

## 수면시간과 비만, 열량영양소 섭취비율 및 신체 활동량과의 관련성

백인경 · 신철<sup>1)†</sup>

국민대학교 자연과학대학 식품영양학과, <sup>1)</sup>고려대학교 의과대학 안산병원 내과학교실

### Association of Daily Sleep Duration with Obesity, Macronutrient Intake, and Physical Activity

Inkyung Baik, Chol Shin<sup>1)†</sup>

Department of Foods and Nutrition, College of Natural Sciences, Kookmin University, Seoul, Korea

<sup>1)</sup>Department of Internal Medicine, Korea University Ansan Hospital, Ansan, Korea

#### Abstract

There are a few studies that reported the association of sleep duration with calorie intake and energy expenditure. Using cross-sectional data from a population-based prospective study, we evaluated the association of sleep duration with indicators of obesity including body mass index and waist circumference, calorie intake and its proportion of macronutrients, and physical activity. The study subjects were 4,226 male and female adults, who were aged 40 to 69 years and were free of diagnosed cardiovascular disease, diabetes mellitus, and dyslipidemia at baseline. Robust regression analysis was used to analyze associations. The study found that sleep duration is inversely associated with waist circumference, calorie intake, and percent of calories from fat intake and is positively associated with percent of calories from carbohydrate intake and physical activity. The inverse association between sleep duration and waist circumference was stronger among men than among women. The inverse association between sleep duration and calorie intake was stronger among women than among men and such association was also stronger among obese persons than those with a normal body mass index. The positive association between sleep duration and physical activity was strongly demonstrated regardless of sex or obesity. Physical activity is positively associated with sleep duration independent of potential confounding factors including age, sex, income, occupation, marital status, education, smoking status, waist circumference, calorie and macronutrient intake, and alcohol intake. (*Korean J Community Nutr* 16(3) : 315~323, 2011)

**KEY WORD** : sleep duration · obesity · calorie intake · macronutrient intake · physical activity

#### 서론

수면시간은 비만 및 비만과 관련된 만성질환과 밀접한 관련성을 갖는다. 즉, 짧은 수면은 비만, 당뇨병, 고혈압, 심혈

관계질환의 발병 위험(Ayas 등 2003; Taheri 등 2004; Gottlieb 등 2006; Yaggi 등 2006) 및 사망률을 증가시키는 것으로 보고되었다(Kripke 등 2002). 이러한 관련성에 대한 기전은 아직 명확히 밝혀지지 않았지만, 식량자원이 풍부한 환경 가운데 수면장애와 스트레스로 인한 과잉 섭취가 동반되면 비만 및 대사이상에 직접, 간접적으로 영향을 미친다고 한다(Patel & Hu 2008). 또한 수면장애가 없더라도 수면 시간이 짧아지면 상대적으로 음식을 섭취하는데 할애할 수 있는 시간이 길어져 섭취량이 더 증가하고 체중증가를 초래할 수 있다(Nedeltcheva 등 2009). 한편, 생리적인 기전으로 짧은 수면시간이 식욕 조절 호르몬인 렙틴과 그렐린 분비의 불균형 상태를 초래하여 과잉 섭취를 자극시키고 이로 인해 에너지 불균형과 체중 증가를 유도하는 것으로 제시되었다(Knutson & Van Cauter 2008). 하지만, 짧은 수면시간과 열량 섭취의 관련성에 대한 역학적 연구 자료가 아

접수일: 2011년 5월 23일 접수  
수정일: 2011년 6월 16일 수정  
채택일: 2011년 6월 20일 채택

\*This work was supported by a grant of the Korea Centers for Disease Control and Prevention (budgets 2001-347-6111-221, 2002-347-6111-221) and by National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (2010-0007166)

†Corresponding author: Chol Shin, Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine Korea University Ansan Hospital, 516 Gojandong, Danwongu, Ansan, Gyeonggi-do 425-707, Korea  
Tel: (031) 412-5606, Fax: (031) 412-5604  
E-mail: chol-shin@korea.ac.kr

직 제한적이고 그 결과가 서로 부합하지 않게 나타나고 있다 (Rontoyanni 등 2007; Shi 등 2008; Schmid 등 2009; Weiss 등 2010). 특히 중국인(Shi 등 2008) 및 미국인(Weiss 등 2010)을 대상으로 한 연구에서 수면시간이 부족할 때 연구 대상자의 지방 섭취량이 증가하는 것으로 나타났는데, 한국인에서 수면시간에 따라 어떤 열량영양소 섭취가 관련되는지 아직 보고된 바 없다. 열량섭취와 함께 신체 활동을 통한 열량소비량과의 관련성을 수면시간과 살펴 분석하는 연구는 전무하고, 한 인체 실험 연구(Nedeltcheva 등 2009)는 수면시간과 열량소비량이 무관한 것으로 보고하였다.

본 연구는 지역사회 기반의 코호트 연구 자료를 이용하여 한국인에서의 수면시간이 비만 지표, 총 열량 및 열량영양소 섭취량, 신체활동량 등과 어떤 관련성을 나타내는지 분석하고, 적절한 수면시간을 유지하거나 혹은 수면부족 가운데 에너지 균형 상태를 이루기 위한 영양학적 제안을 제시해 보고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상 및 기간

본 연구대상은 한국인 유전체역학 코호트 조사사업(Korean Genome Epidemiology Study, KoGES) 중 하나인 안산 지역사회 기반의 전향적 코호트 연구에 포함된 남녀 성인으로, 코호트 연구 내용에 대한 자세한 사항은 이미 보고된 바 있다(Baik & Shin 2008). 코호트 연구의 기초조사는 2001년에서 2002년 사이에 수행되었는데 당시 경기도 안산시에 거주했던 5,012명(이들 중 생물학적 연령이 40에서 69세였던 대상자는 5,007명)의 한국인 남녀 성인이 종합적인 건강검진 및 설문조사를 위하여 고려대학교 의과대학 안산병원을 방문하였다. 코호트 연구 참여자들은 거의 동일한 건강검진 및 설문조사를 2년마다 반복하여 수검하였고, 매 검진마다 고려대학교 의과대학 안산병원의 인간대상연구 심사위원회(Human Subjects Review Committee)의 승인을 거친 연구참여 동의서에 서명을 하였다.

본 연구는 수면시간과 관련하여 식습관 및 신체활동에 대한 생활습관 상태를 분석하고자 계획했기 때문에 만성질환 특히 심혈관계질환, 당뇨병, 고지혈증의 진단으로 인한 식습관 및 신체활동량의 변화를 최소화하기 위해 2001년과 2002년 사이의 설문조사에서 상기 질환에 대한 의사 진단을 받은 적이 없는 것으로 답했던 4,303명의 참여자들을 연구 대상 적격자로 하였다. 또한 기초조사 당시 인체계측 및 설문조사를 완료했던 4,226명을 최종적으로 연구 대상으로 포함시켰다.

