

1998년도 국민건강영양조사자료를 이용한 한국인의 경제수준별 영양 섭취 현황

문 현 경[§] · 김 유 진

단국대학교 식품영양학과

Nutrient Intake Patterns of Koreans by the Economic Status Using 1998 Korean National Health and Nutrition Survey

Moon, Hyun-Kyung[§] · Kim, Eu-Gene

Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate differences in the diet with the amount and the qualitative assessment of nutrient intakes by the economic level. Data from the 1998 Korean Health and Nutrition Survey were used. Using the poverty line based on the 1998 Korean minimum cost of living, Subjects (n = 10400) were classified into high class (36.1%), middle class (40.7%) and low class (23.1%). Chi-square-test and Analysis of Variance following Duncan's multiple range test were used to test the difference in nutrient intake pattern among three groups ($\alpha = 0.05$). The amount of nutrient intake and nutrient intake adequacy were statistically different by the economic level ($p < 0.01$). The ratio of energy intake from carbohydrate is higher than the criteria of WHO recommendation in all economic levels. Especially people in the low class depended much on the carbohydrate for the energy intake. The ratio of energy from the protein and fat are lower in the middle and low class than that of the high class. The Intake level of calcium and vitamin B₂ were lower than those of the Recommended Dietary intake level, regardless of economic status. It also showed differences in major food sources of nutrients by the economic level. Consequently, it seems that the nutrition policy and program should be prepared according to their economic status. Also, there should more detailed studies to find out the nutrient intake pattern, their determinant, and health consequences. (*Korean J Nutrition* 36(10): 1061~1070, 2003)

KEY WORDS : economic status, nutrient intake, nutrient intake adequacy, korean national health and nutrition survey.

서 론

지난 20년간 우리 나라의 국민건강영양조사결과에 의하면 과거에는 영양결핍문제로 인한 영양섭취의 향상이 주요 관심사였으나 그 동안의 전반적인 영양섭취실태의 향상으로 일부 계층을 제외하고는 영양결핍을 걱정할 필요는 없게 되었다. 현재 평균적으로 볼 때 국민 1일 1인당 평균 에너지 섭취량은 감소하고 단백질과 지방에 의한 에너지 공급율이 증가하였다.¹⁾

그러나 최근에는 비만, 만성퇴행성질환이 증가하면서 동물성식품과 지방섭취의 증가 등 영양과잉으로 인한 건강상

부정적인 측면이 고소득층에서 나타나고 있다. 반면에 저소득층은 저체중아 출산, 심장 질환 등의 발병율이 높고 철분, 칼슘, 비타민 C 등의 섭취가 부족되어 영양불균형이 심각하다. Park 등²⁾의 1993년 도시가계조사자료를 이용한 소득계층별 식생활패턴의 연구에서 값비싼 식품을 제외하곤 소득간 격차가 커도 식생활의 기본구성요소는 크게 다르지 않으나 모든 식품군에서 소득이 낮을수록 식품지출액, 식품소비량 및 영양섭취량이 낮았다. 즉 저소득층은 주식에 더욱 의존하고 단백질 식품과 유지류를 선택할 때 제한을 받는다.³⁻⁷⁾ 네덜란드 일부도시에서 고·중소득층의 여성들이 근로여성층보다 지방 및 섬유소의 섭취량이 영양권장량과 같고 고소득층은 건강에 좋은 비싼 식품을 선택하는 대신 저소득층은 식품선택이 경제력에 따라서 좌우되었다.⁸⁾ 그리고 영양취약계층인 노인, 영·유아 및 어린이 외에도 장·중년층의 영양소 섭취량에 가장 많은 영향을 미치는

접수일 : 2003년 10월 29일

채택일 : 2003년 12월 11일

[§]To whom correspondence should be addressed.

요인이 소득수준이었다.⁹⁻¹⁴⁾ Kim 등⁵⁾의 연구도 도시농촌간 중고등학생들의 영양소섭취에 지역간 차이보다는 부모들의 월소득과 학력 및 직업유무등이 큰 영향을 미쳤다. Kim¹⁵⁾의 1998년 국민영양조사자료를 이용한 한국인의 식품영양 섭취양상에 영향을 미치는 사회경제적요인은 가구의 월소득과 교육수준이 가장 중요한 것으로 나타났다. 선행된 연구들을 종합해보면 중점관리대상인 영양취약계층뿐만 아니라 일반인들의 영양소과부족 문제를 좌우하는 것은 사회경제적요인중에서 경제요인임을 알 수 있다.^{2,5-7,15)}

그리고 지금까지 우리나라에서 경제수준별로 영양소섭취 현황을 본 경우는 대부분 표본의 수가 작거나, 가구원수를 무시한 가구별 수입으로만 경제수준을 나눈 것이나, 혹은 다른 사회지표와 함께 분석한 것이어서 실제 경제수준에 대한 분석이 부족하다.

따라서 본 연구의 목적은 1998년 국민건강영양조사자료를 이용하여 조사대상자들을 경제수준별로 구분하여, 한국인의 영양소 섭취현황과 질적인 평가를 통한 경제수준별 영양섭취현황을 파악하여 앞으로 관련분야의 연구나 영양정책을 위한 자료로 제시하고자 한다.

연구방법

1. 연구자료

본 연구자료는 1998년 국민건강영양조사 자료 중에서 식품섭취조사에 참여한 10,400명을 대상으로 하였다. 1998년에 실시한 국민건강영양조사의 조사대상은 국민영양조사 보고서에 수록되어 있다.¹⁾ 국민건강영양조사의 표본설정은 전국을 각 시도의 시부, 군부로 나눈 23개 지역별로 각각 행정구역 부호 및 조사구 번호순으로 나열된 1995년 인구주택 총조사 조사구 명부(섬지역 조사구 및 시설단위 조사구 제외)를 추출단위 조사구 명부의 기초자료로 하여 일부 수정하여 총 200개 표본 조사구가 추출되었으며 한 조사구당 20가구가 조사대상이 되었다.

2. 조사변수 및 분석방법

본 연구에서 조사대상자들을 경제수준별로 분류하기 위하여 1998년 최저생계비를 기준으로 한 수준균형방식에 의한 빈곤선을 이용하였다. 즉 조사대상자중에서 가족 수에 따라서 빈곤선 이하의 수입이 있는 경우 저소득층으로 분류하고 각 기준의 두배 이상의 수입을 가진 경우 고소득층으로 하고 그 중간의 수입을 가진 경우 중산층으로 분류하였다.

