

계란의 영양적 특성 및 건강에 미치는 영향*

양은주^{1†} · 이영은² · 문현경³

호남대학교 식품영양학과,¹ 원광대학교 식품영양학과,² 단국대학교 식품영양학과³

Nutritional roles and health effects of eggs*

Yang, Eun Ju^{1†} · Lee, Young Eun² · Moon, Hyun-Kyung³

¹Department of Food and Nutrition, Honam University, Gwangju 506-714, Korea

²Department of Food and Nutrition, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

³Department of Food and Nutrition, Dankook University, Yongin 448-701, Korea

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to examine the effects of egg consumption and suggest proper guidelines for consumption of eggs by *determining* the relationship between eggs and cholesterol. **Methods:** Literature review was conducted on the relationship between nutritional, functional properties of eggs and serum cholesterol, as well as cardiovascular disease. **Results:** Eggs, which are a good protein food with complete amino acid composition, contain vitamin A, riboflavin, vitamin B₁₂, folic acid, vitamin D, vitamin E, vitamin K, calcium, iron, choline, selenium, β-carotene, lutein, zeaxanthin, etc. However the egg yolk has a high cholesterol content, which is associated with chronic diseases, including heart disease and hypertension. As a result, its intake is subject to regulation. Outbreak of heart disease by yolk intake can show different results depending on the characteristics of the subjects, amount of egg intake, and the implications of other foods eaten. It is difficult to determine whether eggs are beneficial, as they are the main supplying source for other major nutritive elements as well. Several research studies insist that when cholesterol intake increases by 100 mg, the level of serum cholesterol increases by 2.2~4.5 mg/dL and when serum cholesterol increases by 1%, the risk of heart disease increases by 2%. This indicates that a large intake of eggs can increase the risk of heart disease. Although the cholesterol of egg yolk and serum cholesterol are correlated, it is insufficient to conclude that only cholesterol and not other components are related to heart disease. In fact, other components in egg such as various unsaturated fatty acids and phospholipids could be related as well. Rather than concluding egg as a 'good' or 'bad' food according to its cholesterol content, it is important to define egg as a part of dietary patterns. **Conclusion:** Generalizing an indiscriminate and uniform amount of egg intake for all seems inadequate. However, patients with diabetes or heart disease should pay particular attention to the amount of egg intake. As for the norm, eating egg with vegetables as a substitute for other animal products seems beneficial.

KEY WORDS: eggs, serum cholesterol, cardiovascular diseases, guidelines

서 론

계란은 아미노산 조성이 우수한 완전 단백질 식품으로서 비타민 A, 리보플라빈, 비타민 B₁₂, 엽산, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 칼슘, 철, 콜린, 셀레늄, β-카로틴, 루테인, 제아잔틴 등을 함유하고 있어 단일 식품으로서 인체에 필수적인 중요 영양소를 골고루 함유한 식품이다. 그러나 계란 노른자 1개의 콜레스테롤 함량이 185~240 mg으로 일반인의 하루 콜레스테롤 섭취 목표량인 300 mg/dL에 쉽게 도달할 수

있는 수준으로 심장병, 고혈압 등과 같은 성인병을 야기할 수 있으며, 특히 심장병 환자나 심장병 발생의 위험이 높은 사람에게서는 섭취가 제한되고 있다.¹ 계란 섭취에 대한 건강상의 장단점에 대해 논란이 되는 이유는 식품으로 섭취한 콜레스테롤의 체내 흡수 및 대사, 배설 등의 작용이 복잡하고, 섭취 대상의 유전적인 특징, 건강상태 및 콜레스테롤 섭취 수준, 함께 섭취한 식품 등에 따라 콜레스테롤이 인체에 미치는 영향이 다른 것으로 보고되고²⁻⁴ 있기 때문이며, 계란의 콜레스테롤에 대한 상반된 연구결과가 제시되고 있다.

Received: October 29, 2014 / Accepted: December 5, 2014

*This work was supported by grants from National Agricultural Cooperative Federation.

†To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-62-940-5414, e-mail: ejyang@honam.ac.kr

© 2014 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

콜레스테롤 섭취량이 증가하면 혈액 중 LDL-콜레스테롤 양이 10%까지 증가될 수 있으며, 혈액 중 LDL-콜레스테롤 수준을 12% 감소시키면 관상동맥질환의 발생 위험도를 19%까지 감소시킬 수 있는 것으로 보고되어 실제 식사중의 콜레스테롤 양을 감소시키는 것이 중요하다고 주장되고 있다.⁴ 그러나 일부 연구에서는 계란노른자의 콜레스테롤이 심장병의 발생과 직접적인 관련성이 적다는 주장이 제기되었으며,^{5,6} 여러 연구에서 계란과 심장병, 사망률과의 관계에 관련하여 일관성 있는 연구결과가 보고되기 보다는 상반되는 연구 결과들이 보고되기도 하였다.⁷⁻¹¹

International Egg Commission의 보고서에 의하면, 2011년도 국민 1인당 계란 소비량 (가공식품 포함)은 일본 329개, 중국 295개, 미국 247개, 프랑스 222개 등이었으며, 우리나라의 1인당 연간 계란 소비량은 218개로 보고되었다.¹² 국민건강영양조사에 의하면 (2007),¹³ 우리나라 국민의 1인당 계란 섭취량은 하루 평균 19.9 g (콜레스테롤 87 mg)으로 전체 콜레스테롤 섭취량의 37%에 해당되었으며, 특히 65세 이상 노인의 경우에 하루 계란 섭취량은 7.6 g으로 섭취량이 매우 적은 것으로 보고되었다. 우리나라 65세 이상 노인의 영양상태는 전반적으로 불량한 편으로 각 영양소별로 영양섭취기준을 충족하지 못하는 노인의 비율이 매우 높기 때문에¹³ 계란이 노인의 영양상태 개선에 긍정적인 효과를 나타낼 수 있으며, 저소득층 노인의 중요 영양급원이 될 수 있다.

계란노른자 섭취에 따른 심장병 발생은 조사대상자의 특성, 계란 섭취 수준, 함께 식사하는 다른 식품의 특성 등에 따라 다른 결과를 나타낼 수 있으며, 계란은 콜레스테롤 이외에도 다른 영양소의 주요 공급원이 될 수 있기 때문에 식품으로서 계란의 섭취에 대한 유해성이나 유익성을 결정하는 것이 어려우며 학자마다 다른 견해를 제시하고 있다.

