

규칙적 운동과 제2형 당뇨병 발생에 관한 전향적 코호트 연구 -공복혈당장애군을 대상으로-

엄홍대, 이덕철¹⁾, 이상이²⁾, 김연수¹⁾

공군사관학교, 서울대학교 사범대학 체육교육과¹⁾, 제주대학교 의과대학 의료관리학 교실²⁾

A Prospective Cohort Study of Exercise and the Incidence of Type 2 Diabetes in Impaired Fasting Glucose Group

Hong-Dae Um, Duck-Chul Lee¹⁾, Sang-Yi Lee²⁾, Yeon-Soo Kim¹⁾

Republic of Korea Air Force Academy, Department of Physical Education, College of Education, Seoul National University¹⁾,
Department of health policy & management, College of medicine, Cheju National University²⁾

Objectives : To determine the relationship between exercise and the incidence of type 2 diabetes in an impaired fasting glucose group.

Methods : This prospective cohort study was conducted in 19,440 men and 4,297 women, aged 30-69 years, with impaired fasting glucose at baseline who had undergone biennial medical evaluation through the National Health Insurance Corporation from 2000 to 2004. Impaired fasting glucose was defined as fasting glucose of 100 to 125 mg/dl and the subjects were divided into 3 groups depending on weekly exercise frequency. Multivariate logistic regression analysis was used to evaluate the association between the baseline exercise status and incidence of type 2 diabetes.

Results : During the 4-year follow-up, a total of 3,239 men and 283 women developed type 2 diabetes, a cumulative incidence of 16.6% for men, and 6.5% for women. Also, 1,688 men (21.2%) and 127 women (15.2%) developed type 2 diabetes in the obese group. The

adjusted relative risk (RR) of developing type 2 diabetes in non-exercising men was significantly higher than exercising men regularly (RR= 1.375, 95% CI=1.236-1.529)(p<0.0001), and the RR for non-exercising women was higher than exercising women regularly (RR=1.124, 95% CI=0.711-1.778). The RR for non-exercise men/women in the obese group was 1.571 (95% CI=1.351-1.827)(p<0.0001)/1.869 (95% CI=0.846-4.130).

Conclusions : Regular exercise is effective in preventing type 2 diabetes in people with impaired fasting glucose, and particularly in obese people. People with risk factors for diabetes should participate in a regular exercise program.

J Prev Med Public Health 2008;41(1):45-50

Key words : Exercise, Glucose intolerance, Type 2 diabetes mellitus, Cohort studies

서론

제2형 당뇨병은 사회경제적 수준이 향상됨에 따라 그 발생이 증가하는 것으로 알려진 대표적인 성인병 중의 하나이다. 이러한 제2형 당뇨병의 증가는 경제구조가 제조업 중심에서 정보산업 중심으로 변하면서 신체 비활동, 식이습관의 변화와 고령화 현상 등과 맞물려 급격하게 증가하고 있다. 제2형 당뇨병은 인슐린 저항성이 증가하여 혈액 속의 혈당이 에너지로 이용되지 않고 혈액 속에 쌓여 고혈당을 유발하고 소변으로 당이 배설되며, 그로 인

해 눈, 신장, 신경 및 혈관에 합병증을 유발하는 것을 특징으로 한다. 제2형 당뇨병은 이미 전 세계적인 건강문제로 제시되고 있으며, 개발도상국에서도 점차 증가하는 것으로 나타나 당뇨 환자의 수는 1995년의 1억 4천만 명에서 2025년에는 3억 3천만 명으로 증가할 것으로 추정되고 있다 [1]. 당뇨병의 발생률은 국가 간, 인종 간 차이가 다양하며, 당뇨병의 병인은 유전적, 환경적 요소가 많이 관여하기 때문에 [2], 이미 많은 국가에서 제2형 당뇨의 유병률이나 당뇨의 발생에 영향을 미치는 위험요인에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