조사대상자의 영양소 섭취실태는 24시간 회상법을 통한

1998년 최저생계비를 기준으로 한 수준균형방식에 의한 빈곤선 (단위 : 원)

가구원수	1인	2인	3인	4인	5인	6인
'98+가계지출	0.349	0.578	0.795	1	1.137	1.283
	1,617,324	270,934	448,711	617,171	776,316	882,671
	996,013					

주: 1) 인용된 표에서 1998년 일부만을 제시
2) 출처: 2000년 가구규모별 최저생계비 설정에 사용된 가구균등화 지수 (김미곤 외, 1999년 최저생계비 계측조사연구, 한국보건사회연구원, 1999)

1일간 식품섭취량에 의한 영양소의 섭취량을 산출하여 경제수준에 따른 비교 및 질적평가 (%RDA, NAR, MAR)를 하였다. 자료분석은 SAS 통계패키지를 이용하여 각 변수들의 경제상태별 차이가 있는지를 Chi-square test, ANOVA, 및 Duncan의 다중비교방법으로 유의성 ($\alpha = 0.05$) 검정하였다.

- 영양권장량과 개인섭취량비교 (%RDA) : 대상자들의 영양소별 섭취량과 한국인영양권장량 (7차)을 비교하여 백분율의 평균값을 계산하고, 75% 이하와 125% 이상을 섭취하는 대상자들의 비율을 비교하였다.

- 영양소 적정섭취비율 (NAR ; Nutrient Adequacy Ratio = 1일 영양소 섭취량 ÷ 영양소별 권장량) : 1을 최고상한치로 설정하여 1 이상의 값은 모두 1로 간주하였다. 10개 영양소는 에너지, 단백질, 칼슘, 철분, 인, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 나이아신, 비타민 C에 대해서 평가하였다.

- 평균 영양소 적정섭취비율 (MAR ; Mean Adequacy Ratio = 각 영양소의 영양적정도 합 ÷ 영양소의 수) : 식사의 전반적인 질을 평가한다.

- 영양밀도 (Nutrient Density = 1일 영양소 권장량에 대한 섭취량의 비 ÷ 에너지 권장량에 대한 섭취량의 비) : 단백질, 칼슘, 철분, 인, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 나이아신 및 비타민 C에 대한 각 섭취량을 에너지섭취량과 비교하여 영양소밀도가 1보다 크면 그 영양소는 열량에 비해 많이 섭취한다고 평가한다.

연구결과

1. 조사대상자의 일반적인 특성

조사대상자 10,400명의 인구학적 특성 분포는 (Table 1)과 같다. 먼저 경제적 수준을 보면 조사대상자중에서 고소득층은 36.2% 중소득층은 40.7%, 그리고 저소득층은 23.1%를 나타내었다. 경제수준에 따른 성별 분포를 보면 비슷한 양상을 보이며 전체적으로 남자는 47.9%, 여자는 52.1%이었다. 연령별로 보면 고소득층인 경우 30~39세가 22.1%로 가장 많고 20~29세 (16%), 40~49세 (15.4%)

Table 1. Distribution of demographic variables by the economic status

Variables	Economic status			
	High	Middle	Low	Total
Sex				
Male	1842 (48.9)	2032 (48.0)	1110 (46.1)	4984 (47.9)
Female	1922 (51.1)	2197 (51.9)	1297 (53.9)	5416 (52.1)
Age*				
1-9 years	549 (14.6)	669 (15.8)	241 (10.0)	1459 (14.0)
10-19	549 (14.6)	694 (16.4)	328 (13.6)	1571 (15.1)
20-29	602 (16.0)	549 (13.0)	268 (11.1)	1419 (13.6)
30-39	832 (22.1)	789 (18.7)	245 (10.2)	1866 (17.9)
40-49	579 (15.4)	612 (14.5)	270 (11.2)	1461 (14.0)
50-59	393 (10.4)	411 (9.7)	300 (12.5)	1104 (10.6)
60-69	160 (4.2)	335 (7.9)	447 (18.6)	942 (9.1)
70+	100 (2.7)	170 (4.0)	308 (12.8)	578 (5.6)
Family size*				
1 person	123 (3.3)	93 (2.2)	181 (7.5)	397 (3.8)
2	467 (10.7)	454 (10.7)	520 (21.6)	1441 (13.9)
3	896 (23.8)	641 (15.2)	497 (20.6)	2034 (19.6)
4	1431 (38.0)	1955 (46.2)	568 (23.6)	3954 (38.0)
5	611 (16.2)	689 (16.3)	363 (15.1)	1663 (16.0)
6	123 (3.3)	270 (6.4)	182 (7.6)	575 (5.5)
7	99 (2.6)	104 (2.5)	65 (2.7)	268 (2.6)
8	14 (0.4)	23 (0.5)	31 (1.3)	68 (0.6)
Education*				
No schooling	467 (12.4)	700 (16.5)	647 (26.9)	1814 (17.4)
Elementary	647 (17.2)	957 (22.6)	668 (27.8)	2272 (21.8)
Middle	457 (12.1)	662 (15.6)	351 (14.6)	1470 (14.1)
High	1207 (32.1)	1400 (33.1)	554 (23.0)	3161 (30.4)
Over university	986 (26.2)	510 (12.1)	187 (7.8)	1683 (16.2)
Dwelling*				
Metro city	1812 (48.1)	1684 (39.8)	750 (31.2)	4246 (40.8)
Middle/small city	1436 (38.1)	1666 (39.4)	848 (35.2)	3950 (38.0)
County	516 (13.7)	879 (20.8)	809 (33.6)	2204 (21.2)
Total	3764 (36.2)	4229 (40.7)	2407 (23.1)	10400 (100.0)

Note: N (%), *: p<0.01; Chi-square test

의 순으로 많았다. 중소득층인 경우 30~39세가 18.7%로 가장 많고 10~19세 (16.4%), 1~9세 (15.8%)의 순이었다. 저소득층인 경우 60~69세가 18.6%로 가장 많았고 10~19세 (13.6%), 70세 이상 (12.8%)의 순으로 나타나서 상대적으로 노인층이 더 많이 포함되었다. 가구원수별로 보면 고소득층인 경우 4인 가족이 38.0%로 가장 많고 3인 가족이 23.8%의 순으로 많았다. 중소득층인 경우 4인 가족이 46.2%로 가장 많고 5인 가족이 16.3%의 순이며, 저소득층인 경우 4인 가족이 23.6%로 가장 많고 2인 가족이 21.6%, 3인 가족이 20.7%의 순이다. 교육수준별로 보면 고소득층인 경우 고졸이 32.1%로 가장 많고 대졸이 26.2%로 그다음 순이었다. 중소득층인 경우 고졸이

33.1%로 가장 많고 국졸이 22.6%의 순이었고, 저소득층인 경우 국졸이 27.8%로 가장 많고 무학이 26.9%를 차지하였다. 즉 경제수준이 높을수록 교육수준이 높게 나타났다. 주거지역별로 보면 고소득층인 경우 대도시가 48.1%로 가장 많고 중소도시가 38.2%의 순이었다. 중소득층인 경우 대도시가 39.8%, 중소도시가 39.4%의 순으로 나타났고 저소득층인 경우 중소도시가 35.2%, 군 또는 면단위가 33.6%의 순으로 많았다.

