



식이 칼슘, 비타민 D의 섭취와 골다공증, 고혈압 및 당뇨병의 상관관계

신 현 아 · 엄 애 선*

한양대학교 식품영양학과

The Correlation between Dietary Intakes of Calcium and Vitamin D and Osteoporosis, Hypertension and Diabetes Mellitus

Hyun-Ah Shin and Ae-Son Om*

Dept. of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

ABSTRACT

In the light of the increasing concern over the prevalence of osteoporosis, hypertension, diabetes mellitus, we performed this study to review the correlation between the dietary calcium and vitamin D intake and these diseases. To this end, we investigated the effects of dietary calcium and vitamin D on these diseases. We observed that the intake of dietary calcium and vitamin D had a negative correlation with the incidences of osteoporosis, hypertension, and diabetes mellitus. Further, the intake of these two nutrients is expected to improve related mechanisms such as the renin-angiotensin system. Therefore, we suggest that dietary calcium and vitamin D have a beneficial effect on these diseases.

Keywords : calcium, vitamin D, osteoporosis, hypertension, diabetes mellitus

서 론

최근 경제 발전에 따른 생활 수준의 향상과 의료 기술의 발달로 노인 인구가 증가하였고, 여기에 식생활까지 서구화되면서 생활습관병이 크게 증가하고 있다. 생활습관병은 생활 습관에서 초래하는 여러 질환을 말하며(윤현숙 등, 2005), 이 질환의 대표적인 당뇨병 및 고혈압은 국내 사망 원인 10위 안에 들고, 골다공증의 경우 우리나라 60세 이상 여성의 약 50%가 겪고 있는 만성질환으로 나타났다(통계청, 2009).

골다공증성 골절로 인한 사회경제적 비용은 의료비만 4,390억 원, 생산성 손실 비용 6,100억 원으로 연간 1조 495억 원이 소모되고 있으며, 이는 암 치료비의 0.4배, 당뇨병 치료비의 2배인 것으로 나타났다(보건사회연구원, 2001; 박일형,

2007). 세계보건기구(WHO)에서는 향후 2050년까지 전 세계적으로 600만 명이 골다공증으로 인한 엉덩이 골절이 유발될 것으로 추정하고 있으며, 2008년에는 10년 내 골절 위험도를 추정할 수 있는 FRAX(WHO Fracture Risk Assessment Tool)를 개발하기에 이르렀다(WHO FRAX).

당뇨병과 고혈압은 국내 사망 원인 10위 안에 드는 질환으로, 당뇨병은 20.7%로 5위, 고혈압의 경우 9.6%로 10위를 기록하고 있다(통계청, 2009). 미국에서도 연간 100만 명 이상의 환자가 당뇨병으로 새로이 진단받고 있으며, 5대 사망 원인 중 하나로 보고되었다(Mokdad 등, 2001; Pittas 등, 2007). 고혈압의 경우에도 미국 60세 이상 노인의 50% 이상, 40세 이상의 30% 이상이 고혈압 환자로 나타났다.

고혈압 등 만성질환은 일단 발병되면 완치되기 어려우며, 자각 증상이 거의 없어 합병증으로 인한 사망에까지 이르는 경우가 많다. 따라서, 이들 질환의 예방을 위해 여러 연구가 진행되고 있으며, 특히, 식습관과의 연계성 연구가 많이 이루어지고 있다(감삼 등, 1991; Berry 등, 1994; 임현정

* Corresponding author: Ae-Son Om, Dept. of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea. Tel: +82-2-2220-1203, Fax: +82-2-2292-1226, E-mail: aesonom@hanyang.ac.kr

등, 2008).

여러 연구 결과, 칼슘 및 비타민 D의 섭취 수준과 골다공증, 당뇨병 및 고혈압의 발병 위험의 상관성이 보고되었다(Reid 등, 1995; Recker 등, 1996; Mathieu 등, 2005; Pittas 등, 2007; Tang 등, 2007; Wang 등, 2008).