### 2. 설문조사로부터의 변수

훈련된 연구원들에 의해 설문조사가 수행되었는데, 그 설문 내용은 대상자의 일반적 특성 및 건강 상태와 질병에 관한 사항, 질병의 가족력, 수면 및 생활 습관, 영양섭취 상태 등을 포함하였다. 특히 수면시간에 대한 질문은 “당신의 평소 수면시간은 몇 시간입니까?”로 시간과 분의 단위로 답하도록 하였다. 평소의 영양섭취 상태는 반정량 식품섭취 빈도조사지(semi-quantitative food frequency questionnaire; FFQ)를 이용하여 조사하였다. 그 방법은 Ahn 등(2007)의 연구에 의해 자세히 설명된 바 있는데, 103종의 식품 목록에 대해서 지난 해 동안 섭취했던 평균 섭취횟수(9종의 범주: 거의 안먹음, 월 1회, 월 2~3회, 주 1~2회, 주 3~4회, 주 5~6회, 하루 1회, 하루 2회, 하루 3회 이상) 및 1회 섭취분량(3종의 범주)에 대해 답하도록 하였고 이때 연구 조사원들이 제시한 섭취분량에 대한 사진을 참고하도록 하였다. FFQ의 식품섭취 상태 정보를 영양소 섭취량으로 환산하기 위해서 농촌진흥청 발행의 식품성분분석표에 나타난 식품 별 영양소 함유 정보를 이용하여 하루 평균 영양소 섭취량이 계산되었다. 따라서 하루 평균 총 열량(kcal/day), 탄수화물(g/day), 지방(g/day), 단백질(g/day) 섭취량이 계산되었고, 3대 열량영양소 각각은 열량 섭취량에 대한 백분율 값으로 환산되어 본 연구 분석에서 사용되었다. 음주량 및 신체활동량 환산에 대해서는 Baik 등(2008)의 보고에서 설명된 바 있다. 요약적으로 설명하면, 음주량은 음주 종류에 따라 제시된 표에 설문조사 전 1달 동안의 평균적인 음주 횟수 및 1회 음주량을 적어 넣도록 하였고, 이 표로부터의 정보를 기초로 하루 평균 음주량(gram/day)이 환산되었다. 신체활동량은 5종의 신체활동 강도 범주에 따라 시간을 적도록 하였고, 총 활동대사량(total metabolic equivalent, MET-hours) 이 환산되었다.

### 3. 인체계측으로부터의 변수

본 연구에서는 체질량지수(body mass index, kg/m<sup>2</sup>) 및 허리둘레를 비만 지표로 사용하였는데, 이는 연구의 건강검진 프로토콜에 따라 훈련된 연구원의 인체계측으로부터 얻어졌다. 체질량지수 계산을 위해 체중과 신장이 측정되었는데, 연구 대상자가 신발을 신지 않고 환자용 의복을 입은 상태에서 측정이 이루어졌고, 측정치는 소수 첫째 자리까지 기록되었다. 허리둘레 측정은 대상자가 두 팔을 들고 두 다리를 붙여 똑바로 서있는 상태에서 늑골과 장골 사이 가장 가는 허리 부위의 둘레를 3회 반복 측정하여 소수 첫째 자리 측정치까지 기록되었고 그 평균값이 계산되었다.

#### 4. 통계학적 분석

수면시간과 비만 지표 및 영양섭취량의 관련성이 비선형성 (nonlinearity) 혹은 문턱 효과(threshold effects)의 관련성으로 나타날 가능성이 있기 때문에 수면시간을 연속 변수로 분석하기보다 범주형 변수로 분석하였다. 따라서 수면시간이 4군(5시간 미만, 5시간 이상 및 6시간 미만, 6시간 이상 및 7시간 미만, 7시간 이상)으로 나뉘었고 군 간 일반사항 변수의 분포 차이는 chi-square test 를 이용하여, 비만 지표, 영양섭취, 음주량, 신체활동량 등의 변수들의 평균 차이는 ANOVA (analysis of variance) test를 이용하여 분석되었다. 또한 수면시간과 비만 지표, 영양섭취, 음주량, 신체활동량 등의 변수와의 관련성은 이들 변수들의 비대칭적 분포 때문에 로버스트 회귀분석법(robust regression analysis)이 사용되었다. 분석은 모든 연구 대상자를 포함한 분석과 성별 혹은 체질량지수 ( $25 \text{ kg/m}^2$  기준)에 따른 층화 분석(stratified analysis)으로 수행되었다. 관련성에 대한 결과는 회귀계수(coefficient) 및 95% 신뢰구간 (95% confidence interval, 95% CI)으로 나타내었는데, 이는 독립변수를 범주형 변수인 수면시간으로 하고 종속변수를 연속형 변수인 체질량지수, 허리둘레, 신체활동량, 열량 및 열량영양소 섭취량 등으로 하여 회귀분석 하였을 때 혹은 독립변수를 허리둘레, 신체활동량, 열량 및 열량영양소 섭취량 등의 연속형 변수로 하고 종속변수를 연속형 변수인 수면시간으로 하였을 때 추정되었다. 각 회귀계수의 통계적 유의 수준 및 수면시간의 4군에 따른 선형 경향성 p 값(p-value for trend)이 결과와 함께 표시되었다. 선형 경향성 p 값은 수면시간에 따른 4군 각각의 중위도 값이 대표값으로 회귀분석에서 사용되었을 때 얻어졌다. 회귀 모델에 고려된 공변수는 기초 조사시의 대상자의 연령, 성별, 경제적 여건, 직업, 결혼 및 동거 여부, 교육 정도, 흡연 및 음주 여부 및 양, 신체활동량, 영양섭취 상태 등이었다. 모든 자료의 통계적 처리를 위해 SAS 프로그램(SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)이 사용되었고, 통계적 유의 수준은 양측 검정 0.05 수준에서 이루어졌다.

## 결 과

본 연구 대상자에서 평균적인 수면시간이 5시간 미만인 사람들은 6.5%, 5시간에서 6시간 미만이 13.8%, 6시간에서 7시간 미만이 31.2%, 7시간 이상 수면을 취한다는 사람들은 48.5%의 분포를 나타냈다. 이러한 수면시간에 따른 군 사이의 일반적인 특성은 Table 1에 비교되었다. 수면시간이 짧을수록 높은 연령, 적은 수입, 낮은 흡연자 비율,

증가된 체질량지수, 감소된 신체활동량, 감소된 음주량 등의 특성을 나타냈다. 또한 여성이거나 직업이 일반 사무직인 사람일수록 짧은 수면시간을 취하는 것으로 나타났다(Table 1).

