AA, Stino FKR, Goher NE, Kamar GAR 1983 Genetics of egg cholesterol and related characteristics in Fayoumi chickens. *Egyptian J Animal Prod* 23:133-142.
- Bagdade JD, Lane JT, Stone N, Ritter MC, Subbaiah PV 1990 Persistent abnormalities in lipoprotein composition and cholesteryl ester transfer following lovastatin treatment. *J Lipid Res* 31:1263-1269.
- Bartov I, Reiser R, Henderson GR 1973 Hypercholesterolemic effect in the female rat of egg yolk versus crystalline cholesterol dissolved in lard. *J Nutr* 103:1400-1405.
- Becker WA, Spencer JV, Verstrate JA, Mirosh LW 1977 Genetic analysis of chicken egg yolk cholesterol. *Poultry Sci* 56:895-901.
- Bennion LJ, Grundy SM 1975 Effects of obesity

- and caloric intake on biliary lipid metabolism. *J Clin Invest* 56:996
- Bjorkem I, Skrede S 1989 Familial disease with storage of sterols other than cholesterol: cerebrotendinous xanthomatosis and phytosterolemia. In: *The Metabolic Basis of Inherited Disease* (Eds. Scriver CR, Beaudet AL, Sly WS and Valle D) McGraw-Hill, New York, pp. 1293-1302.
- Cho BHS, Erdman Jr. JW, Corbin JE 1984 Effects of feeding raw eggs on levels of plasma and lipoprotein cholesterol in dogs. *Nutr Rep International* 30: 163-170.
- Clarenburg R, Kim Chung IA and Wakefield LM 1971 Reducing the egg cholesterol level by including emulsified sitosterol in standard chicken diet. *J Nutr* 101:289-298.
- Dietschy JM 1984 Regulation of cholesterol metabolism in man and in other species. *Klin Wochenschr* 62:338-345.
- Dupont J 1990 Chapter 7. Lipids In: *Present Knowledge in Nutrition* (6th ed. ). International Life Science Institute, Nutrition Foundation, Washington D. C.
- Griffin HD 1992 Manipulation of egg yolk cholesterol: a physiologist's view. *World's Poultry Sci J* 48:101-112.
- Grundy SM, Mok HY 1977 Determination of cholesterol absorption in man by intestinal perfusion. *J Lipid Res* 18:263
- Hargis PS 1988 Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl-a review. *World's Poultry Sci J* 44:17-29.
- Hennekens CH, Buring JE, Mayrent SL 1990 Chapter 3. Clinical and epidemiological data on the effects of fish oil in cardiovascular disease. In: *Omega-3 fatty acids in health and disease* (ed. Lees and Karel), Dekker, New York.
- Hopkins PN 1992 Effects of dietary cholesterol on serum cholesterol. *Am J Clin Nutr* 55:1060-1070.
- Illingworth DR, Ullmann D 1990 Effects of omega-3 fatty acids on risk factors for cardiovascular disease. In: *Omega-3 fatty acids in health and disease*. (ed. Lees and Karel), Dekker, New York.
- Kummerow FA, Kim Y, Hull DM, Pollard J, Ilinov P, Dorossiev DL, Valik J 1977 The influence of egg consumption on the serum cholesterol level in human subjects. *Am J Clin Nutr* 30:664-673.
- Luhman CM, Miller BG, Beitz DC 1990 Research Note: The effect of feeding Lovastatin and Colestipol on production and cholesterol content of eggs. *Poultry Sci* 69:852-855.
- Mark H, Washburn KW 1977 Divergent selection for yolk cholesterol in laying hens. *Brit Poult Sci* 18:179-188.
- Martin MJ, Hulley SB, Browner WS, Kuller LH, Wentworth D 1986 Serum cholesterol, blood pressure, and mortality: implications from a cohort of 361,662 men. *Lancet* 2:933-936.
- McNamara DJ 1990 Relationship between blood and dietary cholesterol. Pages 63-87. In: *Advances in Meat Research* (ed. A. M. Pearson and T. R. Dutson) vol. 6, Meat and Health. Elsevier, London.
- McNamara DJ, Kolb R, Parker TS, Batwin H, Samuel P, Brown CD, Ahrens Jr. EH 1987 Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man. *J Clin Invest* 70:1729-1739.
- McNaughton JL 1978 Effect of dietary fiber on egg yolk, liver and plasma cholesterol concentrations of the laying hen. *J Nutr* 108:1842-1848.
- Naber EC 1979 The effect of nutrition on the composition of eggs. *Poultry Sci* 58:518-