제2형 당뇨의 위험요인에는 유전적 요인, 환경적 요인, 비만, 신체 비활동 등이 있으며, 이 중 비만이 가장 중요한 요인으로 꼽히고 있다. 비만의 존재뿐만 아니라 지방의 분포도 당뇨 질환에 영향을 미치는데, 특히 복부 중심성 비만이 당뇨 질환 발생과 높은 상관관계가 있다 [3]. 따라서 체중의 감소와 체중 증가의 예방은 제2형 당뇨를 예방하는 가장 중요한 방법이라 할 수 있다. 신체 활동은 이러한 체중 조절에 크게 영향을 미칠 뿐더러 체중 변화와 독립적으로도 인슐린 민감성(insulin sensitivity)이나 내당능(glucose tolerance)을 향상시켜 제2형 당뇨 예방에 효과적인 요소로 알려

져 있다 [4]. 4,034 명의 남성과 4,069 명의 여성을 대상으로 한 한 연구에서 신체활동이 많은 남성의 위험도(hazard ratio, HR)는 좌식생활을 하는 남성에 비해 17% 낮은 것으로 나타났으며, 활동적인 여성의 경우에는 76%나 낮은 것으로 밝혀졌으며 [5], 총 신체활동량(total physical activity)과의 관계뿐만 아니라 운동 강도에 따른 당뇨병 발생률에 대한 연구에서도 고강도의 운동뿐만 아니라 걷기와 같은 중등도의 운동도 당뇨병 발생률의 감소와 유의한 관계가 있다고 보고된 바 있다 [6].

그러나 운동과 당뇨병의 관계에 관한 추적연구에서는 관찰 초기단계에서 정상 집단, 공복혈당장애(impaired fasting glucose, IFG) 집단, 내당능장애(impaired glucose tolerance, IGT) 집단의 구분 없이 피험자를 선발하여 추적연구를 한 경우가 대부분이며, 국내에서 이루어진 당뇨병 코호트 연구도 마찬가지로 특정 지역의 주민을 대상으로 당뇨병의 유병률을 알아보는 연구가 주를 이루었고 [7-10], 공복혈당장애군이나 내당능장애군을 대상으로 하는 연구는 미흡한 실정이다. 또한, 생활체육의 생활습관 위험요인 감소효과를 밝히기 위한 국내의 연구에서는 오히려 운동을 주 5회 이상 실시하는 피험자들의 질병유병률과 의료비 지출이 주 2회 이하 실시자보다 높게 나타났고 [11], 비만과 고혈압 발생에 관한 연구에서도 주당 운동 빈도가 줄어들수록 고혈압 발생의 상대위험도는 오히려 줄어들었다고 보고한 바 있는데 [12], 이러한 결과는 우리나라 사람들의 운동양상이 선진국과는 다르게 건강할 때 건강증진의 목적이 아닌 질병이 생긴 후 치료의 목적으로 운동하기 때문인 것으로 추정된다. 즉, 우리나라의 경우는 외국의 경우와 달리 운동을 하지 않는 집단에 비해 운동을 규칙적으로 실시하는 집단의 건강상태가 오히려 좋지 않다고 할 수 있는데, 따라서 우리나라의 경우 대상자의 건강상태를 분류하지 않고 추적연구를 실시할 경우 운동을 보다 많이 할수록 질병이 더 많이 발생하는 것으로 결론을 내리는 오류를 범할 수 있는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 우리나라의 공복혈당장애군을 대상

으로 규칙적 운동이 제2형 당뇨병의 발생에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

연구내용 및 방법

본 연구의 대상은 국민건강보험공단에 가입한 공무원·교직원 중 2년 단위로 시행하는 정기 건강검진을 2000년도에 수검한 30-69세를 대상으로 하였다. 이 때 본 연구의 특성상 공복혈당장애를 가지고 있는 사람들을 선별하기 위해 정기 건강검진 수검 결과 공복혈당이 100-125 mg/dl인 사람을 대상으로 하였으며 [13], 건강검진 문진 결과, 당뇨 과거병력이 있거나, 검진 의사의 당뇨질환 검사소견 시 '유질환자'로 판명된 사람은 제외하였다. 이렇게 선별된 인원은 178,315 명이고, 이들 중 2004년도 정기 건강검진 시까지 3회 모두 수검한 인원은 65,401 명이었다. 추적 종료시점은 당뇨병이 발병한 사람의 경우, 당뇨 판정을 받은 해의 건강검진일자로 하였고, 당뇨병이 발병하지 않은 사람은 2004년 12월 31일을 추적 종료시점으로 하였다.