Table 2는 독립변수인 수면시간 4군 가운데 6시간 이상 7시간 미만 사이의 군을 비교군으로 하여 회귀분석 하였을 때 나타난 다른 군의 회귀계수 및 95% 신뢰구간을 보여주고 있다. 특히 다중 회귀 분석 결과를 보면, 7시간 이상 수면을 취하는 군은 비교군에 비해 허리둘레가 0.55 cm 가량 유의적으로 감소되어 있음을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 하지만 수면시간과 허리둘레 사이 관련성의 선형 경향성은 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 신체활동량과의 관련성에서는 5시간 미만의 수면을 취하는 군은 유의적으로 -1.60의 감소된 값을 나타냈고( $p < 0.01$ ), 반면 7시간 이상의 수면을 취하는 군은 유의적으로 1.18의 증가된 값을 나타내어( $p < 0.01$ ) 결과적으로 아주 강한 선형적 관련성을 보여주었다( $p < 0.001$ ). 열량 섭취량과의 관련성에서는 7시간 이상 수면을 취하는 군은 비교군에 비해 49 kcal 가량의 감소된 값을 나타냈다( $p < 0.01$ ). 다른 군의 회귀계수는 통계적으로 유의적인 결과를 나타내지 않았지만 전체적인 선형 경향성은 통계적으로 유의하게 나타났다( $p < 0.05$ ). 열량영양소 및 음주 섭취량과 수면시간 군의 관련성에서 통계적으로 유의한 회귀계수는 나타나지 않았지만, 선형 경향성 분석에서 수면시간이 증가할수록 총 열량에 대한 탄수화물 섭취량의 백분율은 유의적으로 증가하고( $p < 0.01$ ), 지방 섭취량의 백분율은 유의적으로 감소하는 것( $p < 0.01$ )으로 나타났다.

Table 2와 동일한 분석법을 성별로 나누어 층화 분석한 다중 회귀분석 결과가 Table 3에 나타나 있다. Table 2와 마찬가지로 6시간 이상 7시간 미만 사이 수면을 취한 군을 비교군으로 사용하였다. 남성에서 7시간 이상 수면을 취하는 군의 허리둘레가 비교군에 비해 0.79 cm 가량 유의적으로 감소되어 나타났고( $p < 0.05$ ) 선형 경향성 역시 유의한 관련성을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 또한 7시간 이상 수면을 취하는 남성은 비교군에 비해 유의하게 증가된 신체활동량( $p < 0.01$ )을, 전체적인 관련성도 양의 상관관계( $p < 0.001$ )를 나타냈다. 열량 섭취량과 수면시간의 관련성은 유의하지 않았지만, 총 열량에 대한 지방 섭취량의 백분율은 수면시간이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향( $p < 0.05$ )을 나타냈다. 여성에서의 회귀 분석 결과가 유의하게 나타난 변수는 신체활동량과 열량 섭취량이었다. 신체활동량은 5시간 미만의 수면을 취하는 군에서 유의적으로 감소되어 나타났고( $p < 0.01$ ) 7시간 이상의 수면을 취하는 군에서는 유의적으로 증가되어( $p < 0.01$ ) 나타났으며, 유의적인 선형적 관련성을 보여주었다( $p < 0.001$ ). 열량 섭취량은 7시간 이상의

**Table 1.** Baseline characteristics across categories of daily sleep duration among 4,226 persons

Variables	Daily sleep duration (no of total subjects)				p-value for trend
	<5 hours (273)	5-5.9 hours (584)	6-6.9 hours (1,318)	≥ 7 hours (2,051)	
Median [range] of sleep hours	4.0 [1.0 – 4.8]	5.0 [5.0 – 5.8]	6.0 [6.0 – 6.8]	7.5 [7.0 – 12.0]	
Age, years	50.2 ± 8.7	48.8 ± 7.6	48.0 ± 7.0	48.3 ± 7.5	< 0.001
Women, %	64.5	59.6	51.6	45.3	< 0.001
Income wage < 10 <sup>6</sup> Won/month <sup>1)</sup> , %	24.2	15.8	11.2	13.3	< 0.001
Office workers, %	57.9	49.8	47.8	44.2	< 0.001
Married, %	89.0	91.3	93.0	92.4	0.10
Education >9 years, %	44.0	37.5	34.1	36.2	0.08
Current smokers, %	19.8	17.0	22.4	27.1	< 0.001
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	25.0 ± 3.4	24.5 ± 2.9	24.6 ± 2.9	24.5 ± 2.9	< 0.05
Obesity (≥ 25 kg/m <sup>2</sup> ), %	47.6	43.7	42.9	40.7	< 0.05
Waist circumference, cm	80.8 ± 9.3	79.7 ± 8.6	80.4 ± 8.3	80.2 ± 8.2	0.55
Abdominal obesity among men <sup>2)</sup> , %	19.6	15.7	19.1	15.6	0.25
Abdominal obesity among women <sup>2)</sup> , %	26.7	19.3	17.5	18.6	0.07
Physical activity, MET-hours/day <sup>3)</sup>	21.9 ± 9.2	23.2 ± 9.0	24.0 ± 9.2	25.0 ± 9.1	< 0.001
Daily consumption among men					
Calorie, kcal	1930.2 ± 610.6	1957.6 ± 391.0	1961.0 ± 443.7	1943.8 ± 457.1	0.77
Carbohydrate, g	328.9 ± 107.5	332.1 ± 57.8	333.3 ± 69.7	331.2 ± 69.4	0.73
Carbohydrate, % of calorie	68.5 ± 6.0	68.4 ± 5.2	68.5 ± 5.7	68.7 ± 5.4	0.66
Fat, g	35.3 ± 16.8	36.2 ± 14.2	36.3 ± 15.3	35.5 ± 15.8	0.86
Fat, % of calorie	16.1 ± 4.7	16.2 ± 4.0	16.2 ± 4.4	15.9 ± 4.3	0.72
Protein, g	68.0 ± 24.5	69.7 ± 19.8	69.0 ± 21.1	68.5 ± 21.3	0.89
Protein, % of calorie	14.0 ± 2.1	14.1 ± 1.9	13.9 ± 2.0	14.0 ± 1.9	0.67
Alcohol consumption, g/day	19.3 ± 27.9	18.7 ± 29.4	23.2 ± 34.4	19.6 ± 31.3	0.61
Daily consumption among women					
Calorie, kcal	1792.9 ± 594.2	1782.2 ± 507.0	1811.9 ± 558.7	1753.9 ± 540.8	0.53
Carbohydrate, g	312.5 ± 96.3	309.8 ± 82.6	313.8 ± 85.9	305.9 ± 85.5	0.47
Carbohydrate, % of calorie	70.4 ± 5.7	70.0 ± 5.7	69.9 ± 5.8	70.3 ± 5.9	0.80
Fat, g	29.8 ± 16.8	30.2 ± 15.6	30.9 ± 18.8	29.1 ± 17.3	0.74
Fat, % of calorie	14.4 ± 4.7	14.7 ± 4.7	14.8 ± 4.5	14.5 ± 4.6	0.81
Protein, g	63.1 ± 24.9	62.4 ± 21.0	64.1 ± 26.6	61.6 ± 26.4	0.69
Protein, % of calorie	13.9 ± 1.9	13.9 ± 1.9	14.0 ± 2.0	13.9 ± 2.1	0.84
Alcohol consumption, g/day	2.4 ± 8.2	1.8 ± 7.3	1.5 ± 4.6	2.0 ± 7.3	0.43