우유 중에는 식이 칼슘 및 비타민 D가 풍부하여 예로부터 양질의 식품으로 여겨져 왔으며, 우유의 섭취가 여러 만성질환을 예방하는 것으로 알려져 있다(Birt 등, 1999; Heaney 등, 1999). 그러나, 우리나라 국민의 칼슘 섭취 수준은 권장 영양섭취기준의 76.3%로, 권장량에 크게 미치지 못하는 것으로 나타났다(국민건강영양조사, 2005).

그러므로, 본 연구에서는 우유 등 유제품에 풍부하게 함유되어 있는 칼슘 및 비타민 D의 섭취가 골다공증, 고혈압 및 당뇨병 등 만성질환에 미치는 영향을 고찰하여 이들 간의 상관성을 과학적으로 입증하고자 한다. 또한 이러한 연구 결과를 토대로 식품에 함유되어 있는 칼슘 및 비타민 D의 섭취의 중요성을 제고하고자 한다.

본 론

1. 칼슘, 비타민 D와 골다공증

최근 고령화 인구의 증가로 골다공증 유병률이 지속적으로 증가하고 있는 추세이며, 특히, 폐경기 여성에게서 많이 발생되고 있다. 골다공증으로 인한 골절은 막대한 의료 비용 등 사회경제적 비용이 소모되므로 삶의 질 저하와 사망률의 증가를 초래하여 골다공증 예방의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 2007년 우리나라 국민건강영양조사에서 나타난 골다공증의 유병률은 <Fig. 1>과 같다. 19세 이상을 기준으로 남성이 0.8%, 여성이 7.2%이었으며, 30세 이상을 기준으로 했을 때, 남성은 1.0%, 여성은 9.0%로 나타났다(국민건강영양조사, 2007).

WHO는 골다공증을 “골량의 감소와 미세구조의 이상을 특징으로 하는 전신적인 골격계 질환이며, 그 결과, 뼈의

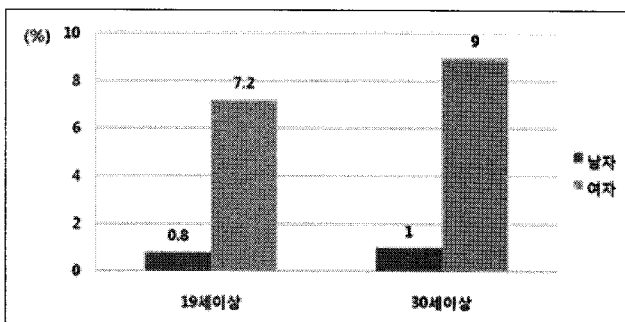


Fig. 1. Prevalence of osteoporosis (국민건강영양조사, 2007).

강도가 약해져 부러지기 쉬운 상태의 질환”으로 정의하고 있다(WHO, 1994). 미국 국립보건원(NIH)에서는 “뼈의 강도 약화로 골절의 위험성이 증가하는 골격계 질환”이라고 규정하였으며, 골의 강도는 골밀도와 골질량의 조합으로 결정된다고 하였다(NIH, 2001). 골다공증은 골밀도에 따라 영등이 뼈의 표준 골밀도를 측정하여, 정상은 833 mg/cm² 이상으로, 골감소증은 648~833 mg/cm²로, 골다공증은 648 mg/cm² 미만으로, 심한 골다공증은 골절되어 조각이 난 상태로 분류하고 있다(WHO, 1994).

뼈는 뼈조직의 형성 및 분해, 무기질의 항상성, 뼈세포의 재생 등 다양한 기능을 수행하기 위하여 조골세포(Osteoblast)

Table 1. Risk factors of osteoporosis

Classification	Risk factors
Genetic factor	White or Asian
	Fracture history of mother
	Small body
	Premature menopause, ≤ 45 yrs
Lifestyle and nutrition	Smoking
	Excessive alcohol consumption
	Inactivity
	Low weight
	Continuous decline of activity
Diseases	Constant secondary amenorrhoea
	Anorexia nervosa
	Malabsorption syndrome
	Hyperparathyroidism
	Hyperthyroidism
	Hypogonadism
	Prolactin releasing tumor
	Cushing's disease
	Osteogenesis imperfecta
	Rheumatoid arthritis
	Chronic neuropathy
	Chronic renal failure
	Diabetes mellitus
	Post organ transplantation
Medication	Glucocorticoid
	Thyroxine
	Anti-coagulant
	Anti-cancer medicine
	Anti-epileptics
Phosphate binding antacid	