따라서 본 연구에서는 문헌고찰을 통하여 계란과 콜레스테롤의 관계를 조사·정리하여, 우리나라 식생활에서 계란 섭취의 장단점을 살펴보고, 바람직한 계란의 소비 방향을 제시하고자 한다.

계란의 영양적·기능적 특성

계란의 영양적 특성

계란 (전란 기준)은 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등 다른 육류에 비해 에너지 및 지방 함량이 낮으면서 비타민 A, β -카로틴, 비타민 D, 비타민 E, 리보플라빈, 비타민 B₁₂, 엽산, 칼슘의 함량이 높다. 또한 난황의 경우, 지방 및 콜레스테롤 뿐 만 아니라 철, 아연, 셀레늄의 급원 식품이 될 수 있으며, 특히 영양소 급원이 일부 식품에 제한되어 있는 비타민 D와 비타민 K의 주요 급원식품이 될 수 있다 (Table 1).^{1,14}

계란의 영양소 기여도를 살펴보면 (Table 2), 19~29세 성인 여자가 하루에 계란 1개를 섭취하면, 하루 필요 에너지의 3.3%를 계란으로부터 공급받지만, 단백질의 11.8%, 비

Table 1. Nutrition composition of representative animal foods (per 100g edible portion)¹⁾

Nutrient	Whole eggs	Egg whites	Egg yolks	Beef (sirloin)	Pork (sirloin)	Poultry	Whole milk
Energy (kcal)	138.0	49.0	353.0	192.0	262.0	180.0	60.0
Carbohydrate (g)	2.8	1.8	1.8	0.2	0.2	0.1	4.7
Protein (g)	11.8	9.8	15.3	20.1	17.4	19	3.2
Total fat (g)	8.2	0	29.8	11.3	19.9	10.6	3.2
Cholesterol (mg)	475.0	1.0	1,281.0	64.0	55.0	75.0	11.0
Vitamin A (μ gRE)	153.0	0	454.0	7.0	5.0	50.0	28.0
β -carotene (μ g)	18.0	0	54.0	0	0	0	12.0
Vitamin D (μ g)	3.0	0	6.0	-	-	-	1.0
Vitamin E (mg)	0.7	0	3.6	0.3	0.1	0.3	0.1
Vitamin K (mg)	-	-	0.7	-	0	1.5	0.2
Thiamine (mg)	0.05	0.02	0.22	0.09	0.61	0.20	0.04
Riboflavin (mg)	0.28	0.44	0.44	0.20	0.15	0.21	0.14
Vitamin B ₆ (mg)	0.07	0	0.26	0.29	0.23	0.30	0.02
Vitamin B ₁₂ (μ g)	1.29	0.09	2.0	1.04	0.53	0.31	0.4
Folic acid (μ gDFE)	124.5	4.0	146.0	8.3	4.0	16.7	9.7
Calcium (mg)	43.0	3.0	139.0	22.0	6.0	10.0	105.0
Magnesium (mg)	1.2	11.0	5.0	-	21.0	-	-
Iron (mg)	1.4	0.3	5.4	4.6	0.8	0.9	0.1
Zinc (mg)	1.3	-	4.2	2.8	1.8	2.2	0.4
Selenium (μ g)	31.7	-	56.0	28.5	33.2	14.4	-

1) Data from reference 14 [The Korean Nutrition Society, 2009 Food Values]

Table 2. Contribution of eggs to the Korean diet (per one egg)¹⁾

Nutrient	KDRI (19-29y female)	one egg	% KDRI
Energy (kcal)	2,100	69	3.3
Protein (g)	50	5.9	11.8
Vitamin A (μgRE)	650	76.5	11.8
Vitamin D (μg)	8	1.5	18.8
Riboflavin (mg)	1.2	0.14	11.7
Folic acid (μgDFE)	400	62.3	15.6
Vitamin B ₁₂ (μg)	2.4	0.65	26.9
Calcium (mg)	650	21.5	3.3
Iron (mg)	14	0.8	5.4
Selenium (μg)	55	15.9	28.8

1) Data from reference 15 [The Korean Nutrition Society, Dietary Reference Intakes of Koreans, 1st revision, 2010]

타민 A의 11.8%, 비타민 D의 18.8%, 리보플라빈의 11.7%, 엽산의 15.6%, 비타민 B₁₂의 26.9%, 셀레늄의 28.8%를 계란으로부터 섭취할 수 있어 계란의 영양소 기여도가 높음을 알 수 있다.¹⁵ 미국인의 경우에도 계란 1개를 섭취하면 단백질의 10%, 리보플라빈의 15%, 비타민 B₁₂의 8%, 비타민 K의 31%, 셀레늄의 17%를 계란으로부터 공급받는 것으로 조사되어 식생활에서 계란의 영양소 기여도가 높은 것을 알 수 있다.² 국민건강영양조사 결과 (2007)에 의하면, 계란은 한국인에게 단백질 공급의 5번째 주요 급원식품이며, 리보플라빈은 3번째, 철은 7번째, 칼슘과 비타민 A는 9번째 급원식품으로 보고되어, 한국인에게 가장 많이 부족한 영양소인 칼슘과 리보플라빈을 동시에 보충할 수 있는 식품이기도 하다.¹³

식품의 단백질 질을 비교하면, 계란, 육류, 우유 순이며, 계란의 단백질 함량은 인체에 필요한 필수아미노산 조성 과 가장 비슷하여 세계보건기구는 계란 단백질을 완전단백질로 분류하였으며, 다른 식품의 단백질 질을 평가할 때 기준으로 이용되기도 한다.¹⁶ 계란의 단백질은 식품 중에서 생물가 (BV, biological value)가 가장 높기 때문에 성장기 어린이 뿐만 아니라 간질환 환자, 신장질환 환자의 식요법에 이용되며, 단백질효율도 식품 중에서 가장 높아 계란이 성장기 어린이에게 중요한 식품이 될 수 있다 (Table 3). 또한 계란 단백질의 소화흡수율은 97%로서 다른 단백질에 비해 소화흡수율이 높음을 알 수 있다.¹⁶ (Table 4) 그 이외에도 계란 단백질은 항균, 항암, 항산화 작용에 관여하는 성분을 함유하고 있는 것으로 보고되고 있는데, 난백단백질의 주요 성분인 오보알부민 (난백단백질의 54%), 오보트랜스페린 (12%), 오보뮤코이드 (11%), 오보뮤신 (3.5%), 라이소자임 (3.5%), 난황단백질인 면역글로불린 Y (IgY) 등이 항균작용 및 면역작용에 관여하는 것으로 보고되고