1) Approximately corresponding to the government-set-minimum wage for a family of three persons

2) Abdominal obesity is defined as having waist circumference of 90cm or greater for men and of 85cm or greater for women

3) Average daily metabolic equivalents-hours

수면을 취하는 군이 비교군에 비해 64 kcal 가량 유의적으로 감소된 값 ( $p < 0.01$ )을 보였고, 전체적인 선형적 관련성도 유의하게 ( $p < 0.01$ ) 나타났다. 이때 특정 열량영양소 섭취량과 수면시간이 유의적인 관련성을 나타내지 못했지만, 수면시간이 증가될수록 탄수화물 섭취 비율은 증가되고 지방 섭취 비율은 감소되는 방향성을 보여주었다.

Table 4는 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup>을 기준으로 두 군으로 나누어 층화 분석한 다중 회귀분석 결과를 보여주고 있다. 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 미만의 정상 체중군 및 그 이상의 비만군 모두에서 신체활동량과 수면시간이 강한 양의 관련성

( $p < 0.001$ )을 나타냈다. 정상 체중군에서는 5시간 미만의 수면을 취하는 군 혹은 7시간 이상의 수면을 취하는 군에서 통계적인 유의성 ( $p < 0.05$  혹은  $p < 0.01$ )을 나타냈고, 비만군에서는 7시간 이상의 수면을 취하는 군에서만 유의성 ( $p < 0.05$ )을 나타냈다. 열량섭취량과의 관련성 면에서 7시간 이상의 수면을 취하는 정상 체중군 및 비만군에서 각각의 비교군에 비해 유의하게 감소된 값을 나타냈다 ( $p < 0.05$ ). 특히 비만군에서는 열량섭취량과 수면시간의 선형 관련성이 유의하게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 그 외 결과로, 정상 체중군에서 수면시간이 5시간 이상 및 6시간 미만인 사람들은 비교

**Table 2.** Association of daily sleep duration with obesity, physical activity, and intake

Dependent variables	Models	Coefficients (95% CI) from regression analyses according to sleep duration				p-value for trend
		< 5 hours	5 – 5.9 hours	6 – 6.9 hours	≥ 7 hours	
Body mass index	Age-adjusted	0.24 (–0.14, 0.62)	–0.11 (–0.39, 0.18)	Reference	–0.12 (–0.32, 0.08)	0.14
	Multivariate adjusted	0.29 (–0.09, 0.67)	–0.07 (–0.35, 0.21)	Reference	–0.10 (–0.30, 0.10)	0.12
Waist circumference	Age-adjusted	–0.18 (–1.29, 0.94)	–1.02 (–1.85, –0.19)*	Reference	–0.22 (–0.81, 0.37)	0.40
	Multivariate adjusted	0.45 (–0.56, 1.45)	–0.57 (–1.32, 0.18)	Reference	–0.55 (–1.09, –0.02)*	0.09
Physical activity	Age-adjusted	–1.83 (–2.82, –0.85)**	–0.39 (–1.13, 0.35)	Reference	1.14 (0.62, 1.66)**	< 0.001
	Multivariate adjusted	–1.60 (–2.59, –0.62)**	–0.37 (–1.11, 0.36)	Reference	1.18 (0.67, 1.71)**	< 0.001
Calorie intake	Age-adjusted	–74.65 (–131.51, –17.79)*	–20.99 (–63.42, 21.44)	Reference	–39.12 (–69.25, –9.00)*	0.61
	Multivariate adjusted	–38.38 (–93.36, 16.60)	–0.15 (–41.02, 40.73)	Reference	–48.46 (–77.57, –19.34)**	< 0.05
Carbohydrate intake <sup>1)</sup>	Age-adjusted	0.21 (–0.51, 0.93)	–0.01 (–0.55, 0.52)	Reference	0.16 (–0.23, 0.54)	0.61
	Multivariate adjusted	–0.32 (–1.01, 0.38)	–0.26 (–0.77, 0.26)	Reference	0.28 (–0.09, 0.64)	< 0.01
Fat intake <sup>1)</sup>	Age-adjusted	–2.23 (–0.80, 0.34)	–0.06 (–0.48, 0.37)	Reference	–0.15 (–0.45, 0.15)	0.69
	Multivariate adjusted	0.19 (–0.36, 0.74)	0.13 (–0.28, 0.54)	Reference	–0.28 (–0.57, 0.01)	< 0.01
Protein intake <sup>1)</sup>	Age-adjusted	0.04 (–0.21, 0.29)	0.05 (–0.14, 0.24)	Reference	–0.04 (–0.17, 0.10)	0.29
	Multivariate adjusted	0.15 (–0.10, 0.39)	0.09 (–0.09, 0.27)	Reference	–0.03 (–0.16, 0.10)	0.10
Alcohol intake <sup>2)</sup>	Age-adjusted	–0.02 (–0.05, 0.01)	0.01 (–0.02, 0.03)	Reference	0.01 (–0.003, 0.03)	< 0.05
	Multivariate adjusted	–0.01 (–0.04, 0.02)	0.01 (–0.02, 0.03)	Reference	0.01 (–0.01, 0.03)	0.10

Abbreviation: CI, confidence interval, \*: p-value < 0.05; \*\*: p-value < 0.01

In a multivariate model, data are adjusted for age, sex, body mass index, income (wage < 10<sup>6</sup> Won/month, 10<sup>6</sup> + Won/month), occupation (office workers or non-office workers and housework), marital status (married, other status), education (< 9 years, 9+ years), smoking status (non-smoker, current smoker; ≤ 10, 10 – 20, and > 20 cigarettes/day), alcohol intake (lifetime abstainers, current abstainers, current alcohol consumption; < 5.1 g, 5.1 – 15, 15.1 – 30, > 30 g/day), quintiles of physical activity (MET-hours/day), and quintiles of calorie intake; however, body mass index is not included as a covariate for waist circumference and calorie intake is not included for macronutrient intake.