(WHO FRAX. <http://www.shef.ac.uk/FRAX/index.htm>)

와 파골세포(Osteoclast)의 기능이 필수적인 역할을 한다. 뼈는 혈액 중 칼슘이 뼈로 이동하면 뼈의 생성을 촉진하는 조골세포와 뼈에서 혈액으로 칼슘의 유리를 촉진하는 파골세포의 작용으로 구성된다. 조골세포의 특징적인 기능은 지속적으로 콜라겐 및 점성다당류로 구성된 뼈의 기질을 분비하고, 무기염을 축적하여 새로운 뼈를 생성하는 것이다. 반면, 파골세포는 뼈의 무기질 및 기질을 분해하여 골격의 재흡수를 담당한다(구재욱 등, 2008).

골다공증은 유전 요인, 생활습관 및 영양소 결핍, 각종 질환, 약물 사용, 에스트로겐의 부족과 노화에 따른 변화 등에 의해 발생할 수 있다(Table 1). 실제로 Riggs 등(1986)의 연구에서는 연령이 증가함에 따라 골밀도가 크게 감소한다는 결과를 제시한 바 있으며, 골다공증 발생 위험이 높은 폐경기 여성을 대상으로 비타민 D의 농도를 측정할 결과, 비타민 D의 부족 증세가 심한 것으로 나타났다(김훈 등, 2003; 박형무 등, 2003; 이유미 등, 2003; 조선욱 등, 2007). 또한, 충분한 칼슘의 섭취는 체내 칼슘 부족을 막고, 골량 감소를 억제하는 것으로 나타났다(Reid 등, 1995; Recker 등, 1996).

체내에서 칼슘이 부족하게 되면 칼슘의 항상성을 유지하기 위해 부갑상선호르몬의 분비가 증가하여 골격으로부터 칼슘 용출과 신장에서 칼슘의 재흡수가 증가한다. 또한, 신장에서 활성형 1, 25(OH)₂ 비타민 D의 생성을 유도하여 소장에서의 칼슘 결합단백질의 합성 및 칼슘 흡수를 증가시키고, 신장에서의 칼슘 재흡수 및 뼈에서의 칼슘 용출을 증가시킴으로써 골밀도의 감소와 골절의 위험성을 높인다(구재욱 등, 2008).

여러 연구에 의하면, 칼슘 투여로 뼈의 골절율이 감소하였고(Bischoff-Ferrari 등, 2005), 비타민 D 투여로 골밀도가 증

가하였다(Jackson 등, 2006). 이러한 비타민 D는 피부에서 자외선에 의해 필요량의 80%가 만들어지며, 나머지는 식품을 통해 섭취된다.

따라서, 뼈의 건강은 식이 칼슘과 비타민 D의 섭취량으로 좌우될 수 있다. 성인 남녀의 하루 칼슘 필요량은 580 mg, 권장섭취량은 700 mg, 상한섭취량은 2,500 mg이며, 비타민 D는 성인을 기준으로 충분섭취량 5~10 µg, 상한섭취량 60 µg으로 권장되고 있다(한국인 영양섭취기준, 2005). 이들 영양소의 급원식품으로는 우유 및 유제품, 짙은 녹색 잎 채소, 칼슘 강화식품 및 아몬드와 같은 견과류가 있다. 또한, 우유에는 뼈를 구성하는 무기질(칼슘, 인 등), 비타민류(비타민 B, A 등)와 약 3.2%의 카세인 단백질을 함유하고 있고, 에너지원으로는 4.7%의 유당과 3.2%의 유지방을 함유하고 있다(농촌진흥청, 2006). 따라서, 최적의 뼈 건강과 성장을 위해 우유의 섭취가 중요하며, 골다공증의 예방에도 식이 칼슘과 비타민 D의 공급이 필수적이라고 생각된다.