528

- Naber EC, Elliot JF, Smith TL 1982 Effect of probucol on reproductive performance, egg yolk cholesterol content and lipid metabolism in the laying hen. *Poultry Sci* 61:1118-1124.
- National Research Council 1989 Diet and Health: Implications for reducing chronic disease risk. Report of the committee on diet and health, food and nutrition board. National Academy Press, Washington, D. C.
- North MO 1984 Chapter 3. Formation of the egg. In: Commercial Chicken Production Manual (3rd ed. ). AVI Publishing Co., Inc. Westport, Connecticut.
- Oh SY, Miller LT 1985 Effect of dietary egg on variability of plasma cholesterol levels and lipoprotein cholesterol. *Am J Clin Nutr.* 42:421-431.
- Packard CJ, McKinney L, Carr K, Shepherd J 1983 Cholesterol feeding increases low density lipoprotein synthesis. *J Clin Invest* 72:45-51.
- Porter MW, Yamanaka W, Carlson SD, Flynn MA 1977 Effects of dietary egg on serum cholesterol and triglyceride of human males. *Am J Clin Nutr* 30:490-495.
- Reddy BS 1993 Dietary factors and colon cancer. In: Advances in polyunsaturated fatty acid research (ed. Yasugi et al.), Excerpta Medica, Amsterdam.
- Shepherd J, Packard CJ 1992 Chapter 3. Atherosclerosis in perspective: the pathophysiology of human cholesterol metabolism. In: Human Nutrition (edit. Eastwood M, Edwards C, Parry D), Chapman & Hill, London
- Sim JS 1993 Nutritional significance of Canadian designer eggs in humans. In: Proceedings, the 5th Conference for Far East and South Pacific Federation, WPSA, Seoul, Korea.
- Singh RA 1972 Effect of D-thyroxine and nicotinic acid on cholesterol metabolism of laying hens. *Indian J Anim Sci* 42:433-435.
- Stamler J, Wentworth D, and Neaton JD 1986 Is the relationship between serum cholesterol and risk of premature death from coronary heart disease continuous or graded? Findings in 356,222 primary screenees of the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). *J Am Med Assoc* 256:2823-2828.
- Tarugi P, Regianni D, Ottaviani E, Ferrari S, Tiozzo R, Calandra S 1989 Plasma lipoprotein, tissue cholesterol overload and skeletal muscle apolipoprotein A-1 synthesis in the developing chick. *J Lipid Res* 30:9-22.
- Thompson GR 1989 Chapter 1. Plasma lipids and lipoproteins. In: A handbook of hyperlipidemia, Current Science, London.
- USDA 1975 Composition of Foods. Agriculture Handbook No. 8. USDA, Washington D. C.
- Vargass RE, Naber EC 1985 Relationship between dietary fiber and nutrient density and its effect on energy balance, egg yolk cholesterol and hen performance. *J Nutr* 114:645-654.
- Waldroup PW, Ndife LI, Hellwig HM, Hebert JM, Berrio L 1986 Influence of probucol(4, 4-Isopropylidene dithiol)-bis (2,6, d-t-butylphenol) on egg yolk cholesterol content and performance of laying hens. *Poultry Sci* 65:1949-1954.
- Washburn KW, Nix DF 1974 A rapid technique for the extraction of yolk cholesterol. *Poultry Sci* 53:1118-1122.
- Weiss FG, Scott ML 1979 Effects of dietary fiber, fat and total energy upon plasma cholesterol and other parameters in chickens. *J Nutr* 109:693-701.
- Weiss JF, Johnson RM and Naber EC 1967a Ef-

fect of some factors and drugs on cholesterol concentration in the egg and plasma of the hen. J Nutr 91:142-152.

Weiss JF, Naber EC, Johnson RM 1967b. Effect of dietary fat and cholesterol on the *in vitro* incorporation of acetate-1-14C into egg yolk lipids. J Nutr 93:142-152.

김영설 1991 내분비 대사분야의 지질연구 문헌고찰. 한국지질학회지 1:1-7.

보건사회부 1994 '92 국민영양조사결과보고서 이상영, 최용순 1990 콜레스테롤. 신광출판사.

## 질의 응답

**이 남 형(한국식품개발연구원)** : 최근 보고에 의하면 심장혈관계 질환의 위험 인자로서 dietary cholesterol은 전혀 관련이 없다고 한다. 이에 대한 의견은?

**지 규 만** : 혈액의 총 cholesterol이 심장혈관계 질환의 위험인자로서 전혀 의미가 없다는 표현 보다는 여러가지 인자중에 어떤 것이 질병 발생의 예측을 위한 더 좋은 parameter 인가 하는 점에서 혈중 총 cholesterol 함량 보다는 LDL-cholesterol 함량이 더 정확하며 그 보다는 또 LDL-apoB가 심장혈관계 질환과 더 좋은 상관관계를 갖고 있다는 데 의견이 일치되어 있다. 그러나 이것은 어디까지나 비교

적인 것이며 이것이 혈중 총 cholesterol 함량의 중요성을 부인하는 것은 아니다. 여태까지 사람들 대상으로 한 역학조사에서는 항상 총 cholesterol 함량이 조사되었으며, LDL-cholesterol이나 LDL-apoB가 조사된 것이 아니기 때문에 총 cholesterol 함량의 활용성은 여전한리라 본다.

또한 심장혈관계 질환의 위험 인자로서 식품중 cholesterol 보다 포화 지방산함량이 더 문제가 되고 있다. 앞으로는 이 문제를 더 중요시 해야한다. 다만 오늘의 발표는 계란의 cholesterol에 대한 잘못된 견해를 바로잡고자 하는데 목적이 있다.

**이 상 희(우성사료)** : 난황의 크기를 감소시켜 계란의 cholesterol 함량을 저하시킬 수 있다고 하였는데 이것이 언제쯤 가능해 질까?

**지 규 만** : 이 문제는 본인의 평소에 생각해 오던 것으로 오늘 처음 공개적으로 제안하는 것이다. 계란의 cholesterol은 난황에만 들어있어서 난황의 크기를 줄이면서 난중은 그대로 유지할 수 있다면 이는 cholesterol 함량을 확실히 줄이는 방법이 된다. 그러나 난황은 난중을 좌우하는 중요 요인이기 때문에 난황 무게만을 줄이는 것은 쉬비 않다고 생각된다. 영양학적으로 어떤 방법이 있는지 모르겠으며 그보다 육종학적인 방법이 더 가능성이 있을 것 같다. 외국에서도 이런 방향으로 연구된 것을 보지 못했기 때문에 언제 그런 계란이 실현될 지는 모르겠다.