1) percent of calorie, 2) grams per day

**Table 3.** Association of daily sleep duration with obesity, physical activity, and intake by sex

Dependent Variables	Coefficients (95% CI) from regression analyses according to sleep duration				p-value for trend
	< 5 hours	5 – 5.9 hours	6 – 6.9 hours	≥ 7 hours	
<b>Men</b>					
No of subjects [%]	97 [4.6]	236 [11.3]	638 [30.5]	1,123 [53.6]	
Body mass index	0.19 (–0.40, 0.78)	–0.16 (–0.57, 0.25)	Reference	–0.23 (–0.50, 0.04)	0.11
Waist circumference	0.84 (–0.73, 2.41)	–0.48 (–1.57, 0.62)	Reference	–0.79 (–1.50, –0.07)*	< 0.05
Physical activity	–1.22 (–2.92, 0.49)	–0.40 (–1.59, 0.79)	Reference	1.30 (0.52, 2.08)**	< 0.001
Calorie intake	–87.96 (–176.32, 0.39)	9.80 (–51.80, 71.39)	Reference	–31.17 (–71.47, 9.14)	0.47
Carbohydrate intake <sup>1)</sup>	–0.47 (–1.60, 0.65)	–0.45 (–1.24, 0.33)	Reference	0.13 (–0.38, 0.65)	0.10
Fat intake <sup>1)</sup>	0.23 (–0.65, 1.12)	0.19 (–0.43, 0.81)	Reference	–0.28 (–0.68, 0.12)	< 0.05
Protein intake <sup>1)</sup>	0.21 (–0.19, 0.60)	0.30 (0.02, 0.57)*	Reference	0.12 (–0.06, 0.30)	0.66
Alcohol intake <sup>2)</sup>	–2.07 (–5.31, 1.17)	–1.34 (–3.60, 0.92)	Reference	–1.63 (–3.11, –0.16)*	0.37
<b>Women</b>					
No of subjects [%]	176 [8.3]	348 [16.3]	680 [31.9]	928 [43.5]	
Body mass index	0.36 (–0.14, 0.86)	–0.09 (–0.48, 0.30)	Reference	–0.04 (–0.34, 0.26)	0.44
Waist circumference	0.14 (–1.17, 1.45)	–0.84 (–1.86, 0.18)	Reference	–0.53 (–1.31, 0.25)	0.57
Physical activity	–1.85 (–3.05, –0.66)**	–0.33 (–1.26, 0.60)	Reference	1.06 (0.35, 1.77)**	< 0.001
Calorie intake	–13.51 (–84.72, 57.71)	–8.03 (–63.15, 47.09)	Reference	–64.43 (–106.82, –22.04)**	< 0.01
Carbohydrate intake <sup>1)</sup>	–0.22 (–1.11, 0.66)	–0.15 (–0.84, 0.53)	Reference	0.34 (–0.19, 0.87)	0.07
Fat intake <sup>1)</sup>	0.18 (–0.52, 0.88)	0.14 (–0.40, 0.69)	Reference	–0.23 (–0.65, 0.19)	0.09
Protein intake <sup>1)</sup>	0.10 (–0.21, 0.42)	–0.06 (–0.30, 0.19)	Reference	–0.14 (–0.33, 0.05)	0.10

Abbreviation: CI, confidence interval, \*: p-value < 0.05; \*\*: p-value < 0.01

In a multivariate model, data are adjusted for age, sex, body mass index, income (wage < 10<sup>6</sup> Won/month, 10<sup>6</sup> + Won/month), occupation (office workers or non-office workers and housework), marital status (married, other status), education (< 9 years, 9+ years), smoking status (non-smoker, current smoker; ≤ 10, 10 – 20, and > 20 cigarettes/day), alcohol intake (lifetime abstainers, current abstainers, current alcohol consumption; < 5.1 g, 5.1 – 15, 15.1 – 30, > 30 g/day), quintiles of physical activity (MET-hours/day), and quintiles of calorie intake; however, body mass index is not included as a covariate for waist circumference and calorie intake is not included for macronutrient intake.

1) percent of calorie, 2) grams per day

**Table 4.** Association of daily sleep duration with obesity, physical activity, and intake by the categories of obesity

Dependent Variables	Coefficients (95% CI) from regression analyses according to sleep duration				p-value for trend
	< 5 hours	5 – 5.9 hours	6 – 6.9 hours	≥ 7 hours	
Body mass index < 25kg/m <sup>2</sup>					
No of subjects [%]	143 [5.9]	328 [13.5]	751 [30.8]	1,214 [49.8]	
Body mass index	-0.06 (-0.37, 0.25)	-0.10 (-0.32, 0.12)	Reference	-0.09 (-0.24, 0.07)	0.61
Waist circumference	-0.63 (-1.74, 0.48)	-0.93 (-1.73, -0.13)*	Reference	-0.39 (-0.95, 0.18)	0.55
Physical activity	-1.52 (-2.88, -0.15)*	-0.12 (-1.11, 0.87)	Reference	1.27 (0.57, 1.96)**	< 0.001
Calorie intake	-63.55 (-138.71, 11.61)	-2.06 (-56.36, 52.23)	Reference	-44.16 (-82.40, -5.93)*	0.11
Carbohydrate intake <sup>1)</sup>	-0.28 (-1.24, 0.68)	-0.35 (-1.04, 0.35)	Reference	0.28 (-0.20, 0.77)	0.05
Fat intake <sup>1)</sup>	0.08 (-0.68, 0.84)	0.15 (-0.40, 0.70)	Reference	-0.32 (-0.70, 0.07)	< 0.05
Protein intake <sup>1)</sup>	0.11 (-0.23, 0.45)	0.17 (-0.08, 0.41)	Reference	-0.04 (-0.21, 0.14)	0.24
Alcohol intake <sup>2)</sup>	0.03 (-0.07, 0.13)	0.01 (-0.06, 0.08)	Reference	0.03 (-0.02, 0.08)	0.09
Body mass index ≥ 25kg/m <sup>2</sup>					
No of subjects [%]	130 [7.3]	255 [14.3]	566 [31.7]	835 [46.8]	
Body mass index	0.21 (-0.12, 0.54)	-0.15 (-0.40, 0.10)	Reference	0.14 (-0.04, 0.32)	0.12
Waist circumference	0.48 (-0.67, 1.62)	-0.55 (-1.43, 0.33)	Reference	0.17 (-0.47, 0.80)	0.42
Physical activity	-1.38 (-2.81, 0.04)	-0.82 (-1.92, 0.28)	Reference	1.01 (0.22, 1.81)*	< 0.001
Calorie intake	-12.36 (-94.43, 69.72)	0.18 (-62.75, 63.10)	Reference	-47.70 (-93.28, -2.12)*	< 0.05
Carbohydrate intake <sup>1)</sup>	-0.46 (-1.47, 0.55)	-0.18 (-0.96, 0.59)	Reference	0.28 (-0.28, 0.84)	0.07
Fat intake <sup>1)</sup>	0.35 (-0.45, 1.14)	0.13 (-0.48, 0.74)	Reference	-0.23 (-0.67, 0.21)	0.07
Protein intake <sup>1)</sup>	0.27 (-0.09, 0.64)	0.04 (-0.24, 0.31)	Reference	-0.03 (-0.24, 0.17)	0.21
Alcohol intake <sup>2)</sup>	-0.07 (-0.17, 0.03)	0.04 (-0.17, 0.03)	Reference	0.05 (-0.01, 0.11)	0.12