2. 칼슘, 비타민 D와 당뇨병

당뇨병은 인슐린의 분비량이 부족하거나 정상적인 기능이 이루어지지 않는 대사질환의 일종이다. 당뇨병의 증상으로는 혈중 포도당의 농도가 높아지는 고혈당이 나타나고, 고혈당으로 인해 여러 다른 증상 및 징후를 일으킬 수 있으며, 소변에서 포도당이 배출된다. 서울대학교병원에서 제시한 제 I 형 및 II 형 당뇨병은 <Table 2>와 같은 특징을 갖고 있다.

제 I 형 당뇨병은 인슐린을 생산하지 못하여 발생되며, 제 II 형의 경우 식생활의 서구화로 고열량, 고지방, 고단백 식단, 운동 부족, 스트레스 등 환경적인 요인과, 기타 유전

Table 2. Characteristics of type I and II diabetes mellitus

	Type I	Type II
Age	Before adolescent	After 40 yrs
Type	Suddenly onset begin definitely	Slowly onset begin indefinitely
Cause	Pancreatic β-cell destruction by autoimmune	Increase in insulin secretion & insulin resistance
Diagnosis	After ≥8 hrs fasting, blood glucose level ≥126 mg/dL, after 2 hrs of oral glucose tolerance test, blood glucose level ≥200 mg/dL	
Obesity	Irrelevant	Relevant (85% of overweight person)
Ketoacidosis	Common	Rare
Treatment of insulin	Necessary	Necessary only 1/3
Possibility of diet intervention only	Insufficient	Available in 1/3

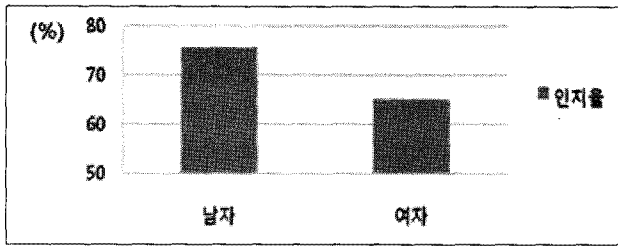


Fig. 2. Recognition rate of diabetes mellitus (국민건강영양조사, 2007).

자 결함, 췌장 수술, 감염, 약물 사용 등에 의해 발생할 수 있다. 우리나라 국민건강영양조사에 따르면, 성인 남성의 당뇨병 인지율은 약 75%이며, 여성의 경우 약 65%로 나타났다(Fig. 2).

제II형 당뇨병은 잘못된 식습관(고지방식이 등), 운동량 부족이나 유전 요인에 의해 과체중이 되면 체내 저항성이 생겨 더 많은 인슐린이 요구된다. 또한, 췌장에 지방이 축적되거나 췌장 내 인슐린 분비 세포가 손실되는 경우 신체는 더 많은 인슐린이 요구되나, 이를 생산 및 충족할 수 없게 되므로 제II형 당뇨병이 발생하게 된다.

따라서, 세계 각국에서는 식이요인에 따라 당뇨병의 발생률을 낮추려는 노력을 지속적으로 기울이고 있다. Pittas 등(2007)은 식이 칼슘 및 비타민 D와 제II형 당뇨병과의 상관성을 연구하였다. 46세 여성 83,806명을 대상으로 prospective cohort study를 진행한 결과, 당뇨병의 발병 위험은 고농도 섭취군(칼슘 > 1,200 mg/d, 비타민 D > 800 IU/d)이 저농도 섭취군(칼슘 < 600 mg/d, 비타민 D < 400 IU/d)에 비해 33%가 낮았으며, 따라서, 하루 600~1,200 mg의 칼슘 섭취가 당뇨병을 어느 정도 예방하는 것으로 보고하였다.