2. 경제수준별 영양소 섭취실태

1) 1인 1일 평균 영양소 섭취량

경제수준별 평균영양소 섭취량은 Table 2와 같다. 고소

Table 2. Mean nutrient intakes and the energy composition by the economic status

Nutrient	Economic status			
	High	Middle	Low	Total
Energy (Kcal)	2046.7 ^{a1)}	1954.9 ^b	1824.1 ^c	1957.8
Water (%)	882.7 ^a	790.8 ^b	690.7 ^c	800.9
Protein (g)	78.7 ^a	72.3 ^b	64.6 ^c	72.8
Fat (g)	45.3 ^a	40.1 ^b	31.3 ^c	39.9
Sugar (g)	327.8 ^a	322.4 ^a	314.3 ^b	322.5
Fiber (g)	6.9 ^a	6.6 ^a	6.3 ^b	6.6
Ash (g)	19.6 ^a	18.4 ^b	16.7 ^c	18.4
Ca (mg)	544.1 ^a	491.1 ^b	443.4 ^c	499.3
Phosphorus (mg)	1140.5 ^a	1057.8 ^b	939.2 ^c	1060.3
Iron (mg)	13.0 ^a	12.3 ^b	11.0 ^c	12.3
Na (mg)	4638.0 ^a	4528.6 ^a	4330.7 ^b	4522.4
K (mg)	2694.5 ^a	2488.4 ^b	2178.0 ^c	2491.1
Vitamin A (R.E.)	674.7 ^a	605.5 ^b	491.4 ^c	604.2
Retinol (μg)	106.1 ^a	93.0 ^a	59.3 ^b	90.0
Carotene (μg)	3262.7 ^a	2951.8 ^b	2505.8 ^c	2961.1
Vitamin B ₁ (mg)	1.4 ^a	1.3 ^b	1.2 ^c	1.3
Vitamin B ₂ (mg)	1.2 ^a	1.0 ^b	0.9 ^c	1.1
Niacin (mg)	16.8 ^a	15.4 ^b	13.2 ^c	15.4
Vitamin C (mg)	133.3 ^a	118.5 ^b	103.3 ^c	120.4
Carbohydrate ²⁾	65.5 ^c	67.5 ^b	71.4 ^a	67.7
Protein	15.2 ^a	14.6 ^b	14.1 ^c	14.7
Fat	19.2 ^a	17.8 ^b	14.5 ^c	17.6

Note: 1) Mean
 2) Percent of total energy intake from each nutrient (carbohydrates, protein, fat)
 3) a, b, c: p < 0.01, One-way Anova and Duncan's multiple range test, There are statistical differences among different letters

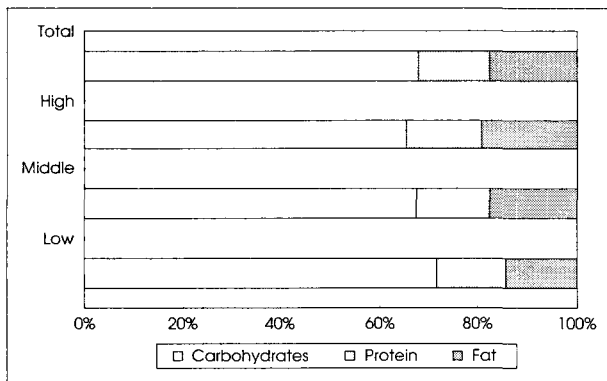


Fig. 1. Energy composition of carbohydrates, protein and fat by the economic status (p < 0.01).

특층이 중·저소득 층에 비하여 모든 영양소의 섭취량이 높았다 (p < 0.01). 에너지의 주요 공급원은 Table 2와 Fig. 1과 같다. WHO의 권장기준 (C : P : F = 60~65% : 10~15% : 20~25%)에 의하면 전체적으로 탄수화물은 권장량보다 높게 단백질과 지방은 권장비율보다 낮게 섭취하는

Table 3. Mean nutrient intake¹⁾ as of % Korean RDA (7th.revision) by nutrients according to the economic status

Nutrients	Economic status			
	High	Middle	Low	Total
Energy	97.3 ^a	93.6 ^b	88.6 ^c	93.8
Protein	125.3 ^a	116.0 ^b	101.8 ^c	116.1
Ca	77.9 ^a	70.2 ^b	62.9 ^c	71.3
Phosphorous	162.0 ^a	150.0 ^b	132.6 ^c	150.3
Fe	96.0 ^a	91.0 ^b	83.2 ^c	91.0
Vitamin A	103.3 ^a	93.8 ^b	74.1 ^c	92.7
Vitamin B ₁	132.3 ^a	125.5 ^b	111.1 ^c	124.6
Vitamin B ₂	93.3 ^a	83.8 ^b	69.1 ^c	83.8
Niacin	118.3 ^a	108.7 ^b	94.2 ^c	108.8
Vitamin C	253.5 ^a	226.9 ^b	194.1 ^c	228.9

Note: 1) %RDA, p < 0.01; One-way ANOVA and Duncan's multiple range test

수준이었고, 고소득층은 지방은 권장량보다 낮게 탄수화물과 단백질은 권장량보다 높게 섭취하며 중·저소득층은 단백질과 지방은 권장량보다 낮게 탄수화물은 권장량보다 높게 섭취하였다. 또한 경제수준별로 비교하면 고소득층이 중·저소득층보다 단백질이나 지방의 에너지 공급율이 높고 저소득층은 탄수화물에서 주로 공급하고 있다 (p < 0.01). 따라서 현재 한국인의 지방섭취는 평균적으로 볼때 WHO 권장기준보다 낮는데 경제수준이 낮을수록 그 차이가 더욱 커지며 탄수화물은 그 반대의 경향을 보이고 있다.