운동 빈도는 건강검진 설문 중 '귀하는 땀이 몸에 배일 정도의 운동을 일주일에 몇회 정도 하고 계십니까?' 라는 운동 설문 문항을 토대로 운동 강도는 '중강도 이상'으로 가정하여 주당 운동 빈도를 평가하였다. 운동을 전혀 안한다고 답변한 인원은 '운동 미실시' 군, 주당 1-2회 운동한다고 답변한 인원은 '불규칙적 운동' 군, 주당 3회 이상 운동한다고 답변한 인원은 '규칙적 운동' 군으로 분류하였고, 운동 설문문항이 운동 강도와 빈도만을 평가하였기 때문에 운동의 효과를 보다 명확히하고자 추적 종료시까지 각 범주 내에서 답변이 일관된 피험자들만 대상으로 하였다. 이렇게 분류된 최종 인원은 23,737 명(남성: 19,440 명, 여성: 4,297 명)이다.

종속변수인 당뇨병 발병의 판정기준은 건강검진 내역 중 1차 또는 2차 공복혈당 검사시 혈당이 126 mg/dl 이상인 자와 검진 의사의 당뇨질환 의사판정이 '유질환'로 분류된 자를 기준으로 하였다.

체질량지수(BMI), 혈압, 혈청 총 콜레스테롤, 당뇨병 가족력, 흡연 여부, 음주 여부

등은 당뇨병 발병에 영향을 미치는 요인으로 판단하여 이를 범주화하였는데 체질량지수 <23.0인 인원은 '정상' 군, 23.0 ≤ BMI < 25.0인 인원은 '과체중' 군, BMI ≥ 25.0인 인원은 '비만' 군으로 범주화하였고 [14], 혈압은 수축기 혈압이 120 mmHg 미만이고 이완기 혈압이 80 mmHg 미만인 경우를 '정상군'으로, 수축기 혈압이 120-139 mmHg이거나, 이완기 혈압이 80-89 mmHg이면 '고위험군'으로, 수축기 혈압이 140 mmHg 이상이거나, 이완기 혈압이 90 mmHg 이상인 대상자 [15]와 혈압수치상으로는 '고혈압군'에 속하지는 않지만 고혈압 과거병력이 있거나, 고혈압 질환 의사소견 '유질환자'로 판정받은 사람 역시 '고혈압군'으로 분류하였다.

혈청 총 콜레스테롤 200 mg/dl 미만은 '정상군'으로, 200-239 mg/dl는 '고위험군'으로, 240 mg/dl 이상은 '고지혈증군'으로 분류하였다 [16]. 가족력은 '가족 중 당뇨병을 앓은 적이 있다'와 '그렇지 않다'로 분류하였고, 음주 여부는 남자의 경우 '주당 1-2회 이상 마신다'와 '그렇지 않다', 흡연 여부는 '현재 흡연을 한다'와 '그렇지 않다'로 분류하였다.

본 연구에서 모든 자료는 SAS 9.1 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 선행 연구에서 당뇨병 발생에 영향을 미친다고 판단된 변수들을 통제한 후, 운동 빈도에 따른 당뇨병 발생의 상대위험도와 95% 신뢰구간을 로지스틱 회귀분석(multivariate logistic regression)을 이용하여 분석하였다. 통계적인 유의성 검정은 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하고 양측검정을 실시하였다.

결 과

1. 인구학적 특성

본 연구의 대상자는 남자 19,440 명, 여자 4,297 명으로 총 23,737 명이다. 남자 대상자 중 22.6%가 '규칙적 운동' 군으로, 41.8%가 '불규칙적 운동' 군으로, 35.6%가 '운동 미실시' 군으로 분류되었고, 평균 연령과 체질량지수, 수축기/이완기 혈압, 혈청 총 콜레스테롤은 규칙적 운동 집단에서 가장 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 여자 대상자는 7.4%만이

Table 1. Clinical and anthropometrical characteristics in subjects by exercise frequency