제II형 당뇨병에 대한 칼슘 및 비타민 D의 예상기작은 다음과 같다. 칼슘과 비타민 D가 인슐린에 직·간접적으로 작용하여 인슐린 및 췌장세포의 기능을 향상시킨다. 또한, 이들 영양소가 체내 염증반응을 향상시킴으로써 제II형 당뇨병의 발병 위험을 낮출 수 있다고 생각된다(Pittas 등, 2007).

3. 칼슘, 비타민 D와 고혈압

우리나라 고혈압 환자의 유병률은 30세 이상 남성이 26.8%, 여성이 24.4%로 나타났다(Fig. 3). 미국의 경우에도 60세 이상 노인 인구의 50% 이상, 40세 이상 성인의 약 30% 이상이 고혈압 환자로 나타났다. 이렇듯 국내외에서 고혈압 유병률은 다른 만성질환에 비하여 비교적 높은 편이고, 관련 치료 및 예방 관리가 어렵기 때문에 현재 국가적이고, 세계적인 보건문제로 여겨지고 있다(WHO, 1983).

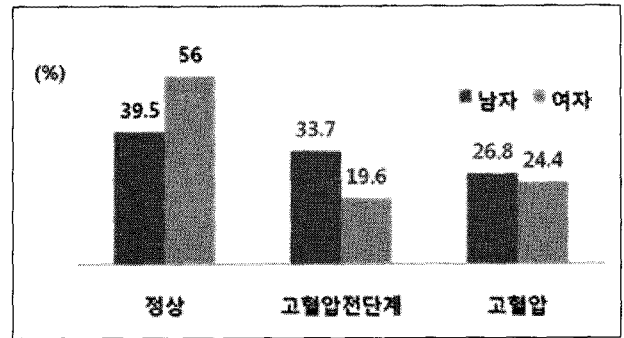


Fig. 3. Incidence of hypertension (국민건강영양조사, 2007).

고혈압이란 혈압이 140/90 mmHg까지 상승하는 질환을 총칭한다. 고혈압은 본태성(일차성) 고혈압과 속발성(이차성) 고혈압으로 분류되는데, 발생하는 고혈압의 90% 이상이 본태성 고혈압으로 알려져 있다. 일차성 고혈압인 본태성 고혈압의 원인에는 유전적 요인, 연령, 사회심리학적 요인(스트레스), 생활 행태(육체적 활동량, 비만도 등)나 식습관 등이 있다(Havlik 등, 1979; Hollenberg 등, 1981; Reed 등, 1985). 실제로 다량의 염분 식이, 탄수화물, 지방이나 알코올 섭취가 고혈압 발병과 연관이 있는 것으로 보고되었으며, 반면에 칼슘, 칼륨이나 마그네슘의 섭취는 고혈압 발병을 억제한다고 알려져 있다. 이차성 고혈압으로 불리는 속발성 고혈압은 전체 고혈압 발병의 약 10%를 차지하며, 신장질환(신부전, 신장염, 신혈관성 고혈압 등), 내분비계 질환(갑상선, 혈관(대동맥 축약) 및 신경계 질환(뇌압 상승)에 의한 합병증으로 발생할 수 있다. 그러므로 이러한 만성질환이 치료될 경우 정상혈압으로 회복될 수 있다.

고혈압은 sodium-potassium의 balance가 깨지고, 혈관평활

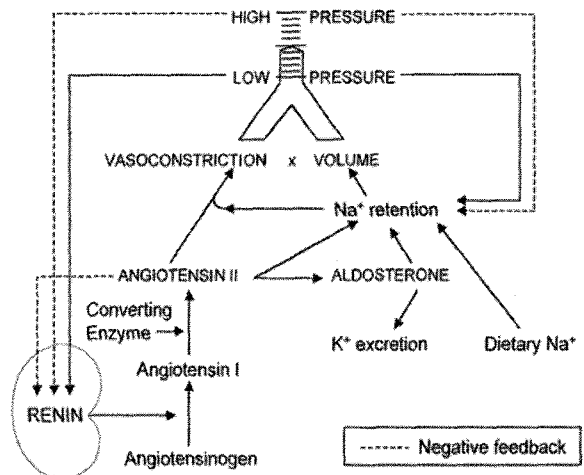


Fig. 4. Renin-angiotensin system (Laragh, 2001).