2) 영양권장량에 대한 평균섭취비율

경제수준에 따른 10개 영양소별 영양권장량에 대한 평균섭취비율은 Table 3과 같다. 경제수준에 따른 각 영양소별 평균섭취비율은 경제수준이 높을수록 높게 나타났다 (p < 0.01). 한국인영양권장량을 기준으로 영양소별 영양소 섭취비율이 75% 미만이면 섭취수준이 낮은 것으로 125% 이상이면 높은 것으로 판정한다. 전체적으로 영양권장량보다 75%보다 낮게 섭취한 영양소는 칼슘 (71.3%)이고 125%보다 높게 섭취한 영양소는 인, 비타민 B₁ 및 비타민 C 이었다. 고소득층인 경우 75% 미만으로 섭취하는 영양소는 없으나 에너지 (97.3%), 칼슘 (77.9%), 철분 (95.97%), 및 비타민 B₂ (93.3%)가 권장량보다 낮으며 125% 이상 섭취하는 영양소는 단백질, 인, 비타민 B₁ 및 비타민 C 이었다. 중소득층인 경우 칼슘 (70.18%)이 75%보다 낮게 섭취하였으며 에너지, 철분, 비타민 A 및 비타민 B₂는 75%보다 높으나 권장량보다 낮게 섭취하였고 인, 비타민 B₁ 및 비타민 C는 125%보다 높게 섭취하였다. 저소득층은 75% 미만으로 섭취하는 영양소는 칼슘 (62.9%), 비타민 A (74.1%) 및 비타민 B₂ (69.1%)이었고 에너지, 철분

및 나이아신이 75% 이상이나 권장량 이하로 섭취하였고 125% 이상으로 섭취한 영양소는 인과 비타민 C이었다. 특히 칼슘과 비타민 B₂의 섭취수준이 경제수준에 상관없이 권장량 수준 이하로 나타나 그 동안 식생활이 급격히 향상되었음에도 아직까지도 영양의 결핍이 존재하고 있을 가능성을 시사하고 있다.

영양소별 영양권장량에 대한 75% 미만과 125% 이상을 섭취하는 조사대상자의 경제수준별 분포는 Table 4와 같다. 모든 영양소에서 고소득층일수록 영양권장량에 대한 영양소의 125% 이상을 섭취하는 비율이 높고 저소득층일수록 75% 미만을 섭취하는 비율이 높았다 ($p < 0.01$). 고소득층인 경우 영양소 중에서 칼슘, 철분, 비타민 A, 및 비타민 B₂가 75% 미만을 섭취하는 비율이 높았고 단백질, 인, 비타민 B₁ 및 비타민 C가 125% 이상을 섭취하는 비율이 높았다. 중소득층인 경우 칼슘, 철분, 비타민 A, 및 비타민 B₂가 75% 미만을 섭취하는 비율이 높고 인, 비타

민 B₁, 및 비타민 C의 125% 섭취비율이 높았다. 저소득층인 경우 단백질, 칼슘, 철분, 비타민 A, 비타민 B₂, 나이아신이 75% 미만을 섭취하는 비율이 높고 인과 비타민 C는 125% 이상을 섭취하는 비율이 높았다.

3) 영양섭취적정도

각 영양소 즉 에너지, 단백질, 칼슘, 인, 철분, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 나이아신 및 비타민 C에 대한 영양섭취적정도는 Table 5와 같다. 각 영양소별 영양섭취적정도는 경제수준이 높을수록 남자일 때 각각 높게 나타났다 ($p < 0.01$). 영양섭취적정도가 0.75 이하인 영양소는 고소득층인 경우 남자는 칼슘 과 비타민 A이고 여자는 칼슘, 인, 비타민 A 및 비타민 B₂이며 중소득층인 경우 남자는 칼슘, 비타민 A 및 비타민 B₂이고 여자는 칼슘, 인, 비타민 A 및 비타민 B₂였고 저소득층인 경우 남자는 칼슘, 비타민 A 및 비타민 B₂이고 여자는 칼슘, 인, 비타민 A 및

Table 4. Distribution of subjects by mean nutrients intake as of % of RDA (<75%, 75% < %RDA < 125%, 125% +) by the economic status

Nutrient	High			Middle			Low			Total		
	<75%	75% < <125%	125% +	<75%	75% < <125%	125% +	<75%	75% < <125%	125% +	<75%	75% < <125%	125% +
Energy ¹⁾	30.7	49.5	19.9	33.0	50.4	16.6	41.0	45.0	14.0	34.0	48.8	17.2
Protein ¹⁾	22.2	38.4	39.3	26.1	41.5	32.4	40.4	36.1	23.5	28.0	39.1	32.8
Ca ¹⁾	58.6	28.8	12.6	65.3	25.1	9.6	73.8	17.9	8.3	64.8	24.8	10.4
P ¹⁾	8.2	27.0	64.8	10.4	32.4	57.2	18.5	37.0	44.5	11.5	31.5	57.0
Fe ¹⁾	44.9	31.6	23.6	49.9	30.9	19.1	56.8	26.5	16.7	49.7	30.2	20.1
Vitamin A ¹⁾	50.1	25.5	24.5	55.2	23.7	21.0	67.4	18.2	14.3	56.2	23.1	20.7
Vitamin B ₁ ¹⁾	21.6	36.4	42.0	24.7	37.0	38.3	35.4	35.6	29.1	26.0	36.4	37.5
Vitamin B ₂ ¹⁾	43.4	34.9	21.6	51.1	32.6	16.2	66.3	21.7	12.0	51.8	30.9	17.2
Niacin ¹⁾	28.6	36.8	34.6	34.8	37.2	28.1	45.1	35.4	19.5	34.9	36.6	28.4
Vitamin C ¹⁾	14.8	16.0	69.2	18.5	18.5	63.0	25.9	20.0	54.0	18.9	17.9	63.2

Note: 1) %, $p < 0.01$ (Chi-square test)