	Exercise frequency							
	Male (n=19,440)				Female (n=4,297)			
	None	Irregular : 1-2/week	Regular : over 3/week	p-value [§]	None	Irregular : 1-2/week	Regular : over 3/week	p-value [§]
Number	6,920 (35.6%)	8,120 (41.8%)	4,400 (22.6%)		3,554 (82.7%)	412 (9.6%)	331 (7.7%)	
Age (years)	43.5 (± 8.0)	43.2 (± 7.4) [†]	45.0 (± 7.8) ^{*†}	<0.0001	41.0 (± 9.3)	43.3 (± 7.8) [†]	45.2 (± 8.3) [*]	<0.0001
BMI (kg/m ²)	24.0 (± 2.8)	24.5 (± 2.7) [†]	24.8 (± 2.5) ^{*†}	<0.0001	22.4 (± 3.0)	23.6 (± 3.0) [†]	23.3 (± 3.0) [*]	<0.0001
SBP (mmHg)	125.7 (± 15.4)	127.1 (± 15.3) [†]	128.2 (± 15.9) ^{*†}	<0.0001	117.4 (± 15.3)	120.1 (± 15.4) [†]	121.4 (± 16.3) [*]	<0.0001
DBP (mmHg)	80.2 (± 11.0)	81.2 (± 10.8) [†]	81.9 (± 10.7) ^{*†}	<0.0001	74.1 (± 10.5)	75.7 (± 11.0) [†]	76.4 (± 10.8) [*]	<0.0001
Total cholesterol (mg/dl)	199.9 (± 38.0)	200.7 (± 36.8)	201.8 (± 37.2) [*]	0.03	194.5 (± 38.3)	203.7 (± 37.3) [†]	202.4 (± 37.5) [*]	<0.0001
Family history: yes (%)	11.3	10.6	12.5		15.7	17.7	19.3	
Smoking: yes (%)	54.6	53.2	39.3		-	-	-	
Drinking: yes (%) [‡]	45.6	41.7	41.2		16.2	23.3	23.3	

p<0.05, * For difference between 'regular' and 'none', † For difference between 'irregular' and 'none', ‡ For difference between 'regular' and 'irregular', § ANOVA test
[‡]: For male, drinking 'yes' : over 1~2/week; for female, drinking 'yes' : over 1~2/month ※ Female's smoking data were not analyzed

Table 2. Odds ratio of type 2 diabetes according to exercise frequency

		Subject	Person-year	No. of cases	Incidence rate [*]	Model 1 (95% CI)	Model 2	Model 3 [†]
Male	Total	19,440	81,570.2	3,239	39.7			
	Regular : over 3/week	4,400	18,620.8	670	36	1.00	1.00	1.00
	Irregular : 1-2/week	8,120	34,225.8	1,337	39.1	1.10 (0.99-1.21)	1.14 [‡] (1.030-1.263)	1.18 [‡] (1.066-1.313)
	None	6,920	28,725	1,232	42.9	1.206 [‡] (1.09-1.34)	1.35 [§] (1.21 -1.49)	1.38 [§] (1.24 -1.53)
Female	Total	4,297	18,399.8	283	15.4			
	Regular : over 3/week	331	1,396.2	24	17.2	1.00	1.00	1.00
	Irregular : 1-2/week	412	1,733.3	50	28.9	1.77 [‡] (1.06-2.94)	1.84 [‡] (1.08-3.12)	2.09 [‡] (1.22-3.56)
	None	3,554	15,271.5	209	13.7	0.80 (0.52-1.24)	0.96 (0.61-1.51)	1.12 (0.71-1.78)

^{*} Unit : per 1,000 person-year [†] p<0.001, [‡] p<0.05, [§] p<0.0001

Model 1, unadjusted; Model 2, adjusted for BMI; Model 3, adjusted for age, family history, BMI, BP, TC, smoking, alcohol consumption.

[‡] For female, Model 3, adjusted for age, family history, BMI, BP, TC, alcohol consumption.

‘규칙적 운동’ 군에 속하고, 82.7 %가 ‘운동 미실시’ 군으로 분류되어 운동 실천율이 남자에 비해 낮은 것으로 나타났으며, 평균 연령과 체질량지수, 수축기이완기혈압, 혈청 총 콜레스테롤은 ‘운동 미실시’ 군에 비해 ‘불규칙적 운동’ 군과 ‘규칙적 운동’ 군이 유의하게 높은 것으로 나타났다 (Table 1).