Table 3. Comparison of protein quality of foods¹⁾

Foods	Eggs	Meat	Milk	Soybean
Amino acid score	100	66-70	60	47
Biological value	94	74-76	85	71
Protein efficiency ratio	3.92	2.30-3.55	3.09	2.32

1) Data from reference 16

Table 4. Protein digestibility of foods¹⁾

Foods	Eggs	Meat	Milk	Soybean
digestibility (%)	97	85-99	81	90

1) Data from reference 16

있다.^{17,18}

계란의 지방은 난백에 거의 존재하지 않고 난황에 31% 정도 함유되어 있으며, 난황의 지방은 중성지방 (62.3%), 인지질 (32.8%), 스테롤 (4.9%) 등으로 구성되어 있고, 전체 지방산 중 60% 이상이 불포화지방산으로 구성되어 있다.¹⁷ 계란의 인지질은 주로 레시틴 (phosphatidylcholine) 과 세팔린 (phosphatidylserine)으로 혈액 중에서 지단백의 구성성분으로 존재하며, 스테롤은 주로 콜레스테롤로 이루어져 있다. 계란은 쇠고기나 돼지고기에 비해 포화지방산의 함량이 낮은 편이며, 올레산, 리놀레산, 리놀렌산 등과 같은 불포화지방산의 함량이 높기 때문에¹⁴ 난황의 콜레스테롤 함량이 높음에도 불구하고 다른 동물성 지방에 비해 혈액의 콜레스테롤 수준이 섭취한 만큼 증가되지 않는 것으로 보고되고 있으며,¹⁹ 계란의 불포화지방산은 포화지방산에 비해 콜레스테롤보다는 케톤체로 더 많이 전환되고, 불포화지방산이 간의 LDL 수용체의 활성을 증가시키는 것으로 주장되고 있다 (Table 5).²

계란의 건강 기능성 특징

계란 인지질의 주요 성분인 레시틴은 세포막의 구성성분이며, 항산화작용 및 노화예방에 효과가 있는 것으로 알려져 기능성 식품으로 활용되고 있다. 또한, 레시틴은 혈액 중의 콜레스테롤 농도를 낮추어 심장병 예방에 관계되는 것으로 보고되고 있다.²⁰ 레시틴은 소장에서 콜레스테롤의 흡수를 저하시키고, 콜레스테롤 합성효소인 HMG CoA reductase의 활성을 감소시켜 콜레스테롤 합성 감소에 관여하고, 간의 LDL 수용체의 활성을 증가시켜 혈액 중의 콜레스테롤을 감소시키고, 변으로 지방의 배설 촉진 및 담즙으로 콜레스테롤 배설 등을 통하여 혈액 중의 콜레스테롤 농도를 낮추는 것으로 보고되고 있다.²¹ 흰쥐에게 고지방식이 (41% 지방), 고지방 저레시틴 식이 (지방 41%, 레시틴 1%), 고지방 고레시틴 식이 (지방 41%, 레시틴 5%)를 공급한 후, 혈액중의 콜레스테롤 양을 비교한 실험¹⁹에서 고지

Table 5. Fat amount of representative animal foods (per 100g edible portion)¹⁾

Nutrient	Whole eggs	Egg whites	Egg yolks	Beef (chuck)	Pork	Chicken	Whole milk
Total fat (g)	11.8	-	31.2	12.3	16.1	14.6	3.2
Cholesterol (g)	0.47	-	1.3	0.07	0.06	0.09	0.01
Fatty acid (g)	9.11	-	25.4	-	23.3	12.6	3.2
SFA ² (g)	3.1	-	8.7	4.7	9.9	3.9	2.2
MUFA ³ (g)	4.4	-	12.2	6.0	10.8	6.5	0.9
PUFA ⁴ (g)	1.6	-	4.5	0.3	2.5	2.3	0.1
PUFA:MUPA:SFA	1:3:2	-	1:3:2	1:20:16	1:4:4	1:3:2	1:9:2
Palmitic acid (C _{16:0}) ⁵	25.5	29.6	24.0	27.9	26.6	23.4	30.4
Stearic acid (C _{18:0}) ⁵	8.6	15.9	8.1	9.8	12.3	5.7	14.9
Oleic acid (C _{18:1}) ⁵	45.3	30.4	45.3	43.3	44.7	43.5	28.6
Linoleic acid (C _{18:2}) ⁵	12.6	8.8	13.1	2.7	10.1	15.2	3.4
Linolenic acid (C _{18:3}) ⁵	0.5	0.8	0.4	0.1	0.4	1.2	0.3

1) Data from reference 14 [The Korean Nutrition Society, 2009 Food Values] 2) Saturated fatty acid 3) Monounsaturated fatty acid
4) Polyunsaturated fatty acid 5) per 100 g fatty acid

방 식이군에 비해 고지방 고레시틴 식이군의 혈액 중 총콜레스테롤이 낮았으며 지방 흡수율도 낮았으며, HDL:총콜레스테롤, 총콜레스테롤 배설량이 많았다.

레시틴의 구성성분인 콜린은 뇌세포막 뿐 만 아니라 신경전달물질인 아세틸콜린의 구성성분으로서 신경세포 발달과 지적 능력 개선에 관여하여 태아의 뇌발달 및 노인의 치매예방에 도움이 되는 것으로 보고되어 임신기 및 영아기, 노인기에 그 중요성이 대두되고 있다. 콜린이 풍부한 식이는 염증관련 물질인 호모시스테인 농도 감소에 관여하여 심혈관 질환 및 치매 예방에 관계되는 것으로 보고되고 있다.²² ATTICA study에서 18~89세 사이의 정상 성인을 대상으로 콜린의 섭취량을 4분위수 (250 mg 이하, 250~310 mg, 310 mg 이상)로 구분한 후, 콜린 섭취량과 염증반응 물질 농도와의 관련성을 조사한 결과를 살펴보면, 혈액 중의 호모시스테인은 콜린 섭취량과 유의적인 상관성이 없었으나, 250 mg 이하로 콜린을 섭취한 사람에 비해 310 mg 이상으로 콜린을 섭취한 사람의 혈액 중에는 염증반응 물질인 C-reactive protein, interleukin-6, tumor necrosis factor- α 수준이 유의적으로 낮은 것으로 보고되었다.²² 한국인 상용식품 중 콜린 함량이 높은 상위 10종류의 식품이 모두 동물성 식품으로서, 콜린의 함량이 높은 계란은 우리 식생활에서 콜린의 주요 급원식품이 될 수 있을 것이다.²³