Table 5. Nutrient adequacy ratio (NAR) by the sex and economic status

Nutrient	High		Middle		Low		Total	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Energy ^{1,2)}	0.84 (0.2)	0.83 (0.2)	0.83 (0.2)	0.80 (0.2)	0.79 (0.2)	0.77 (0.2)	0.83 (0.2)	0.80 (0.2)
Protein ²⁾	0.89 (0.2)	0.87 (0.2)	0.88 (0.2)	0.83 (0.2)	0.79 (0.2)	0.77 (0.2)	0.86 (0.2)	0.83 (0.2)
Ca ²⁾	0.70 (0.3)	0.63 (0.3)	0.65 (0.3)	0.58 (0.3)	0.57 (0.3)	0.51 (0.3)	0.65 (0.3)	0.58 (0.3)
Fe ²⁾	0.97 (0.1)	0.93 (0.1)	0.96 (0.1)	0.91 (0.2)	0.93 (0.1)	0.87 (0.2)	0.96 (0.1)	0.91 (0.2)
P ²⁾	0.84 (0.2)	0.66 (0.3)	0.81 (0.2)	0.63 (0.3)	0.73 (0.3)	0.61 (0.3)	0.80 (0.2)	0.64 (0.3)
Vitamin A ²⁾	0.74 (0.3)	0.66 (0.3)	0.70 (0.3)	0.62 (0.3)	0.60 (0.3)	0.50 (0.3)	0.69 (0.2)	0.61 (0.3)
Vitamin B ₁ ²⁾	0.89 (0.2)	0.88 (0.2)	0.87 (0.2)	0.85 (0.2)	0.82 (0.2)	0.80 (0.2)	0.87 (0.2)	0.85 (0.2)
Vitamin B ₂ ²⁾	0.76 (0.2)	0.74 (0.3)	0.72 (0.3)	0.69 (0.3)	0.61 (0.3)	0.56 (0.3)	0.71 (0.3)	0.68 (0.3)
Niacin ²⁾	0.86 (0.2)	0.84 (0.2)	0.83 (0.2)	0.79 (0.2)	0.76 (0.2)	0.74 (0.2)	0.82 (0.2)	0.79 (0.2)
Vitamin C ²⁾	0.92 (0.2)	0.90 (0.2)	0.90 (0.2)	0.88 (0.2)	0.86 (0.2)	0.83 (0.3)	0.90 (0.2)	0.87 (0.2)

Note: 1) mean (std.)

2) $p < 0.01$. Two-way ANOVA and Duncan's multiple range method: There are statistical differences by the economic status and sex each

비타민 B₂이었다.

평균영양섭취적정도 (MAR)는 위의 10개 영양소의 영양섭취적정도의 평균으로서 Fig. 2와 같다. 고소득층인 경우 남자 0.84 여자 0.79, 중소득층은 남자 0.82 여자 0.76 및 저소득층은 남자 0.75 여자 0.70의 수준이었다. 즉 경제수준이 높을수록 남자일 때 각각 평균영양섭취적정도가 높았다 ($p < 0.01$).

에너지섭취량에 대한 주요 영양소의 영양밀도는 Table 6과 같다. 영양소중에서 단백질, 철분, 비타민 B₁, 나이아신 및 비타민 C는 경제수준에 상관없이 모두 영양밀도가 높는데, 특히 비타민 B₁의 경우 고소득층이 중소득층보다 영양밀도가 높고 ($p < 0.05$) 비타민 C의 경우 저소득층이 고·중소득층보다 영양밀도가 높다 ($p < 0.01$). 인의 경우 저소득층이 중소득층보다 영양밀도가 더 높았고 ($p < 0.01$), 비타민 A의 경우 고소득층만 영양밀도가 1.03이고 중·저소득층은 에너지 섭취량에 비해서 비타민 A의 섭취량이 낮았다 ($p < 0.05$). 비타민 B₂는 경제수준에 상관없이 영양밀도가 낮으며 특히 중저소득층이 고소득층보다 더 낮았다 ($p < 0.05$).

4) 경제수준에 따른 영양소별 주요공급식품

경제수준별 각 영양소의 주요섭취식품의 섭취량은 Table

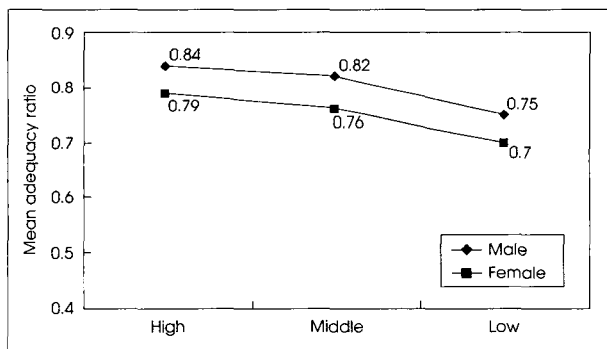


Fig. 2. Mean adequacy ratio by the sex and economic status.

7과 같다. 에너지의 경우 고소득층은 쌀에서 635.4 kcal로 주로 섭취되며 나머지는 돼지고기 > 라면 > 빵 순으로 섭취하며, 중소득층은 쌀에서 664.8 kcal로 주로 공급되며 돼지고기 > 라면 순이며, 저소득층은 쌀에서 742.1 kcal가 주로 공급되며 라면 > 돼지고기 > 국수 순으로 공급되고 있다. 단백질의 경우 고소득층은 쌀 11.9 g > 쇠고기 > 돼지고기 > 계 순으로 공급되고 있다. 중소득층은 쌀 12.4 g에서 공급되며 그 다음으로 돼지고기 > 쇠고기 > 계 순이다. 저소득층은 쌀 13.7 g에서 공급되며 그 다음으로 계 > 돼지고기 순서이다. 지방인 경우 고소득층이 돼지고기 4.9 g에서 공급되며 그 다음으로 쇠고기 > 콩기름 > 우유 순서이다. 중소득층은 돼지고기 4.4 g에서 공급되며 그 다음으로 콩기름 > 쇠고기 > 쌀 순서이다. 저소득층은 돼지고기 3.3 g에서 공급되며 그 다음으로 쌀 > 라면 순서이다. 칼슘의 경우 고소득층은 우유 72.14 mg에서 공급되며 그 다음으로 멸치 > 두부 > 배추김치 순서이다. 중소득층이 우유 53.6 mg에서 공급되며 그 다음으로 배추김치 > 멸치 > 두부 순서이다. 저소득층은 우유 35.9 mg에서 공급되며 그 다음으로 배추김치 > 멸치 > 두부 순서이다. 인의 경우 고소득층은 쌀 187 mg에서 공급되며 그 다음으로 우유 > 계란 > 쇠고기 순서이다. 중소득층이 쌀 196.8 mg에서 공급되며 그 다음으로 우유 > 계란 > 배추김치 순서이다. 저소득층은 쌀 217.8 mg에서 공급되며 그 다음으로 배추김치 > 우유 > 계란 순서이다. 철분인 경우 고소득층이 쌀 0.96 mg에서 공급되며 그 다음으로 쇠고기 > 배추김치 > 두부 순이다. 중소득층은 쌀 1.01 mg에서 공급되며 그 다음으로 무 > 배추김치 > 쇠고기 순이다. 저소득층은 쌀 1.1 mg에서 공급되며 그 다음으로 무 > 배추김치 > 두부 순이다. 비타민 A의 경우 고소득층이 당근 69.4 R.E.에서 공급되며 그 다음으로 고춧가루 > 김 > 시금치 순서이다. 중소득층은 당근 50.6 R.E.에서 공급되며 그 다음으로 김 > 고춧가루 > 배추김치 순서이다. 저소득층은 당근 43.5 R.E.에서 공급되며 그 다