근세포가 수축됨으로써 renin-angiotensin system이 활성화되어 발병된다(Fig. 4).

역학조사를 통해 식이 섭취와 고혈압 발생과의 높은 상관성이 규명되었다. Wang 등(2008)은 식이 칼슘, 비타민 D와 고혈압의 상관성을 prospective cohort study로 연구하였다. 연구에는 45세 이상의 건강한 여성 28,886명과 고혈압 환자 8,710명을 포함하였으며, 군별 칼슘 섭취량은 <600 mg/d, 600~800 mg/d, >800 mg/d로, 비타민 D 섭취량은 <150 IU/d, 150~300 IU/d, >300 IU/d로 나누어 섭취하도록 하였다. 연령, 인종, 에너지 섭취량, 흡연, 알코올 섭취, 운동량, 폐경여부, BMI, 병원력, 종합비타민 섭취 여부와 식이나트륨 섭취 여부 등으로 보정하였다. 연구 결과, 고농도 칼슘과 저농도 비타민 D를 함께 섭취했을 때 고혈압 발병의 위험도가 가장 낮았다.

우유 등 유제품은 칼슘의 주요 급원식품이며, 칼슘의 섭취로 다음과 같은 기전이 예상된다. 즉, sodium-potassium balance를 향상시키고, 혈관평활근세포의 수축을 억제함으로써 renin-angiotensin system의 활성을 저하시켜 고혈압의 발병을 억제 또는 예방할 것으로 생각된다(Bohr, 1963; Resnick 1983; Resnick 등, 1999). 또한, 고농도 칼슘의 섭취는 체중 감소, 인슐린 민감성 촉진과 혈압 저하의 작용이 있을 것으로 예상된다. 강화우유는 식이 비타민 D의 주요 급원식품이고, 비타민 D의 섭취는 칼슘의 위장관 흡수를 조절하며, 부갑상선호르몬과 작용하여 칼슘의 항상성을 유지한다. 따라서, 비타민 D가 결핍되면 renin-angiotensin system이 제대로 기능하지 못하기 때문에 고혈압 발병의 직접적인 요인이 될 수 있다(Sowers 등, 1985; Zittermann, 2006).

우유 및 유제품 중 혈압 저하와 관련된 기타 성분으로는 유당, 유단백질, 유도펩타이드, 무기질(칼륨, 마그네슘)이 있고, 고혈압 저하 효과는 저지방 유제품이 고지방 유제품에 비해 더 큰 것으로 나타났으며 이는 제II형 당뇨병 및 관상동맥질환에서도 유사한 결과를 보였다(Wang 등, 2008). 따라서, 적당한 식이 칼슘 및 비타민 D의 섭취로 혈압이나 고혈압의 발병 위험을 낮출 수 있다고 판단된다.

결론

체내에서 칼슘이 부족하게 되면 칼슘의 항상성을 유지하기 위해 부갑상선호르몬이 증가하고, 이에 따라 골 흡수가 증가하여 골밀도의 감소와 골절의 위험성이 커진다. 이에 대해 식이 칼슘 및 비타민 D의 섭취는 골대사의 기능을 증진시키고 골절율을 저하시켜 궁극적으로 골다공증의 발병 위험을 낮출 것으로 기대된다. 당뇨병에 있어, 칼슘 및 비타민 D는 인슐린 분비에 직·간접적으로 작용함으로써

췌장세포와 인슐린의 기능을 향상시키며, 사이토카인에 작용하여 체내 염증반응을 개선시킬 것으로 생각된다. 또한, 식이 칼슘 및 비타민 D는 혈관평활근세포의 수축 억제 및 sodium-potassium의 balance를 유지함으로써 renin-angiotensin system의 활성을 저하시켜 혈압을 낮추거나 고혈압의 발병 위험을 낮출 것으로 기대된다.