난황 1개에는 200~300 μ g의 카로티노이드를 함유하고 있으며, 계란에 함유되어 있는 주요 카로티노이드는 β -카로틴, 루테인, 제아잔틴 등으로, 이러한 카로티노이드들은 체내에서 항산화 작용을 통하여 유해 산소를 제거하고 혈액 중의 LDL 산화 감소를 통해 플라그 형성 방해 및 혈관 경화를 늦추는 역할을 하여 심장병 발생 위험도를 감소시

키고, 항암 작용 등을 하는 것으로 보고되고 있다.²⁴ 또한, 루테인과 제아잔틴은 자외선을 흡수하여 산화적 손상으로부터 망막을 보호하고 망막의 황반 주위에 축적되어 황반변성을 억제하는 작용을 하여, 노인기 주요 질병인 황반변성 예방에 도움을 주는 기능성 물질로 알려져 있다.²⁴⁻²⁶ 루테인과 제아잔틴이 풍부한 식품을 섭취할수록 노인기 황반변성의 위험도가 낮았으며, 실제로 황반변성이 일어난 노인의 황반에 루테인과 제아잔틴의 농도가 낮은 것으로 보고되었다.²⁷

루테인과 제아잔틴은 난황이나 녹색 채소에 풍부하나, 난황에 존재하는 루테인과 제아잔틴은 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E 등과 같은 지용성 비타민과 함께 존재하기 때문에 채소나 식이보충제보다 체내에서 효과적 흡수되어 이용되며,²⁴ 지속적으로 계란을 섭취하는 경우에 황반에 루테인과 제아잔틴이 증가하는 것으로 보고되었다.²⁷ 노인을 대상으로 하여 하루에 계란 한 개씩 5주간 지속적으로 섭취하게 했을 때 (계란 1개에 함유된 평균 루테인 143 μ g, 제아잔틴 94 μ g, 콜레스테롤 210 mg), 혈액 중의 콜레스테롤 수준은 증가하지 않았으나, 혈액 중 루테인 수준은 26%, 제아잔틴은 38% 증가하였고,²⁴ 성인 여성이 12주 동안 일주일에 6개의 계란을 섭취하였을 때 혈액 중의 콜레스테롤 농도는 증가 없이 제아잔틴의 농도가 증가하였으며, 황반색소도 증가하여²⁷ 노인기 시력보호를 위해 하루 1개 정도의 계란을 섭취할 필요성이 있다고 주장되었다. 그러나 고콜레스테롤 환자에게 하루 1.3개의 난황을 4.5주 동안 공급했을 때, 루테인과 제아잔틴의 농도는 증가하였으나 혈액의 LDL-콜레스테롤 농도도 8~11% 증가하여 적절한 수준의 난황 섭취가 중요하다고 주장되었다.²⁶

계란과 체내 콜레스테롤 대사

콜레스테롤의 기능 및 생성

콜레스테롤은 동물조직에 존재하는 필수 성분이나 혈액 중에 과도하게 존재할 때 심혈관 질환의 주요 위험인자로 작용하게 된다.²⁸ 콜레스테롤은 세포막과 뇌와 신경조직의 중요 구성성분이고, 에스트로겐, 프로게스테론, 코르티코스테로이드 등과 같은 스테로이드계 호르몬의 전구물질로 작용하고, 지방의 소화흡수를 돕는 담즙산의 전구물질이며, 콜레스테롤에서 유도된 7-디히드로 콜레스테롤은 자외선에 의해 피부에서 비타민 D로 전환되는 등 체내에서 중요한 작용을 수행한다.¹⁶

섭취한 콜레스테롤은 일부가 흡수되고 일부는 배설되는데, 체내의 콜레스테롤 양은 콜레스테롤 흡수 정도와 담즙산 배설 및 재흡수 정도에 따라 조절되어 체내에서 일정 수준을 유지하게 된다.^{16,29} 체내 총 콜레스테롤 생성량은 식이 콜레스테롤 섭취량과 체내 합성량으로 이루어지며, 정상 성인의 경우 하루 총 콜레스테롤 생성량은 1,000 mg 정도이다. 일반적으로 식이 콜레스테롤의 40~60% 정도가 체내에서 흡수되며, 흡수된 콜레스테롤은 체내 총콜레스테롤의 20~25%를 차지하게 되고, 75~80% 정도는 간에서 합성되기 때문에 혈액 중의 콜레스테롤 농도는 체내 합성량에 의해 더 큰 영향을 받게 된다.^{16,29,30}

식이 콜레스테롤과 혈액 콜레스테롤과의 관련성

과거 50년간 콜레스테롤 대사와 관련된 167개의 연구내용을 분석한 Hopkins³의 연구 결과를 살펴보면, 콜레스테롤 섭취량이 100 mg 증가할 때 혈청 총콜레스테롤은 2.2 mg/dL 증가하였다고 보고하였으며, 역으로 하루 콜레스테롤 섭취량이 100 mg 감소하면 혈청 총 콜레스테롤이 2.5 mg/dL (LDL-콜레스테롤 1.9 mg/dL 감소, HDL-콜레스테롤 0.4 mg/dL 감소) 감소하는 것으로 보고하였다. 여러 연구결과를 살펴보면 콜레스테롤 섭취량이 100 mg/dL 증가하면 혈청 콜레스테롤 수준이 2.2~4.5 mg/dL 증가하는 것으로 보고하였다.³⁰⁻³²

McNamara는 콜레스테롤 섭취량이 증가하면 LDL-콜레스테롤 뿐 만 아니라 HDL-콜레스테롤 수준도 증가하므로 LDL:HDL 비율이 크게 변하지 않아 건강상 문제가 되지 않는다고 주장하였다.³⁰ 즉, 혈청 콜레스테롤 수준이 정상인 사람에게 매일 계란 1개를 추가로 섭취하도록 하였을 때, LDL-콜레스테롤은 4.1 mg/dL 증가하였으며 HDL-콜레스테롤은 0.9 mg/dL 증가하여 LDL:HDL 비율이 크게 변화하지 않았다고 보고하였다.³⁰ 그러나 Liebman과 Bazzarre는 콜레스테롤 섭취량이 증가할수록 혈액 중의 LDL:HDL