2. 성별 당뇨병 발생률

연구 대상자 중 당뇨병이 발생한 인원은 남자가 3,239 명이었고, 여자가 283 명이었다. 대상자의 총 추적기간은 남자의 경우 81570.2 인년(person-year)이었고, 여자의 경우 18399.8 인년이었으며, 남자의 평균 추적기간은 4.19 년이었고 여자의 평균 추적기간은 4.28 년이었다. 당뇨병의 발생률은 총 발생 수를 총 추적 기간으로 나누어 산출하였으며, 1,000 인년당 발생률로 나타내었다. 남자 대상자의 당뇨병 발생률은 1,000 인년당 39.7 명으로 나타났으며, ‘운동 미실시’ 군이 1,000 인년당 42.9 명으로 가장 높았고, ‘규칙적 운동’ 군은 36.0 명으로 가장 낮았다. 여자의 경우 평균 발

병률은 1,000인년당 15.4 명이고, ‘불규칙적 운동’ 군이 1,000 인년당 28.9명으로 가장 높게 나타난 반면, ‘운동 미실시’ 군이 1,000 인년당 13.7명으로 가장 낮게 나타났다 (Table 2). 추적기간 동안 당뇨병의 누적 발생률(cumulative incidence)과 연간 누적 발생률(yearly cumulative incidence)은 아래의 공식에 따라 계산하였다.

$$\text{누적 발생률(\%)} = (\text{총 발생 인원} / \text{총 관찰 인원}) \times 100$$

$$\text{연간 누적 발생률(\%)} = \{ \text{총 발생 인원} / (\text{총 관찰 인원} \times \text{평균 추적기간}) \} \times 100$$

본 연구에서 당뇨병의 누적 발생률은 남자는 16.6 %, 여자는 6.5 %이며, 연간 누적발생률은 남자 4.0 %, 여자 1.5 %로 나타났다.

3. 성별 주당 운동 빈도에 따른 상대위험도

주당 운동 빈도에 따른 상대위험도는 남자의 경우 ‘불규칙적 운동’ 군과 ‘운동 미실시’ 군에서 각각 1.097 (95% CI=0.992-

1.214), 1.206 (95% CI=1.088-1.336)(p<0.001)로 나타나 ‘규칙적 운동’ 군에 비해 ‘운동 미실시’ 군의 당뇨 발생 위험이 약 21 % 증가하는 것으로 나타났다. 여자의 경우 ‘불규칙적 운동’ 군과 ‘운동 미실시’ 군의 상대위험도는 1.767 (95% CI=1.061-2.942) (p<0.05), 0.799 (95% CI=0.516-1.239)으로 ‘불규칙적 운동’ 군만 유의하게 높은 것으로 나타났다. 남자 대상자의 주당 운동 빈도 이외에 연령, 체질량지수, 가족력, 혈압, 총 콜레스테롤, 흡연 여부, 음주 여부를 보정한 결과, ‘불규칙적 운동’ 군과 ‘운동 미실시’ 군의 상대위험도는 1.183 (95% CI=1.066-1.313)(p<0.05), 1.375 (95% CI=1.236-1.529)(p<0.0001)로, 두 집단 모두 ‘규칙적 운동’ 군에 비해 유의하게 증가하였다. 여자 대상자는 연령, 체질량지수, 가족력, 혈압, 총 콜레스테롤, 음주 여부를 보정하였으며, 이 때 ‘불규칙적 운동’ 군의 상대위험도는 2.085 (95% CI=1.223-3.555)(p<0.05)로 유의하게 증가하였으며, ‘운동 미실시’ 군은 1.124 (95% CI=0.711-1.778)로 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다 (Table 2).