본 연구를 토대로 우유 및 유제품에 함유되어 있는 식이 칼슘 및 비타민 D의 섭취가 골다공증, 고혈압 및 당뇨병의 발병을 어느 정도 예방 또는 억제할 것으로 예상된다. 현재 우리나라를 포함한 세계 각국에서는 이러한 만성 질환에 효과가 있는 영양소의 섭취를 권장하고 있는 추세이다. 그러나 국민건강영양조사에서도 지적되었듯이 관련 영양소에 대한 국내에서의 섭취 수준이 아직 부족한 상태이다. 따라서 관련 영양소의 섭취량 증가를 위한 여러 홍보 및 교육 방안이 지속적으로 요구된다.

참고문헌

- Berry, E. M. 1994. Chronic disease: How can nutrition moderate the effects? *Nutr. Rev.* 52:S28-S30.
- Birt, D. F., Shull, J. D. and Yaktine, A. L. 1999. Chemoprevention of cancer. In: *Modern nutrition in health and disease*. pp. 1263-1295. Shils, M. E., Olson, J. A., Bell et al. J. A., Shike, M. and Ross, A. C. (Eds.), 9th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 2005 Dietary Guidelines Advisory Committee. 2004. Nutrition and your health: Dietary guidelines for Americans. 6th edition. Health and Human Services and the United States Department of Agriculture, Washington, D.C.
- Bischoff-Ferrari, H. A., Willett, W. C., Wong, J. B., Giovannucci, E., Dietrich, T. and Dawson-Hughes, B. 2005. Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA*. 293:2257-2264.
- Bohr, D. F. 1963. Vascular smooth muscle: Dual effect of calcium. *Science* 139:597-599.
- Havlik, R. J., Garrison, R. J., Feinleib, M., Kannel, W. B., Castelli, W. P. and Mcnamara, P. M. 1979. Blood pressure aggregation in families. *American J. Epidemiol.* 110:304-319.
- Heaney, R. P. 1999. Bone biology in health and disease: A tutorial. In: *Modern nutrition in health and disease*. pp.1327-1338.
- Hollenberg, N. K., Williams, G. H. and Adams, D. F. 1981. Essential hypertension, abnormal renal vascular and endocrine