비율이 증가하였으며, 특히 불포화지방산:포화지방산의 비율이 0.7 이하인 경우에는 식이콜레스테롤 섭취량에 비례해 혈청 콜레스테롤이 더 많이 증가하는 것으로 주장하였다.³³ 이는 적절한 수준으로 콜레스테롤을 섭취하는 경우에는 혈청 콜레스테롤 수준에 큰 영향을 미치지 않으나 콜레스테롤 섭취량이 증가할수록 LDL-콜레스테롤 수준이 증가하였으며, 특히 함께 섭취하는 지방의 종류에 따라 그 영향이 달라질 수 있음을 강조하였다. 포화지방산은 간의 LDL 수용체의 활성을 감소시켜 간으로 LDL-콜레스테롤이 이동되는 것을 억제하여 혈액 중 콜레스테롤의 농도를 높게 되며,¹⁹ 포화지방산의 섭취가 적으면 간에서의 지단백 합성이 감소되어 혈액 중의 LDL이 간으로 이동되어 담즙을 거쳐 소장을 통해 배설되어 혈액 중의 LDL 양을 감소시키는 역할을 하게 된다.¹⁶ 에너지원으로 포화지방산의 섭취가 1% 증가하면 혈액 중의 총 콜레스테롤치가 2.7 mg/dL 상승되어 포화지방산의 섭취가 혈액 중 콜레스테롤 수준에 미치는 영향이 큰 것으로 보고되고 있다.²⁸

혈액 중 콜레스테롤은 섭취량 뿐 만 아니라 다양한 유전인자의 조절에 의해 영향을 받기 때문에 섭취하는 콜레스테롤에 대한 반응은 개인에 따라 다르게 나타나며, 콜레스테롤 흡수율은 개인에 따라 20~80%로 다양한 것으로 보고되고 있다.¹ 일반적으로 인구의 75% 이상은 콜레스테롤 섭취량에 따라 혈액 중 콜레스테롤 양이 크게 증가하지는 않으나 25% 정도는 콜레스테롤 섭취량에 예민하게 반응하는 것으로 주장되고 있다.¹ Apo E4형 유전자는 혈액 콜레스테롤, LDL, apo B 증가와 관련되고, Apo E2형 유전자는 혈액 콜레스테롤, LDL, apo B 감소와 관련되는 것으로 보고되었다.³⁴

콜레스테롤 대사에 대한 반응 정도가 다른 그룹을 대상으로 콜레스테롤 섭취량 증가에 따른 혈액 콜레스테롤 생성량을 비교한 연구에서 대상자의 특징에 따라 콜레스테롤 합성 정도가 달랐으며, 콜레스테롤의 종류에 따라서도 합성량이 다른 것으로 보고되었다.³⁰ 콜레스테롤에 대해 민감하게 반응하는 사람의 경우에 100 mg의 콜레스테롤을 섭취했을 때 LDL-콜레스테롤 생성량은 2.84 mg/dL, HDL-콜레스테롤 생성량은 0.69 mg/dL였으며, 민감하지 않은 사람의 LDL-콜레스테롤 생성량은 0.76 mg/dL, HDL-콜레스테롤 생성량은 0.50 mg/dL로 콜레스테롤 생성량이 달랐으며 특히 LDL-콜레스테롤 생성량에 차이가 있었다.³⁰

식이 콜레스테롤 500 mg을 흡수하게 되면 더 이상 체내에서 콜레스테롤이 합성되지 않거나 혈액의 콜레스테롤 수준이 상승하지 않는다고 보고되었으나³ 동맥벽에 축적되는 LDL-콜레스테롤을 간과할 수 없을 것이다. 하루에 3,100~3,400 mg의 콜레스테롤을 섭취한 사람의 간에서 콜

레스테롤이 62% 증가하였고, 혈청 콜레스테롤 농도는 19% 증가하였다고 보고되어 간이나 조직에 콜레스테롤이 축적될 수 있음을 암시하였다.³ 그러나 정상적인 식사로써 하루 3,000 mg 이상의 콜레스테롤을 섭취하기 어렵기 때문에 이러한 연구결과에 대한 논란이 제기되기도 하였다.

콜레스테롤 섭취량이 많으면 LDL-수용체 감소, HMG-CoA reductase 감소, 간의 콜레스테롤 양 증가 등을 통하여 체내 콜레스테롤 수준을 조절하고, 반대로 콜레스테롤 섭취량 감소, 흡수율 감소, 배설량이 증가하게 되면 LDL-수용체 증가, HMG-CoA reductase 증가, 간의 콜레스테롤 양 감소 등을 통하여 체내 콜레스테롤 수준을 조절하게 된다. 체내 콜레스테롤의 수준 조절은 혈청의 기본 콜레스테롤 수준, 콜레스테롤 대사 정도 등에 따라 민감성이 다르고, 혈액의 콜레스테롤 수준이 크게 증가하지 않았다고 해도 간이나 조직의 콜레스테롤 축적 등을 통하여 조절이 될 수 있기 때문에 콜레스테롤 섭취량과 혈액 수준의 관계를 명확히 설명하기가 어렵다.³

혈액 콜레스테롤, 심혈관 질환, 계란섭취와의 관련성

혈중 LDL-콜레스테롤 농도는 심혈관 질환의 주요 위험인자로서 콜레스테롤 섭취는 심장병의 중요 위험으로 간주되고 있다.⁴ 콜레스테롤 섭취량과 심장병 발생 위험도와의 상관관계는 여러 역학조사에서 다양한 연구 결과가 제시되고 있다.^{5,6} Ireland-Boston Heart Study,³⁵ Zutphen Study,³⁶ Framingham Study,³⁷ Nurses Health Study³⁸ 등의 연구에서는 콜레스테롤 섭취량 (2,000 kcal 에너지 섭취량 기준으로 콜레스테롤 416~466 mg 섭취함)이 심장병 발생 위험도와 상관관계가 없는 것으로 발표하였으나, Honolulu Heart Study³⁹에서는 1,000 kcal 에너지 섭취 당 콜레스테롤 섭취량이 241 mg일 경우 (2,000 kcal 기준 시 482 mg 정도 콜레스테롤 섭취하는 경우) 심장병 발생 위험도가 1.2배로 증가하였으며, Western Electric Study⁴⁰에서는 심장병 발생 위험도가 1.9배로 증가하였다고 발표하였다.