Abbreviation: CI, confidence interval, \*: p-value < 0.05; \*\*: p-value < 0.01

In a multivariate model, data are adjusted for age, sex, body mass index, income (wage < 10<sup>6</sup> Won/month, 10<sup>6</sup> + Won/month), occupation (office workers or non-office workers and housework), marital status (married, other status), education (< 9 years, 9 + years), smoking status (non-smoker, current smoker; ≤ 10, 10 – 20, and >20 cigarettes/day), alcohol intake (lifetime abstainers, current abstainers, current alcohol consumption; < 5.1g, 5.1 – 15, 15.1 – 30, >30 g/day), quintiles of physical activity (MET-hours/day), and quintiles of calorie intake; however, body mass index is not included as a covariate for waist circumference and calorie intake is not included for macronutrient intake.

1) percent of calorie, 2) grams per day

**Table 5.** Multivariate coefficients (95% CI) for obesity, physical activity, and intake in the association with daily sleep duration as an outcome

Independent variables	All	Stratified by sex		Stratified by body mass index	
		Men	Women	< 25kg/m <sup>2</sup>	≥ 25 kg/m <sup>2</sup>
Waist circumference	-0.27 (-0.56, 0.02)	-0.32 (-0.74, 0.09)	-0.29 (-0.71, 0.12)	-0.03 (-0.50, 0.43)	-0.16 (-0.76, 0.43)
Physical activity	6.58 (4.99, 8.17)**	6.46 (4.38, 8.54)**	6.88 (4.45, 9.31)**	6.55 (4.51, 8.59)**	6.43 (3.88, 8.98)**
Calorie intake	-0.26 (-0.76, 0.23)	-0.13 (-0.90, 0.64)	-0.32 (-0.98, 0.34)	-0.10 (-0.73, 0.54)	-0.57 (-1.35, 0.22)
Carbohydrate intake	0.14 (-2.95, 3.23)	0.23 (-4.23, 4.69)	0.18 (-4.23, 4.58)	0.30 (-3.60, 4.19)	0.30 (-4.78, 5.38)
Fat intake	-0.37 (-3.39, 2.66)	-0.79 (-5.19, 3.61)	0.15 (-4.17, 4.48)	-0.46 (-4.25, 3.34)	0.21 (-4.82, 5.23)
Protein intake	0.49 (-2.79, 3.78)	2.16 (-2.69, 7.01)	-0.96 (-5.52, 3.61)	0.95 (-3.23, 5.13)	0.10 (-5.23, 5.43)
Alcohol intake	-0.07 (-0.17, 0.03)	-0.08 (-0.17, 0.02)	0.13 (-0.38, 0.65)	-0.08 (-0.21, 0.04)	-0.03 (-0.19, 0.13)

Abbreviation: CI, confidence interval, \*\*: p-value < 0.001

In a multivariate model, daily sleep duration (minutes/day) is fitted as a continuous variable with covariates including age, sex, waist circumference, income (wage < 10<sup>6</sup> Won/month, 10<sup>6</sup> + Won/month), occupation (office workers or non-office workers and housework), marital status (married, other status), education (< 9 years, 9 + years), smoking status (non-smoker, current smoker; ≤ 10, 10 – 20, and >20 cigarettes/day), alcohol intake (g/day), physical activity (MET-hours/day), calorie intake (kcal/day), and consumption of carbohydrate, fat, and protein (percent of calorie intake)

군에 비해 0.93cm 감소된 평균적으로 가장 작은 허리둘레를 나타냈다(p < 0.05). 이들에게서 총 열량에 대한 지방 섭취 백분율은 수면시간과 음의 상관관계(p < 0.05)를 나타냈다.

Table 5는 분(minutes)으로 환산한 수면시간에 영향을 미치는 유의적인 독립변수가 무엇인지를 나타내는 결과이다. 즉 허리둘레, 신체활동량, 열량 및 열량영양소 섭취, 음주

량 가운데 신체활동량이 모든 연구 대상자뿐 아니라, 남녀 및 정상 체중군과 비만군 각각의 군에서 강한 양의 상관성을 나타냈다( $p < 0.001$ ). 결과는 1 MET-hour의 증가된 신체활동량은 6 내지 7분 가량 더 증가된 수면시간을 나타냈다.

## 고 찰

본 연구는 한국 성인 남녀를 포함한 지역사회 기반의 코호트 연구의 2001년 및 2002년의 단면적 조사 자료를 바탕으로 수면시간과 비만 지표, 열량 및 열량영양소 섭취, 신체활동량과의 관련성에 대해 분석하였다. 그 결과 이들 변수에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 공변수들을 보정한 다중 회귀분석에서, 수면시간은 비만 특히 복부 비만 지표인 허리둘레 및 열량 섭취량, 열량에 대한 지방 섭취 백분율 등과 음의 관련성을, 신체활동량 및 열량에 대한 탄수화물 섭취 백분율과는 양의 관련성을 나타냈다. 이러한 관련성 중 수면시간 증가와 감소되는 허리둘레의 관계는 남성에서, 수면시간 증가와 감소되는 열량 섭취량의 관계는 여성 혹은 비만인에서 더 뚜렷하게 나타났고, 수면시간과 신체활동량의 관련성은 남녀 혹은 정상 체중인 및 비만인 모두에서 강하게 나타났다. 또한 신체활동량은 수면시간에 독립적으로 영향을 미치는 양의 관련성을 보이는 요인으로 나타났다. 이러한 결과는 신체활동량이 증가되면 수면시간이 더 길어질 수 있다는 설명을 할 수 있으며 반대로 짧은 수면 시간은 감소된 신체활동량과 관련된다는 결과 해석이 가능함을 보여준다. 즉 밤에 짧은 수면으로 인해 낮에 주간 졸림증을 갖기 쉽고 이로 인해 신체활동량이 감소되거나 혹은 밤 동안 부족했던 수면량을 보충하기 위해 낮잠을 잘 가능성이 높음을 시사한다. 본 연구는 수면시간과 신체활동량 사이의 강한 관련성을 국내외 연구 중 처음으로 보고한 것으로 여겨지는데, 단면 연구 디자인의 단점 때문에 두 요인 간의 인과관계를 설명하기에는 부족하므로 향후 인과관계에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.