Table 6. Nutrient density by the economic status

Nutrient	Economic status			Total
	High	Middle	Low	
Protein	1.24 (0.67) ^a	1.24 (0.66) ^a	1.24 (0.89) ^a	1.24 (0.72)
Ca	0.78 (0.48) ^{ab}	0.77 (0.49) ^b	0.80 (0.67) ^a	0.78 (0.53)
Fe ¹	1.63 (0.51) ^a	1.61 (0.50) ^a	1.61 (0.51) ^a	1.62 (0.50)
P ²	1.00 (0.62) ^{ab}	0.97 (0.58) ^b	1.02 (0.74) ^a	0.99 (0.63)
Vitamin A ^{1,2}	1.03 (1.06) ^a	0.98 (1.00) ^b	0.97 (1.00) ^b	1.00 (1.02)
Vitamin B ₁	1.34 (0.64) ^a	1.30 (0.64) ^b	1.32 (0.60) ^{ab}	1.32 (0.63)
Vitamin B ₂	0.89 (0.41) ^a	0.88 (0.46) ^a	0.88 (0.43) ^a	0.88 (0.43)
Niacin ^{1,2}	1.17 (0.53) ^a	1.13 (0.50) ^b	1.16 (0.55) ^a	1.15 (0.52)
Vitamin C ^{1,2}	2.51 (2.05) ^b	2.44 (2.12) ^b	2.63 (2.21) ^a	2.50 (2.11)

Note: 1) mean (std.); $p < 0.05$, One-way ANOVA and Duncan's multiple range test
 2) a,b,c: There are statistical differences by the economic status

Table 7. Major sources of foods for energy and nutrients by the economic status

Rank	Energy(Kcal)	Protein (g)	Fat (g)	Ca (mg)	Phosphorus (mg)	Fe (mg)
High						
1	Rice	635.40	11.86	4.94	72.14	186.97
2	Pork	64.52	4.77	3.32	35.01	60.83
3	Ramyn	48.03	4.42	2.70	29.60	42.90
4	Bread	47.43	3.06	2.18	29.54	40.92
5	Beef	46.42	2.28	2.05	16.00	38.62
6	Milk	41.09	2.17	1.99	14.52	36.34
7	Biscuits	33.98	1.61	1.82	12.38	32.10
8	Citrusfruit	32.12	1.59	1.53	9.85	20.17
9	Noodles	30.85	1.57	1.38	9.18	17.60
10	Egg	29.10	1.24	1.26	8.60	14.22
Total	1,008.94	34.57	23.17	236.82	490.67	4.39
Middle						
1	Rice	664.81	12.41	4.40	53.60	196.81
2	Pork	57.80	4.05	2.65	31.99	45.27
3	Ramyn	52.11	3.35	2.19	30.85	39.80
4	Bread	40.75	2.94	2.15	27.23	39.35
5	Biscuits	31.60	2.10	1.98	17.16	36.08
6	Beef	31.60	1.75	1.83	14.26	28.68
7	Milk	30.60	1.61	1.61	9.83	28.12
8	Egg	26.81	1.55	1.44	9.63	21.95
9	Noodles	25.60	1.49	1.15	8.28	16.44
10	Citrusfruit	25.55	1.34	1.07	7.45	14.49
Total	987.23	32.59	20.47	210.28	466.99	4.43
Low						
1	Rice	742.06	13.86	3.30	35.90	217.80
2	Ramyn	49.93	3.18	2.37	35.22	43.31
3	Pork	43.48	2.98	1.91	29.71	30.34
4	Noodles	33.84	2.67	1.88	23.20	29.66
5	Bread	33.66	1.56	1.71	20.93	27.63
6	Beef	24.33	1.47	1.35	19.86	27.53
7	Sweetpotato	21.08	1.41	1.08	10.68	22.98
8	Milk	20.54	1.27	0.99	10.01	15.23
9	Soju	20.48	1.25	0.91	8.75	14.19
10	Biscuits	20.35	1.21	0.81	8.48	13.81
Total	1,009.75	30.86	16.31	202.74	442.48	4.26