심혈관 질환 발생에 대한 계란의 관련성은 계란의 높은 콜레스테롤 함량 (난황 1개의 콜레스테롤 함량: 215 mg, 난황 100 g 당 1,280 mg) 때문으로, 계란을 섭취하면 혈액 중의 콜레스테롤 수준에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 특히, 혈청 콜레스테롤이 1% 증가하면 심장병 발생 위험도는 2%로 증가할 수 있는 것으로 보고되어 계란을 많이 섭취하면 심장병 발생 위험도가 증가할 것으로 주장되고 있다.³ 그러나 계란과 혈청 콜레스테롤이 관련성이 있다고 해도 심장병의 위험 요인으로서 계란의 여러 성분 중 콜레스테롤만 별도로 구분하여 관련성을 제시하기에 어려움이 있으며, 난황에는 콜레스테롤 함량이 높음에도 불구하고 불

포화지방산의 함량이 높아 다른 동물성 지방에 비해 혈액의 콜레스테롤 수준이 섭취한 만큼 증가되지 않는다고 주장되기도 하였다.⁴¹ 미국심장협회 (AHA) Step 1 diet에 계란을 매일 1, 2, 4개씩 추가 (총콜레스테롤 섭취량 128~858 mg) 했을 때, 식이 콜레스테롤 100 mg 당 혈청 콜레스테롤 증가량은 1.46 mg/dL로 비교적 혈청 콜레스테롤 증가량이 적었으며, 이러한 결과는 포화지방산이 낮은 AHA Step 1 diet를 기준으로 계란을 추가한 식이를 공급한 결과라고 발표하였다.¹⁹ 우리나라의 농촌과 중소도시에서 40대 이상 성인의 식품섭취패턴과 질병 유병률을 살펴본 결과에서도 계란을 포함하는 식사패턴이 계란을 포함하지 않는 식사패턴 보다 만성질환 (당뇨, 대사증후군, 비만 등)의 발생 위험도가 낮은 것으로 조사되었다.⁴²

또한 채식을 많이 하는 사람에게 계란 콜레스테롤을 공급했을 때, 섭취량에 따라 혈청 콜레스테롤 수준이 변하지 않은 것으로 보고되었다.⁴³ 채식을 많이 하는 사람에게 하루 계란 콜레스테롤 섭취량을 387 mg 증가시켜 저콜레스테롤 식이 (콜레스테롤 섭취량 165 mg)와 고콜레스테롤 식이 (콜레스테롤 섭취량 603 mg, 계란콜레스테롤 387 mg 포함)의 혈액 지질 수준을 비교한 결과 혈청 콜레스테롤 수준에 유의적인 차이가 없었다.⁴³ 또한 채식 남자와 일반 식사를 하는 남자의 혈액 지방을 비교했을 때, 채식을 하는 남자의 혈액 중 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방의 수준이 더 낮았으며, 특히 채식위주의 식생활을 하는 사람의 경우에는 계란의 섭취량보다는 총지방량이 혈액에 미치는 영향이 더 크다고 주장하였다.⁴⁴

계란 섭취량과 심장병 발생 위험도와의 관련성을 조사한 대규모 역학조사 결과를 살펴보면²⁷ 그 결과에 일관성이 없으며, 연구 방법 및 연구 내용, 조사대상자의 특성에 따라 상반된 연구 결과가 제시되고 있다. Framingham Heart Study⁹에서 16년간의 추적조사결과, 일주일에 계란을 2.5개 미만으로 섭취하는 남자에 비해 7개 이상 섭취하는 남자의 심장병 발생 위험도에 차이가 없었으며, Nurses Health Study & Health Professional Study⁶에서도 일주일에 1개미만의 계란을 섭취하는 남, 녀에 비해 7개 이상 섭취하는 사람의 심장병 발생 위험도에 차이가 없었으며, 이태리 여성을 대상으로 한 case-control study에서도 1주일에 1개미만, 1~2개, 2개 이상의 계란을 섭취한 경우 계란 섭취와 심장병과는 상관관계가 없는 것으로 보고하였으며,¹⁰ Nakamura 등이 14년 동안 추적조사한 일본의 대규모 cohort study에서도 계란 섭취와 심장병, 사망률과의 관계가 없는 것으로 보고하였다.¹¹ 그러나 Framingham Heart Study⁹에서 여자의 경우에는 일주일에 계란을 1.5개미만으로 섭취하는 사람에 비해 5개 이상 섭취하는 사람의 심장병 발생 위험도가

Table 6. The effects of egg consumption to coronary heart disease risk

Study, year (reference)	Egg consumption levels compared (per week)	Relative risk	Adjustment factors
Dawber <i>et al.</i> , 1982 ⁹	men, <2.5 vs ≥7	1.3	none
Hu <i>et al.</i> , 1999 ⁶	men, <1 vs ≥7	1.08	lifestyle variables
	women, <1 vs ≥7	0.82	lifestyle variables
Gramenzi <i>et al.</i> , 1990 ¹⁰	women, <1 vs >2	0.8	age
Djousse <i>et al.</i> , 2008 ⁴⁵	men, 1 < vs ≥7	0.92	lifestyle variables
Jones, 2009 ⁴³	men, 1 < vs ≥7	1.08	lifestyle variables
	women, <1 vs ≥7	0.82	lifestyle variables
Burke <i>et al.</i> , 2007 ⁷	<2 vs ≥2	2.59*	gender
Mann <i>et al.</i> , 1997 ⁸	<1 vs ≥6	2.68**	gender, lifestyle variables

*: p < 0.05 ** : p < 0.01

1.3배 높았으며, 일주일에 2개 이상의 계란을 섭취하는 호주 원주민의 심장병 발생률을 14년 동안 추적 조사한 결과 심장병 발생률이 2.6배 증가하였고,⁷ 영국인을 대상으로 한 연구에서는 일주일에 6개 이상 계란을 섭취하는 경우에 1개미만으로 섭취하는 사람에 비해 사망률이 2.7배 증가한 것으로 보고하여⁸ 계란 섭취와 심장병 발생의 관련성을 제기하기도 하였다 (Table 6).

정상인과 달리 당뇨 환자의 경우에는 계란의 섭취 정도와 심장병 위험도와 관련성이 높은 것으로 조사되었다. 정상인이 계란을 일주일에 7개 이상 섭취했을 때 심장병 위험도가 1.27배로 증가한 반면, 당뇨환자는 일주일에 5~6개 이상 섭취했을 때 심장병 발생 위험도가 2.48배로 증가하는 것으로 보고되어 당뇨환자나 당뇨 위험도가 높은 사람은 계란 섭취에 주의를 기울여야 한다고 강조하였다.^{45,46}

콜레스테롤이 풍부한 식품은 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, apoB 수준을 증가시키는 것으로 알려져 있으나, 이러한 반응은 한 끼 식사에서 섭취하는 콜레스테롤의 양, 식이 콜레스테롤과 포화지방산 섭취와의 관련성, 함께 섭취하는 불포화지방산이나 다른 식품 등의 영향에 의해 달라지기 때문에 이에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

식생활에서 계란의 의미

계란은 고콜레스테롤 식품으로서 심장병 발생과의 관련성을 간과할 수는 없지만 여러 영양소를 동시에 공급할 수 있는 우수한 영양공급원으로서 경제적인 육류 대체식품이 될 수 있다. 특히 영양상태가 불량하기 쉬운 노인, 저소득층, 임신부, 영유아, 저열량 다이어트를 하는 사람, 양질의 단백질이 필요한 간질환이나 신장질환자의 경우에 훌륭한 영양공급원으로 이용되기도 한다. 계란을 콜레스테롤이 많은 단일 급원식품으로 인식하여 ‘좋은 식품’ 또는 ‘나쁜 식품’으로 규정하기 보다는 식생활패턴에서 계란의 건강성,

의미를 찾는 것도 중요할 것이다.