인간 수명에서 1/3 가량은 수면을 취하는 시간으로, 수면 습관이 건강 유지 및 정신적 안정에 미치는 영향은 매우 크다. 하지만 현대 사회화 되면서 평균 수면시간이 점차 줄어들고 있는 것으로 보고되고 있다(Basner 등 2007). 미국의 보고에 의하면 26% 가량의 성인이 자신의 수면에 대해 만족하지 못하고(Ram 등 2010), 약 38%의 성인들은 수면 부족으로 인해 1달에 1번 이상 낮잠을 잔다고 보고하고 있어(Centers for Disease Control and Prevention 2011), 현대 사회에서 수면 장애로 인한 문제가 급격히 대두되고 있다. 국내 연구에서도 한국 성인의 약 38% 정도가

6시간 이하의 짧은 수면시간을 취하기 때문에(Park 등 2009), 수면부족을 경험하는 사람들도 상당수의 분포를 차지할 것으로 예상된다. 특히, 노인기에 수면장애를 많이 경험하면서 노화로 인한 만성질환의 위험도 증가하기 때문에 고령화 시대에 수면의 중요성 및 수면장애 치료의 필요성이 더욱 강조되고 있다(Dew 등 2003). 그러한 배경에는 수면 장애 및 짧은 수면시간이 만성질환의 발병 위험을 증가시킨다는 역학적 보고가 있기 때문이다(Ayas 등 2003; Taheri 등 2004; Gottlieb 등 2006; Yaggi 등 2006). 우리나라의 보고에서도 5시간 이하의 짧은 수면을 취하는 성인이 7시간의 수면을 취하는 성인에 비해 비만, 당뇨병, 고혈압 유병률이 더 높음을 보여주었다(Park 등 2009; Kim 등 2009; Kim & Jo 2010). 이와 같은 수면시간과 만성질환의 관련성을 설명하는 생리적 기전은 아직 명확히 밝혀지지 않았지만, 지금까지 제시된 기전 중 비만 및 과잉 섭취의 요인이 중요한 위치를 차지하고 있다(Patel & Hu 2008). 즉 수면시간이 짧아지거나 부족하면 배고픔 및 포만감을 자극시키는 식욕조절 호르몬인 렙틴과 그렐린 분비가 변화하기 때문에 과잉 섭취 및 그로 인한 체중 증가를 초래한다고 제의되었다. 그렐린은 위 기저부 및 췌장에서 분비되어 식욕을 촉진시키는 호르몬으로, 굶었을 때 증가되어 분비되고 식사 후에는 감소되어 분비된다. 렙틴은 체내 지방조직으로부터 분비되는 호르몬으로 분비 시 식욕이 억제되기 때문에 식사 후에 그 수치가 가장 높아진다. 두 호르몬의 수용체 단백질은 뇌 신경세포에 위치하기 때문에 분비되면 뇌의 시상하부(hypothalamus)에 작용함으로써 식욕을 조절하는 역할을 한다. 수면이 부족하면 그렐린 분비가 증가되고 렙틴 분비는 감소된다고 보고되었는데 이러한 호르몬의 변화는 식욕을 자극시키고 음식 섭취를 증가시켜 체중 증가 및 비만을 초래할 수 있다고 한다(Knutson & Van Cauter 2008). 또한 최근의 연구들은 수면 부족과 특정 열량영양소 섭취 증가의 관련성에 대해 보고하고 있다. Shi 등(2008)의 역학 연구는 수면시간이 짧은 사람들은 수면시간이 더 긴 사람들에 비해 지방 섭취로부터 열량섭취 비율이 유의적으로 더 높음을 보고하였다. 이 연구는 단면적 조사 자료에 근거하였기 때문에 관련성에 대한 두 가지 가능성이 제시되었다. 즉 수면시간이 부족하면 특정한 열량영양소 섭취를 갈구하게 되든지, 아니면 반대로 특정 열량영양소의 섭취가 수면 패턴을 바꿀 수 있다는 양측 방향의 인과관계이다. 실험 연구에서는 수면이 부족하면 지방 섭취량이 증가하거나(Weiss 등 2010) 또는 탄수화물 섭취량이 증가한다는(Spiegel 등 2004; Nedeltcheva 등 2009) 상반된 결과가 나타났다. 한편 그렐린 분비량은 고지방식 섭취 후보다 고탄수화물 혹은 고단

백질 섭취 후에 더 감소하는 것으로 나타나 고지방식 섭취가 과잉 섭취 및 체중 증가로 이어질 가능성이 큰 것으로 제의되었다(AI Awar 등 2005). 하지만 수면부족 후 과잉 섭취는 스트레스 작용에 대한 보상적 행동(Van Cauter 등 2007)으로 여겨지기 때문에 수면부족으로 인해 모든 사람들이 고지방 식품만을 과잉 섭취한다기 보다, 고지방 식품에 의해 식욕이 자극되는 생리적 성향 혹은 유전적 성향을 갖는 사람들이 다수이기 때문에 나타나는 현상으로도 해석될 수 있다(Saltzman 등 1997). 본 연구에서 수면시간과 열량섭취량의 관계가 남성에서보다는 여성에서 더 뚜렷하게 나타났는데, 이는 다른 연구(Weiss 등 2010)에서 남자 청소년들보다 여자 청소년들에서 지방 섭취량과 짧은 수면시간과의 관련성이 더 뚜렷하게 나타난 것과 유사한 결과로 여겨진다.

본 연구는 수면시간과 열량 및 열량영양소 섭취량, 신체활동량과의 관련성을 국내 처음으로 보고한다는 의의와 함께, 짧은 수면시간 혹은 수면 부족이 고지방 섭취로부터의 과잉 열량섭취 및 운동 부족, 이로 인한 허리둘레 증가와 관련될 수 있다는 의미 있는 결과를 도출해 냈다. 본 연구의 장점은 표준화된 방법을 이용해 훈련된 연구원들에 의해 인체계측이 체계적으로 수행되었다는 점이다. 하지만 본 연구에서 사용한 FFQ는 음식 조리 시 사용되는 기름 섭취에 대한 질문을 포함하지 않았기 때문에 지방 섭취량이 과소 평가되었을 가능성이 연구의 약점으로 지적된다. 이로 인한 무작위적인 오류 평가는 수면시간과 지방 섭취량 사이의 관련성을 희석시킬 수 있었을 것으로 사료된다. 따라서 추후 연구에서는 영양소 섭취량을 더 정확하게 측정하는 방법을 통해 수면시간과의 관련성을 재확인할 필요가 있을 것으로 생각된다.

앞으로 추가 연구 자료가 더 요구되지만 그럼에도 불구하고 본 연구 결과를 토대로 수면시간과 관련된 영양학적 제안을 한다면, 수면부족을 경험하는 사람들은 수면 생리와 밀접하게 연관된 식욕 조절 문제, 즉 과잉 열량 섭취 현상을 예방할 필요가 있고 이들에게 운동 및 열량조절 식사를 적극 권장함으로써 비만 발병을 사전에 예방하는 영양교육이 필요한 것으로 사료된다.