- responses to a mild psychological stimulus. *Hypertension* 3:11-17.
8. Jackson, R. D., Rebecca, D., Andrea, Z., LaCroix, Margery, G. and Robert, B. W. 2006. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. *N. Engl. J. Med.* 354: 669-983.
 9. Laragh, J. 2001. Laragh's lessons in pathophysiology and clinical pearls for treating hypertension. *AJH*. 14:603-609.
 10. Mathieu, C. and Badenhop, K. 2005. Vitamin D and type 1 diabetes metaitus: State of the art. *Trends Endocrinol. Metab.* 16:261-266.
 11. Mokdad, A. H., Ford, E. S., Bowman, B. A., Dietz, W. H., Vinicor, F. Bales, V. S. and Marks, J. S. 2001. 2003 Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors. *JAMA*. 289:76-79.
 12. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. 2001. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA*. 285:785-795.
 13. Pittas, A. G., Lau, J., Hu, F. B. and Hughes, B. D. 2007. Review: The role of vitamin D and calcium in Type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 92:2017-2029.
 14. Recker, R. R., Hinders, S., Davies, K. M., Heaney, R. P., Stegman, M. R., Lappe, J. M. and Kimmel, D. B. 1996. Correcting calcium nutritional deficiency prevents spine fractures in elderly women. *J. Bone Miner. Res.* 11:1961-1966.
 15. Reed, D., McGee, D. and Yano, K. 1985. Diet, blood pressure, and multicollinearity. *Hypertension* 7:405-410.
 16. Reid, I. R., Ames, R. W., Evans, M. C., Gamble, G. D. and Sharpe, S. J. 1995. Long-term effects of calcium supplementation on bone loss and fractures in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Am. J. Med.* 98: 331-335.
 17. Resnick, L. M. 1999. The role of dietary calcium in hypertension: A hierarchical overview. *Am. J. Hypertens.* 12:99-112.
 18. Resnick, L. M., Laragh, J. H., Sealey, J. E. and Alderman, M. H. 1983. Divalent cations in essential hypertension. Relations between serum ionized calcium, magnesium, and plasma renin activity. *N. Engl. J. Med.* 309:888-891.
 19. Riggs, B. L. and Melton, L. J. 1986. Involutional osteoporosis. *N. Engl. J. Med.* 314:1676-1686.
 20. Sowers, M. R., Wallace, R. B. and Lemke, J. H. 1985 The association of intakes of vitamin D and calcium with blood pressure among women. *Am. J. Clin. Nutr.* 42:135-142.
 21. Tang, B. M., Eslick, G. D., Nowson, C., Smith, C. and Bensoussan, A. 2007. Use of calcium or calcium in combination with vitamin D supplementation to prevent fractures and bone loss in people aged 50 years and older: A meta-analysis. *Lancet* 370:657-666.
 22. Wang, L., Manson, J. E., Buring, J. E., Lee, I. M. and Sesso, H. D. 2008. Dietary intake of dairy products, calcium, and vitamin D and the risk of hypertension in middle-aged and older women. *Hypertension* 51:1073-1079.
 23. WHO. 1983. Primary prevention of essential hypertension.
 24. WHO. 1994. WHO Technical Report Series 843.
 25. WHO. 2008. WHO Fracture risk Assessment Tool. www.shef.ac.uk/FRAX
 26. Zittermann, A. 2006. Vitamin D and disease prevention with special reference to cardiovascular disease. *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 92:39-48.
 27. 감신, 예민해, 이성국, 천병률. 1991. 고혈압의 위험용인에 대한 환자-대조군 연구. *예방의학회지* 24:221-231.
 28. 김훈, 구승엽, 김석현, 최영민, 문신용, 김정구. 2003. 한국 폐경기여성에서의 비타민 D 부족증에 관한 연구. *대한골다공증학회지* 1:12-21.
 29. 구재욱, 임현숙, 정영진, 윤진숙, 이애량. 2008. 이해하기 쉬운 영양학. 파워북.
 30. 농촌진흥청 농촌자원개발연구소. 2006. 식품성분표 (제7 개정판).
 31. 보건복지가족부. 2005. 국민건강영양조사.
 32. 보건복지가족부. 2007. 국민건강영양조사.
 33. 박일형. 2007. 한국의 골다공증 골절의 사회경제적 비용 연구. *대한골다공증학회 강연자료*
 34. 박형무, 김정구, 최응환, 임승길, 김기수. 2003. 한국 폐경기여성에서 비타민 D 영양상태. *대한골다공증학회지* 10: 47-55.
 35. 서울대학교병원, <http://www.snuh.org>
 36. 윤현숙, 조영채. 2005. 일부 대학생들의 생활습관병에 대한 예방태도와 건강행동. *보건교육건강증진학회지* 22:229-244.
 37. 이유미, 이현주, 김유미, 이시훈, 안철우, 차봉수, 김경래. 2003. 폐경후 한국인 여성의 혈중 25-hydroxyvitamin D 상태와 25-hydroxyvitamin D가 골다공증에 미치는 영향. *대한골다공증학회지* 1:22-30.
 38. 임현정, 우미혜, 문상관, 조여원. 2008. 뇌경색 당뇨병 환자 및 비뇌경색 당뇨병 환자의 비교연구. *영양소 섭취, 식*

- 사의 질 평가를 중심으로. 한국영양학회지 41:621-633.
39. 조선욱, 김상완, 신찬수, 김성연. 2007. 한국인에서 비타민 D 부족증의 기준 및 유병률. 대한골대사학회지 14: 19-26.
40. 통계청. 2009. 2008 사망 원인통계 결과.
41. 한국보건사회연구원. 2001. 국민의료비 변동요인 분석과 비용효과성 제고방안.
42. 한국영양학회, 한국인영양섭취기준위원회. 2005. 한국인 영양섭취기준.

(2009년 10월 12일 접수; 2009년 11월 6일 채택)