미국심장협회 (AHA)에서는 심장병 예방을 위해 하루 콜레스테롤 섭취량을 300 mg 이하로 섭취할 것을 권장하였으나 최근에는 식사에서 콜레스테롤의 양을 줄인다면 하루 1개의 난황을 섭취할 수 레시피를 제공하기도 하였다.⁴⁷ 이는 다른 동물성 식품의 섭취를 줄이는 대신 계란을 섭취하고 채소를 풍부히 섭취하여 콜레스테롤 흡수를 감소시키고 배설을 증가시킨다면 계란에 함유된 양질의 영양성분을 섭취할 수 있기 때문이다. 그러나 미국심장협회 (AHA)는 심장병 환자의 경우에는 일주일에 계란 노른자를 2개 이하로 섭취할 것을 권장하였고, 계란 노른자보다는 흰자를 많이 섭취할 것을 권장하였다.⁴⁷ 일본의 18세 이상 성인의 콜레스테롤 상한목표량은 남자 750 mg, 여자 600 mg 미만으로서⁴⁸ 정상적인 식사에 하루 계란 한 개 정도를 더 섭취할 수 있는 수준을 제안하고 있으며, 우리나라는 한국영양학회에서 하루 콜레스테롤 목표량을 300 mg 이하¹⁵로 권장하고 있다.

모든 대상에게 계란을 섭취할 수 있는 권장 수준을 일률적으로 적용하기는 어려울 것이다. 그러나 계란이 우리의 식생활에서 기여도가 높은 식품임에는 틀림없다. 지금까지 다양한 국내외 연구결과를 비교 분석한 결과에 의하면, 특별한 건강문제가 없는 사람들의 경우에는 다른 동물성 식품의 섭취를 줄이는 대신 풍부한 채소 섭취와 함께 적절하게 계란을 섭취하는 것은 건강상 이점이 있을 것으로 생각된다. 또한 이용 목적에 따라서는 난황과 난백을 구분하여 효과적으로 이용한다면 계란의 우수한 영양성분을 섭취할 수 있을 것이다.

References

- Herron KL, Fernandez ML. Are the current dietary guidelines regarding egg consumption appropriate? J Nutr 2004; 134(1): 187-

- 190.
2. Applegate E. Introduction: nutritional and functional roles of eggs in the diet. *J Am Coll Nutr* 2000; 19(5 Suppl): 495S-498S.
3. Hopkins PN. Effects of dietary cholesterol on serum cholesterol: a meta-analysis and review. *Am J Clin Nutr* 1992; 55(6): 1060-1070.
4. Spence JD, Jenkins DJ, Davignon J. Dietary cholesterol and egg yolks: not for patients at risk of vascular disease. *Can J Cardiol* 2010; 26(9): e336-e339.
5. Kritchevsky SB, Kritchevsky D. Egg consumption and coronary heart disease: an epidemiologic overview. *J Am Coll Nutr* 2000; 19(5 Suppl): 549S-555S.
6. Hu FB, Stampfer MJ, Rimm EB, Manson JE, Ascherio A, Colditz GA, Rosner BA, Spiegelman D, Speizer FE, Sacks FM, Hennekens CH, Willett WC. A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *JAMA* 1999; 281(15): 1387-1394.
7. Burke V, Zhao Y, Lee AH, Hunter E, Spargo RM, Gracey M, Smith RM, Beilin LJ, Puddey IB. Health-related behaviours as predictors of mortality and morbidity in Australian Aborigines. *Prev Med* 2007; 44(2): 135-142.
8. Mann JI, Appleby PN, Key TJ, Thorogood M. Dietary determinants of ischaemic heart disease in health conscious individuals. *Heart* 1997; 78(5): 450-455.
9. Dawber TR, Nickerson RJ, Brand FN, Pool J. Eggs, serum cholesterol, and coronary heart disease. *Am J Clin Nutr* 1982; 36(4): 617-625.
10. Gramenzi A, Gentile A, Fasoli M, Negri E, Parazzini F, La Vecchia C. Association between certain foods and risk of acute myocardial infarction in women. *BMJ* 1990; 300(6727): 771-773.
11. Nakamura Y, Okamura T, Tamaki S, Kadowaki T, Hayakawa T, Kita Y, Okayama A, Ueshima H; NIPPON DATA80 Research Group. Egg consumption, serum cholesterol, and cause-specific and all-cause mortality: the National Integrated Project for Prospective Observation of Non-communicable Disease and Its Trends in the Aged, 1980 (NIPPON DATA80). *Am J Clin Nutr* 2004; 80(1): 58-63.
12. International Egg Commission (GB). *Internationalegg.com* [Internet]. London: International Egg Commission Online Resources, Inc.; 2014 [cited 2014 Aug 1]. Available from: <https://www.internationalegg.com/corporate/downloads/index.asp>.
13. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2007: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-1)*. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2008.
14. The Korean Nutrition Society. *2009 food values*. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2009.
15. The Korean Nutrition Society. *Dietary reference intakes of Koreans, 1st revision*. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
16. Kim SH, Yu CH, Kang MH, Kim SH, Kim KG, Lee JM, Lee HO. Chapter 4. Fat. In: *Nutrition*, 2nd edition. Seoul: Shinkwang Pub; 2002. p.104-115.
17. The Korea Professors Association of Food and Nutrition. *Food*, 3rd edition. Seoul: Munwundang; 2008.
18. Abeyrathne ED, Lee HY, Ahn DU. Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents—a review. *Poult Sci* 2013; 92(12): 3292-3299.
19. Ginsberg HN, Karmally W, Siddiqui M, Holleran S, Tall AR, Rumsey SC, Deckelbaum RJ, Blaner WS, Ramakrishnan R. A dose-response study of the effects of dietary cholesterol on fasting and postprandial lipid and lipoprotein metabolism in healthy young men. *Arterioscler Thromb* 1994; 14(4): 576-586.
20. Yang SY, Hong S, Sung MK, Kang MH, Kim MK. Effect of lecithin intake on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats fed high fat diet. *Korean J Nutr* 2007; 40(4): 312-319.
21. Groff JL, Gropper SA. *Advanced nutrition and human metabolism*, 3rd edition. Belmont (CA): Wadsworth; 2000.
22. Detopoulou P, Panagiotakos DB, Antonopoulou S, Pitsavos C, Stefanadis C. Dietary choline and betaine intakes in relation to concentrations of inflammatory markers in healthy adults: the ATTICA study. *Am J Clin Nutr* 2008; 87(2): 424-430.
23. Cho H, Na J, Jeong H, Chung Y. Choline contents of Korean common foods. *Korean J Nutr* 2008; 41(5): 428-438.
24. Goodrow EF, Wilson TA, Houde SC, Vishwanathan R, Scollin PA, Handelman G, Nicolosi RJ. Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations. *J Nutr* 2006; 136(10): 2519-2524.
25. Wenzel AJ, Gerweck C, Barbato D, Nicolosi RJ, Handelman GJ, Curran-Celentano J. A 12-wk egg intervention increases serum zeaxanthin and macular pigment optical density in women. *J Nutr* 2006; 136(10): 2568-2573.
26. Handelman GJ, Nightingale ZD, Lichtenstein AH, Schaefer EJ, Blumberg JB. Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(2): 247-251.
27. Kritchevsky SB. A review of scientific research and recommendations regarding eggs. *J Am Coll Nutr* 2004; 23(6 Suppl): 596S-600S.
28. Choi HM. Chapter 3. Lipid. In: *Nutrition*, 4th revision. Paju: Kyomunsa; 2011. p.84-105.
29. Kim MK, Kwon OR, Chon HS, Won HS, Kim JY, Kang BC, Che JH, Han JK, Hong SH, Bok HS, Kim WS, Pee JH, Park HY, Kim HJ. Cholesterol-holding. In: *Health Functional Foods*, Revised edition. Paju: Kyomunsa; 2010. p.135-140.
30. McNamara DJ. The impact of egg limitations on coronary heart disease risk: do the numbers add up? *J Am Coll Nutr* 2000; 19(5 Suppl): 540S-548S.
31. Ginsberg HN, Karmally W, Siddiqui M, Holleran S, Tall AR, Blaner WS, Ramakrishnan R. Increases in dietary cholesterol are associated with modest increases in both LDL and HDL cholesterol in healthy young women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1995; 15(2): 169-178.
32. Clarke R, Frost C, Collins R, Appleby P, Peto R. Dietary lipids and blood cholesterol: quantitative meta-analysis of metabolic ward studies. *BMJ* 1997; 314(7074): 112-117.
33. Weggemans RM, Zock PL, Katan MB. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2001; 73(5): 885-891.
34. Oh H, Shin E, Kim H, Lim Y, Park M, Kim K, Kim E, Lee M. Apo E4 genotype as the Alzheimer indicator in Korean senior subjects aged 50 to 64 years old. *Korean J Nutr* 2007; 40(7): 593-600.
35. Kushi LH, Lew RA, Stare FJ, Ellison CR, el Lozy M, Bourke G,