Table 7. Continued

Rank	Vitamin A (R.E.)			Vitamin B ₁ (mg)			Vitamin B ₂ (mg)			Niacin (mg)			Vitamin C (mg)		
High 1	Carrot	69.44	Rice	0.24	Milk	0.09	Rice	2.40	Citrusfruit	26.73					
2	Red pepper powder	46.61	Pork	0.15	Egg	0.08	Beef	1.24	Persimon	15.08					
3	Laver	43.43	Citrusfruit	0.07	Pork	0.05	Pork	1.16	Koreancabbage kimchi	8.88					
4	Spinach	42.13	Ramyn	0.07	Beef	0.05	Coffee	0.54	Spinach	4.93					
5	Koreancabbage kimchi	29.94	Yoghurt	0.05	Ramyn	0.05	Koreancabbage kimchi	0.51	Radish	4.50					
6	Egg	29.85	Koreancabbage kimchi	0.04	Citrusfruit	0.04	Mackerel	0.43	Radish kimchi	3.91					
7	Perilla leaf	22.97	Milk	0.03	Rice	0.04	Chicken	0.37	Cabbage	3.80					
8	Radish kimchi	20.69	Potato	0.02	Koreancabbage kimchi	0.04	Citrusfruit	0.34	Squash	2.72					
9	Milk	19.06	Beef	0.02	Laver	0.04	Tuna	0.27	Potato	2.57					
10	Pepper	15.49	Radish kimchi	0.02	Mackerel	0.02	Anchovy	0.24	Kumguat	2.19					
	Total	339.61	Total	0.71	Total	0.5	Total	7.50	Total	75.31					
Middle 1	Carrot	50.59	Rice	0.25	Milk	0.07	Rice	2.54	Citrusfruit	21.25					
2	Laver	47.59	Pork	0.13	Egg	0.07	Pork	1.10	Persimon	11.97					
3	Red pepper powder	43.71	Ramyn	0.08	Ramyn	0.05	Beef	0.97	Koreancabbage kimchi	9.60					
4	Koreancabbage kimchi	32.43	Citrusfruit	0.06	Pork	0.04	Koreancabbage kimchi	0.55	Cabbage	4.71					
5	Spinach	31.90	Yoghurt	0.05	Rice	0.04	Coffee	0.45	Radish	4.42					
6	Egg	27.39	Koreancabbage kimchi	0.04	Koreancabbage kimchi	0.04	Mackerel	0.41	Spinach	3.77					
7	Perilla leaf	27.06	Milk	0.02	Laver	0.04	Chicken	0.35	Radish kimchi	3.59					
8	Radish kimchi	18.41	Radish kimchi	0.02	Beef	0.04	Citrusfruit	0.27	Sweetpotato	3.34					
9	Milk	14.07	Potato	0.02	Citrusfruit	0.03	Tuna	0.23	Squash	2.13					
10	Pepper	13.09	Beef	0.02	Mackerel	0.02	Anchovy	0.22	Welshonion	2.03					
	Total	306.24	Total	0.69	Total	0.44	Total	7.09	Total	66.81					
Low 1	Carrot	43.51	Rice	0.28	Egg	0.05	Rice	2.81	Citrusfruit	14.36					
2	Red pepper powder	37.54	Pork	0.10	Ramyn	0.05	Pork	0.81	Koreancabbage kimchi	10.61					
3	Koreancabbage kimchi	35.65	Ramyn	0.07	Milk	0.05	Beef	0.70	Persimon	10.39					
4	Laver	33.86	Koreancabbage kimchi	0.04	Rice	0.04	Koreancabbage kimchi	0.61	Cabbage	7.62					
5	Spinach	30.27	Yoghurt	0.04	Koreancabbage kimchi	0.04	Coffee	0.29	Radish	5.45					
6	Radish kimchi	23.21	Citrusfruit	0.04	Pork	0.04	Chicken	0.28	Radish kimchi	4.15					
7	Egg	20.03	Radish kimchi	0.02	Laver	0.03	Mackerel	0.25	Spinach	3.68					
8	Pepper	11.10	Potato	0.02	Beef	0.03	Anchovy	0.21	Sweetpotato	3.04					
9	Perilla leaf	10.37	Milk	0.01	Citrusfruit	0.02	Yellowcroaker	0.19	Squash	2.07					
10	Welshonion	9.83	Sweetpotato	0.01	Spinach	0.02	Citrusfruit	0.18	Mul-kimchi	1.70					
	Total	255.37	Total	0.63	Total	0.37	Total	6.33	Total	63.07					

음으로 고춧가루 > 배추김치 순서이다. 비타민 B₁의 경우 고소득층은 쌀 0.24 mg에서 공급되며 그 다음으로 돼지고기 > 굴 > 라면 순서이다. 중소득층이 쌀 0.25 mg에서 공급되며 그 다음으로 돼지고기 > 라면 > 굴 순서이다. 저소득층은 쌀 0.28 mg에서 공급되며 그 다음으로 돼지고기 > 라면 > 배추김치 순서이다. 비타민 B₂의 경우 고소득층은 우유 0.09 mg에서 공급되며 그 다음으로 계란 > 돼지고기 > 쇠고기 순이다. 중소득층이 우유 0.07 mg에서 공급되며 그 다음으로 계란 > 라면 순서이다. 저소득층은 계란 0.05 mg에서 공급되며 그 다음으로 라면 > 우유 > 쌀 순이다. 나이아신의 경우 고소득층은 쌀 2.4 mg에서 공급되며 그 다음으로 쇠고기 > 돼지고기 순서이다. 중소득층이 쌀 2.54 mg에서 공급되며 그 다음으로 돼지고기 > 쇠고기 > 배추김치 순서이다. 저소득층은 쌀 2.81 mg에서 공급되며 그 다음으로 돼지고기 > 쇠고기 > 배추김치 순서이다. 비타민 C인 경우 고소득층이 굴 26.73 mg에서 공급되며 그 다음으로 감 > 배추김치 순서이다. 중소득층은 굴 21.3 mg에서 공급되며 그 다음으로 감 > 배추김치 > 배추 순서이다. 저소득층은 굴 14.36 mg에서 공급되며 그 다음으로 배추김치 > 감 > 배추 순서이다.

요약 및 결론

본 연구는 1998년 국민영양조사자료를 이용하여 한국인의 경제수준별 영양섭취현황과 질적평가를 분석하고자 하였다. 경제수준별로 분류하기 위하여 1998년 최저생계비 기준에 의한 빈곤선을 이용하여 조사대상자중에서 가족 수에 따른 빈곤선 이하의 수입은 저소득층으로 분류하고 각 기준의 두배 이상의 수입이 있으면 고소득층으로 하고 그 중간의 수입을 가진 경우 중산층으로 하였다. 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사대상자들의 경제수준별 분포는 고소득층은 3764명 (36.1%), 중소득층은 4229명 (40.7%) 및 저소득층은 2407명 (23.1%)이었다. 고소득층은 30~39세가 많고, 교육수준이 높으며, 대도시에 많이 살고 있었다. 저소득층은 노인층이 많았다.

2) 경제수준에 따른 영양소별 섭취량은 고소득층이 중·저소득층에 비하여 모든 영양소의 섭취량이 높았다 ($p < 0.01$). 에너지의 주요 공급원은 고소득층이 중·저소득층보다 단백질이나 지방에 의한 에너지 공급율이 높고 저소득층은 탄수화물에서 주로 공급하고 있다 ($p < 0.01$). 한국인의 지방섭취는 WHO 권장기준보다 낮는데 경제수준이 낮을수록 그 차이가 더욱 커지며 탄수화물은 그 반대의

경향을 보이고 있다.