Table 3. OR of type 2 diabetes according to exercise frequency in obese group

		Subject	Person-year	No. of cases	Incidence rate*	Model 1 (95% CI)	Model 2	Model 3 [†]
Male	Total	7,933	32,707.8	1,688	51.6			
	Regular : over 3/week	2,014	8,489	346	40.8	1.00	1.00	1.00
	Irregular : 1-2/week	3,450	14,265.8	737	51.7	1.31 [†] (1.14-1.51)	1.31 [†] (1.14-1.51)	1.32 [†] (1.15-1.53)
	None	2,469	9,955	605	60.8	1.57 [‡] (1.35-1.81)	1.57 [‡] (1.36-1.83)	1.57 [‡] (1.35-1.83)
Female	Total	835	3,380.1	127	37.6			
	Regular : over 3/week	80	323.9	8	24.7	1.00	1.00	1.00
	Irregular : 1-2/week	99	388.8	23	59.2	2.27 [†] (1.15-6.48)	2.92 [†] (1.20-7.12)	3.45 [†] (1.40-8.55)
	None	656	2,667.3	93	34.9	1.54 (0.72-3.31)	1.65 (0.75-3.61)	1.87 (0.85-4.13)

* Unit : per 1,000 person-year † p<0.001, ‡ p<0.05, § p<0.0001

Model 1, unadjusted; Model 2, adjusted for BMI; Model 3, adjusted for age, family history, BMI, BP, TC, smoking, alcohol consumption.

[†] For female, Model 3, adjusted for age, family history, BMI, BP, TC, alcohol consumption.

4. 성별 비만집단의 당뇨병 발병률 및 주당 운동 빈도에 따른 상대위험도

비만 집단의 경우 당뇨병이 발생한 인원은 남자 7,933 명 중 1,688 명, 여자 835 명 중 127 명으로 남자 대상자의 평균 발병률은 1,000 인년당 51.6 명이며, 세 집단 중 ‘운동 미실시’ 군이 1,000 인년당 60.8 명으로 가장 높았고, 여자 대상자의 평균 발병률은 1,000 인년당 37.6 명이며 ‘불규칙적 운동’ 군이 1,000 인년당 59.2 명으로 가장 높게 나타났다. 비만 집단의 당뇨병 누적 발생률은 남자 21.2%, 여자 15.2%이며, 연간 누적 발생률은 남자 5.2%, 여자 3.8%이다.

비만집단의 상대위험도는 Table 3과 같다. 비만 남성 집단 내에서는 ‘규칙적 운동’ 군에 비해 ‘불규칙적 운동’ 군과 ‘운동 미실시’ 군의 상대위험도는 모든 교란변수를 보정한 경우 1.332 (95% CI=1.145-1.528)(p<0.001), 1.571 (95% CI=1.351-1.827)(p<0.0001)로 나타나 전체 집단의 상대위험도보다 증가하였고, 비만 여성 집단의 경우에는 ‘불규칙적 운동’ 군의 상대위험도가 3.454 (95% CI=1.395-8.553) (p<0.05)로 나타나 당뇨 발병의 상대위험도가 매우 높게 증가하였다.

고찰

본 연구는 국민건강보험공단의 공무원·교직원 가입자 중 공복혈당장애를 가지고 있는 성인 남·녀를 대상으로 규칙적 운동이 제2형 당뇨병 발생에 미치는 영향을 분석한 것이다. 대상자는 남자 19,440 명, 여자 4,297 명이었으며, 이중 추적기간 동안 당뇨병이 발생한 인원은 남자 3,239 명, 여자 283명으로 누적 발생률은 남자

16.6%(연간 4.0%), 여자 6.5%(연간 1.5%)이었다. 또한, 비만 집단의 경우 당뇨병이 발생한 인원은 남자 7,933명 중 1,688명, 여자 835명 중 127명으로 누적 발생률은 남자 21.2%(연간 5.2%), 여자 15.2%(연간 3.8%)이었다. 남자의 경우, 연령, 체질량지수 등의 위험요인을 보정한 경우에서, ‘규칙적 운동’ 군에 비해 ‘운동 미실시’ 군의 당뇨병 발생의 상대위험도가 1.375 (95% CI=1.236-1.529)(p<0.0001)으로 유의하게 증가하였으며, 여자의 경우에도 ‘규칙적 운동’ 군에 비해 ‘운동 미실시’ 군의 당뇨병 발생의 상대위험도가 1.124 (95% CI=0.711-1.778)로 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 연구 대상자 중 체질량지수가 25 kg/m² 이상인 비만 집단을 대상으로 분석하였을 때, 남자의 경우 ‘규칙적 운동’ 군에 비해 ‘운동 미실시’ 군의 당뇨병 발생의 상대위험도는 1.571 (95% CI=1.351-1.827)(p<0.0001)로 나타났으며, 여자 대상자는 1.869 (95% CI=0.846-4.130)으로 나타나 전체 대상자의 상대위험도보다 비만 집단의 상대위험도가 증가하는 경향을 보였다.