- Daly L, Graham I, Hickey N, Mulcahy R, Kevaney J. Diet and 20-year mortality from coronary heart disease. The Ireland-Boston Diet-Heart Study. *N Engl J Med* 1985; 312(13): 811-818.
36. Kromhout D, de Lezenne Coulander C. Diet, prevalence and 10-year mortality from coronary heart disease in 871 middle-aged men. The Zutphen Study. *Am J Epidemiol* 1984; 119(5): 733-741.
 37. Posner BM, Cobb JL, Belanger AJ, Cupples LA, D'Agostino RB, Stokes J 3rd. Dietary lipid predictors of coronary heart disease in men. The Framingham Study. *Arch Intern Med* 1991; 151(6): 1181-1187.
 38. Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm E, Colditz GA, Rosner BA, Hennekens CH, Willett WC. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1997; 337(21): 1491-1499.
 39. McGee DL, Reed DM, Yano K, Kagan A, Tillotson J. Ten-year incidence of coronary heart disease in the Honolulu Heart Program. Relationship to nutrient intake. *Am J Epidemiol* 1984; 119(5): 667-676.
 40. Shekelle RB, Shryock AM, Paul O, Lepper M, Stamler J, Liu S, Raynor WJ Jr. Diet, serum cholesterol, and death from coronary heart disease. The Western Electric study. *N Engl J Med* 1981; 304(2): 65-70.
 41. Hu FB, Manson JE, Willett WC. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J Am Coll Nutr* 2001; 20(1): 5-19.
 42. Ahn Y, Park YJ, Park SJ, Min H, Kwak HK, Oh KS, Park C. Dietary patterns and prevalence odds ratio in middle-aged adults of rural and mid-size city in Korean genome epidemiology study. *Korean J Nutr* 2007; 40(3): 259-269.
 43. Jones PJ. Dietary cholesterol and the risk of cardiovascular disease in patients: a review of the Harvard egg study and other data. *Int J Clin Pract Suppl* 2009; (163): 1-8, 28-36.
 44. Liebman M, Bazzarre TL. Plasma lipids of vegetarian and nonvegetarian males: effects of egg consumption. *Am J Clin Nutr* 1983; 38(4): 612-619.
 45. Djoussé L, Gaziano JM. Egg consumption in relation to cardiovascular disease and mortality: the Physicians' Health Study. *Am J Clin Nutr* 2008; 87(4): 964-969.
 46. Djoussé L, Gaziano JM, Buring JE, Lee IM. Egg consumption and risk of type 2 diabetes in men and women. *Diabetes Care* 2009; 32(2): 295-300.
 47. American Heart Association. Heart.org [Internet]. Dallas (TX): American Heart Association Online Resource, Inc.; 2014 [cited 2014 Aug 1]. Available from: http://www.heart.org/HEARTORG/GettingHealthy/GettingHealthy_UCM_001078_SubHomePage.jsp.
 48. Ministry of Health, Labour and Welfare (JP). Reference intakes of lipid [Internet]. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare Online Resources, Inc.; 2009 [cited 2014 Aug 1]. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/05/dl/s0529-4g.pdf>.