3) 경제수준에 따른 영양소별 영양권장량에 대한 평균 섭취비율은 경제수준이 높을수록 높았다 ($p < 0.01$). 고소득층인 경우 75% 미만으로 낮게 섭취한 영양소는 없으나 에너지, 칼슘, 철분, 및 비타민 B₂가 권장량보다 낮다. 또한 중소득층인 경우 에너지, 칼슘, 철분, 비타민 A 및 비타민 B₂를, 저소득층은 에너지, 칼슘, 철분, 비타민 A, 비타민 B₂ 및 나이아신이 영양권장량보다 낮게 섭취하고 있다. 특히 칼슘과 비타민 B₂의 섭취수준이 경제수준에 상관없이 권장량수준이하로 나타나 그동안 식생활이 급격히 향상되었음에도 아직까지 후진국형 영양소의 결핍이 존재하고 있다. 또한 모든 영양소에서 영양권장량의 75% 미만을 섭취하는 조사대상자는 저소득층의 비율이 높았고 125% 이상을 섭취하는 경우는 고소득층일수록 높았다 ($p < 0.01$).

4) 에너지, 단백질, 칼슘, 인, 철분, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 나이아신 및 비타민 C에 대한 영양섭취적정도 (NAR)와 평균영양섭취적정도 (MAR)는 경제수준이 높을수록 남자일 때 각각 높게 나타났다 ($p < 0.01$). NAR이 0.75 이하인 영양소는 고소득층인 경우 남자는 칼슘과 비타민 A이고 여자는 칼슘, 인, 비타민 A 및 비타민 B₂이며 중소득층인 경우 남자는 칼슘, 비타민 A 및 비타민 B₂이고 여자는 칼슘, 인, 비타민 A 및 비타민 B₂였고 저소득층인 경우 남자는 칼슘, 비타민 A 및 비타민 B₂이고 여자는 칼슘, 인, 비타민 A 및 비타민 B₂이었다.

5) 각 영양소를 공급하는 주요식품의 종류는 경제수준별로 큰 차이는 없으나 지방의 경우 고소득층은 돼지고기 > 쇠고기 > 콩기름, 중소득층은 돼지고기 > 콩기름 > 쇠고기, 저소득층은 돼지고기 > 쌀 > 라면 등에서 주로 섭취하고 철분의 경우 고소득층은 쌀 > 쇠고기 > 배추김치, 중·저소득층은 쌀 > 무 > 배추김치에서 많이 섭취하며 비타민 B₂의 경우 고소득층은 우유 > 계란 > 돼지고기, 중소득층은 우유 > 계란 > 라면, 저소득층은 계란 > 라면 > 우유에서 주로 섭취하여 영양소의 질적인 차이가 있었다.

결론적으로 영양소의 섭취량과 질적인 면에서 경제수준이 높을수록 영양소 섭취량과 섭취비율이 높았다. 그러나 칼슘과 비타민 B₂의 섭취수준은 경제수준에 상관없이 영양권장량이하로 섭취하였다. 평균적으로 에너지를 공급하는 탄수화물은 경제수준에 상관없이 WHO의 적정기준보다 모두 높으나 저소득층일수록 탄수화물에 많이 의존하고 단백질이나 지방의 비율은 중·저소득층일수록 낮아져서, 적절한 에너지 섭취 형태를 가지고 있는 인구 집단에 대해서 경제수준별로 파악이 요구된다. 또한 경제수준별 영양소에 대한 주요공급식품에 큰 차이는 없으나 고소득층이 상

대적으로 영양밀도가 높은 식품을 섭취하였다.

따라서 영양소 섭취양상과 영양소 공급식품을 볼 때 영양소의 과잉 또는 부족으로 인하여 생기는 질환을 사전에 예방할 수 있도록 영양정책이나 프로그램을 만들기 위해서는 경제 수준별로 차별화 된 접근이 필요하다. 또한 같은 경제 수준 안에서 영양소 섭취 양상에 영향을 주는 결정인자나 영양소 섭취에 따른 건강 상태에 대한 연구가 되어서 적절한 대책을 경제 수준에 맞게 세울 수 있도록 하여야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Ministry of Health and Welfare. Report on 1998 National Health and Nutrition survey, 1999
- 2) Park HR, Lee KH, Ryu JS. Analysis of food consumption patterns by income levels using annual report on family income and expenditure survey. *Korean J Community nutrition* 2(4): 633-646, 1997
- 3) Roos EB, Hirvonen T, Mikkila V, Karvonen S, Rimpela M. Household educational level as a determinant of consumption of raw vegetables among male and female adolescents. *Preventive Medicine* 33: 282-291, 2001
- 4) Roux CR, Couedic PL, Durand-Gasselien S, Luquet FM. Consumption patterns and food attitudes of a sample of 657 low-income people in France. *Food Policy* 25: 91-103, 2000
- 5) Kim MK, Ki MR, Bang KY, Kim KR, Choi BY, Kwon YJ, Lee SS, Kim C, Kang YJ. The effect of parental socioeconomic status on the nutrient intake of urban and rural adolescents. *Korean J Community Nutrition* 3(4): 542-555, 1998
- 6) Lee OH. A comparison of nutritional status and muscle strength of elderly women in a social welfare center and those residing at home. *Korean J Community Nutrition* 7(5): 603-614, 2002
- 7) Lee HO. A study on relationship between food preference and food intake of Korean women. *Korean Home Economics Assoc* 22(4): 49-76, 1984
- 8) Hupkens CL, Knibbe RA, Drop MJ. Social class differences in women's fat and fibre consumption: A cross-national study. *Appetite* 28: 131-149, 1997
- 9) Siega-Riz AM, Popkin BM, Carson T. Difference in food patterns at breakfast by sociodemographic characteristics among a nationally representative sample of adults in the United States. *Preventive Medicine* 30: 415-424, 2000
- 10) Xie B, Gilliland FD, Li Y, Rockett HRH. Effects of ethnicity, family income, and education on dietary intake among adolescents. *Preventive Medicine* 36: 30-40, 2003
- 11) Soriano JM, Molto JC, Manes J. Dietary intake and food pattern among university students. *Nutrition Research* 20(9): 1249-1258, 2000
- 12) Lee HS, Kye SH, Kim BH, Kim CI. Nutrient intake and related factors in middle-aged urban adults. *Korean J Community Nutrition* 6(3S): 516-526, 2001
- 13) Shim JE, Paik HY, Moon HK, Kim YO. Comparative analysis and evaluation of dietary intakes of Korean by age groups: (1) Nutrient intakes. *Korean J Nutrition* 34(5): 554-567, 2001
- 14) Edmonds J, Baranowskr T, Baranowskr J, Cullen KW, Mgres D. Ecological and socioeconomic correlates of fruit, juice, and vegetable consumption among Africanamerican boys. *Preventive medicine* 32: 476-481, 2001
- 15) Kim YO. Food and nutrient consumption patterns of Korean adults by socioeconomic status. *Korean J Community Nutrition* 6(4): 645-656, 2001