본 연구에서 조사한 총 대상자 23,737 명 중 당뇨병이 발병한 대상자는 남자가 3,239 명이었고 여자가 283 명이었고, 평균 추적기간은 4.2 년이다. 따라서 당뇨병의 총 연간 누적 발생률은 3.5%로 나타났다. 공복혈당장애군을 대상으로 한 아시아 지역의 연구를 살펴보면, 대만의 경우 당뇨병 연간 누적 발생률은 3.2%로 나타났으며 [17], 홍콩의 경우 당뇨병 연간 누적 발생률은 2.6%인 것으로 나타나 [18], 본 연구의 당뇨병 발생률은 아시아 지역의 선행연구 결과와 유사한 것으로 나타났다.

그러나 공복혈당장애군의 당뇨병 발생률은 인종 간 차이가 많이 나는 것으로 알려져 있는데, 네덜란드나 Mauritius의 연구에서는 각각 5.9%, 5.8%로 나타나 아시아 지역 연구들에 비해 공복혈당장애군의 당뇨병 발생률이 매우 높게 나타났다 [19,20].

운동이 당뇨병 예방에 미치는 영향에 관한 연구는 횡단면 연구(cross-sectional study)는 물론 종적 연구(longitudinal study)를 통해서도 많이 밝혀져 있다. 미국의 경우 Pennsylvania 동문을 대상으로 한 연구에서는 주당 500 kcal 이하로 활동하는 집단에 비해 주당 3,500 kcal 이상 활동하는 집단의 당뇨병 발생의 상대위험도가 42% 감소하는 것으로 나타났고 [21], 간호사를 대상으로 8년간 추적한 연구에서도 운동을 주 1회 이상만 실시해도 당뇨병이 약 16% 정도 감소하는 것으로 보고하였다 [22]. 또한, 일본의 경우에도 심폐능력이 높을수록 당뇨병 발생의 상대위험도는 감소하였으며, 일일 에너지 소비량과 당뇨병 발생 간의 관계에서도 신체활동이 증가할수록 상대위험도는 감소하는 것으로 나타났다 [23,24].

본 연구에서 관찰한 연구 대상자 중, ‘규칙적 운동’ 군에 비해 ‘운동 미실시’ 군의 상대위험도는 남자의 경우 1.375 (95% CI=1.236-1.529)(p<0.0001)로 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 여자의 경우에도 상대위험도가 1.124 (95% CI=0.711-1.778)로 나타나 역시 규칙적 운동 집단에 비해 당뇨병 발생의 상대위험도가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 운동을 많이 할수록 당뇨병 발병의 위험이 감소한다는 선행연구들의 결과와 일치하는 것이다 [6,22,25-28]. 또한, 여자의 경우 남자에서의

연구 결과와는 달리, 운동과 당뇨병 발병 간의 관계가 명확하지 않은 것으로 나타났는데, 특히 불규칙적 운동 집단이 운동 미실시 집단에 비해 상대위험도가 더 높게 나타나는 경향이 있었다. 이는 저강도의 신체활동을 회상하는 데 있어 정확성이 저하되는 경향성에 기인할 것이라고 생각한다 [29].

비만은 당뇨병 발병에 있어 매우 중요한 위험요소 중 하나이며, 특히 중심성 비만과 대사성 질환의 관계는 잘 알려져 있다 [30-35]. 이러한 선행 연구의 결과를 통해 공복혈당장애군 중에서 보다 높은 위험성을 가지고 있는 체질량지수가 25.0 kg/m² 이상인 비만 집단만을 선별해서 운동이 당뇨병 발병에 미치는 영향을 분석하였는데, 4년간의 누적 발생률은 남자 21.2%, 여자 15.2%로 나타났으며, 이러한 결과는 전체 집단의 누적 발생률(남자 16.6%, 여자 6.5%)보다 더 높은 것이었다.