## 요약 및 결론

수면시간과 열량 및 열량영양소 섭취량, 신체활동량 사이의 관련성에 대한 국내 연구 보고는 전무하다. 본 연구는 지역사회 기반의 코호트 연구의 단면 연구 자료를 이용하여 수면시간과 앞선 요인들 및 비만 지표의 관련성을 분석하였다. 연구 대상은 2001년과 2002년 사이에 수행된 인체계측 설문조사를 완료했고, 설문조사에서 심혈관계질환, 당뇨병,

고지혈증에 대한 의사 진단을 받은 적이 없는 것으로 답했던 4,226명이었다. 관련성에 대한 통계 분석법으로 로버스트 회귀분석을 이용하였다. 그 결과, 수면시간은 비만 특히 복부 비만 지표인 허리둘레 및 열량 섭취량, 열량에 대한 지방 섭취 백분율 등과 음의 관련성을, 신체활동량 및 열량에 대한 탄수화물 섭취 백분율과는 양의 관련성을 나타냈다. 이러한 관련성 중 수면시간 증가와 감소되는 허리둘레의 관계는 남성에서, 수면시간 증가와 감소되는 열량 섭취량의 관계는 여성 혹은 비만인에서 더 뚜렷하게 나타났고, 수면시간과 신체활동량의 관련성은 남녀 혹은 정상 체중인 및 비만인 모두에서 강하게 나타났다. 또한 신체활동량은 수면시간에 독립적으로 영향을 미치는 양의 관련성을 보이는 요인으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

- Ahn Y, Kwon E, Shim JE, Park MK, Joo Y, Kimm K, Park C, Kim DH (2007): Validation and reproducibility of food frequency questionnaire for Korean genome epidemiologic study. *Eur J Clin Nutr* 61(12): 1435-1441
- Al Awar R, Obeid O, Hwalla N, Azar S (2005): Postprandial acylated ghrelin status following fat and protein manipulation of meals in healthy young women. *Clin Sci (Lond)* 109(4): 405-411
- Ayas NT, White DP, Manson JE, Stampfer MJ, Speizer FE, Malhotra A, Hu FB (2003): A prospective study of sleep duration and coronary heart disease in women. *Arch Intern Med* 163(2): 205-209
- Baik I, Shin C (2008): Prospective study of alcohol consumption and metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 87(5): 1455-1463
- Basner M, Fomberstein KM, Razavi FM, Banks S, William JH, Rosa RR, Dinges DF (2007): American time use survey: sleep time and its relationship to waking activities. *Sleep* 30(9): 1085-1095
- Centers for Disease Control and Prevention (2011): Unhealthy sleep-related behaviors -12 States, 2009. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 60(8): 233-238
- Dew MA, Hoch CC, Buysse DJ, Monk TH, Begley AE, Houck PR, Hall M, Kupfer DJ, Reynolds CF 3<sup>rd</sup> (2003): Healthy older adults' sleep predicts all-cause mortality at 4 to 19 years of follow-up. *Psychosom Med* 65(1): 63-73
- Gottlieb DJ, Redline S, Nieto FJ, Baldwin CM, Newman AB, Resnick HE, Punjabi NM (2006): Association of usual sleep duration with hypertension: the Sleep Heart Health Study. *Sleep* 29(8): 1009-1014
- Kim J, Kim HM, Kim KM, Kim DJ (2009): The association of sleep duration and type 2 diabetes in Korean male adults with abdominal obesity: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2005. *Diabetes Res Clin Pract* 86(2): e34-36
- Kim J, Jo I (2010): Age-dependent association between sleep duration and hypertension in the adult Korean population. *Am J Hypertens* 23(12): 1286-1291



- Knutson KL, Van Cauter E (2008): Associations between sleep loss and increased risk of obesity and diabetes. *Ann N Y Acad Sci* 1129:287-304
- Kripke DF, Garfinkel L, Wingard DL, Klauber MR, Marler MR (2002): Mortality associated with sleep duration and insomnia. *Arch Gen Psychiatry* 59(2): 131-136
- Nedeltcheva AV, Kilkus JM, Imperial J, Kasza K, Schoeller DA, Penev PD (2009): Sleep curtailment is accompanied by increased intake of calories from snacks. *Am J Clin Nutr* 89(1): 126-133
- Nedeltcheva AV, Kessler L, Imperial J, Penev PD (2009): Exposure to recurrent sleep restriction in the setting of high caloric intake and physical inactivity results in increased insulin resistance and reduced glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab* 94(9): 3242-3250
- Park SE, Kim HM, Kim DH, Kim J, Cha BS, Kim DJ (2009): The association between sleep duration and general and abdominal obesity in Koreans: data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 2001 and 2005. *Obesity (Silver Spring)* 17(4): 767-771
- Patel SR, Hu FB (2008): Short sleep duration and weight gain: a systematic review. *Obesity (Silver Spring)* 16(3): 643-653
- Ram S, Seirawan H, Kumar SK, Clark GT (2010): Prevalence and impact of sleep disorders and sleep habits in the United States. *Sleep Breath* 14(1): 63-70
- Rontoyanni VG, Baic S, Cooper AR (2007): Association between nocturnal sleep duration, body fatness, and dietary intake in Greek women. *Nutrition* 23(11-12): 773-777
- Saltzman E, Dallal GE, Roberts SB (1997): Effect of high-fat and low-fat diets on voluntary energy intake and substrate oxidation: studies in identical twins consuming diets matched for energy density, fiber, and palatability. *Am J Clin Nutr* 66(6): 1332-1339
- Schmid SM, Hallschmid M, Jauch-Chara K, Wilms B, Benedict C, Lehnert H, Born J, Schultes B (2009): Short-term sleep loss decreases physical activity under free-living conditions but does not increase food intake under time-deprived laboratory conditions in healthy men. *Am J Clin Nutr* 90(6): 1476-1482
- Shi Z, McEvoy M, Luu J, Attia J (2008): Dietary fat and sleep duration in Chinese men and women. *Int J Obes (Lond)* 32: 1835-1840
- Spiegel K, Tasali E, Penev P, Van Cauter E (2004): Brief communication: Sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. *Ann Intern Med* 141(11): 846-850
- Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E (2004): Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med* 1(3): e62
- Van Cauter E, Holmback U, Knutson K, Leproult R, Miller A, Nedeltcheva A, Pannain S, Penev P, Tasali E, Spiegel K (2007): Impact of sleep and sleep loss on neuroendocrine and metabolic function. *Horm Res* 67(Suppl1): 2-9
- Weiss A, Xu F, Storer-Isser A, Thomas A, Ievers-Landis CE, Redline S (2010): The association of sleep duration with adolescents' fat and carbohydrate consumption. *Sleep* 33(9): 1201-1209
- Yaggi HK, Araujo AB, McKinlay JB (2006): Sleep duration as a risk factor for the development of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 29(3): 657-661