비만한 집단의 상대위험도를 살펴보면, 남자의 경우 '규칙적 운동' 군에 비해 '운동 미실시' 군의 당뇨병 발병 상대위험도는 1.571 (95% CI= 1.351-1.827)(p<0.0001)으로 유의하게 나타났고, 여자의 경우 1.869 (95% CI= 0.846-4.130)로 나타났다. 이는 전체 집단에 비해서 비만 집단의 '규칙적 운동' 군에 비해 '운동 미실시' 군의 당뇨병에 걸릴 위험이 높은 것을 의미한다. 이는 신체 활동이나 운동이 독립적으로 인슐린 저항성(insulin resistance)에 영향을 미칠 뿐 아니라 체중 감소나 체중 증가의 예방에도 효과적이며, 이를 통해 지방 조직을 감소시키고 결과적으로 인슐린 민감성을 향상시키기 때문에 비만 집단에서 운동이 당뇨 예방의 효과가 더 높다는 선행연구들의 결과 [6,21,22,27]와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 본 연구의 제한점으로는 우선 규칙적 운동 여부에 대한 평가가 건강검진 문진표 상의 운동 문항인 '주당 운동빈도'만을 토대로 평가한 점을 들 수 있다. 이러한 평가 방법은 총 에너지 소비량(total energy expenditure: TEE)이나 신체 대사량(metabolic equivalent: METs)과 같이 운동량을 정량화한 선행 연구들에 비해 정확성이 다소 떨어지는 제한점이 있

지만 해당 설문 문항이 '땀이 몸에 배일 정도의 운동'이라고 정의하였기 때문에 이를 토대로 운동 강도를 추측할 수 있기 때문에 타당성이 크게 저하되지는 않을 것으로 생각한다. 또한 주당 운동빈도를 통해 각 운동 집단을 분류할 때 운동 문항의 답변이 각 범주 내에서 일정한 인원만을 평가하였는데 이는 본 연구의 주 독립변수인 주당 운동빈도의 영향력이 과소평가(underestimated)될 것으로 판단하였기에 답변이 일관된 인원만을 선택한 것이다. 따라서 향후 연구에서 규칙적 운동 여부의 변화를 토대로 관찰한다면 보다 명확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 국내의 당뇨병 전기 환자들에게 운동이 당뇨병의 예방에 있어 긍정적 영향이 있음을 밝힌 첫 연구라는데 의의가 있다. 특히 공복혈당장애를 가지고 있는 비만한 사람들의 경우 당뇨병을 예방하기 위해 운동 참여에 보다 많은 관심을 가져야 하는데, 이를 위해서는 개인적 노력뿐만 아니라 국가적, 사회적 노력이 체계적으로 경주될 필요가 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

1. King H, Aubert RE, Herman W H. Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections. *Diabetes Care* 1998; 21(9): 1414-1431.
2. Qiao Q, Hu G, Toumlehto J, Nakagami T, Balkau B, Borch-johnsen K, et al. Age- and sex-specific prevalence of diabetes and impaired glucose regulation in 11 Asian cohorts. *Diabetes Care* 2003; 26(6): 1770-1780.
3. Trevisan R, Vedovato M, Tiengo A. The epidemiology of diabetes mellitus. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13(suppl 8): 2-5.
4. Ivy JL, Zderic TW, Fogt DL. Prevention and treatment of non-insulin-dependent mellitus. *Exerc Sport Sci Rev* 1999; 27(1): 1-35.
5. Meisinger C, Löwel H, Thorand B, Döring A. Leisure time physical activity and the risk of type 2 diabetes in men and women from the general population: The MONICA/ KORA Augsburg Cohort Study. *Diabetologia* 2005; 48(1): 27-34.
6. Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, et al. Walking compared with vigorous physical activity and

- risk of type 2 diabetes in women : A prospective study. *JAMA* 1999; 282(15): 1433-1439.
7. Kim JS, Kim YJ, Park SI. Mean fasting blood glucose level and an estimated prevalence of diabetes mellitus among a representative adult korean population. *Korean J Prev Med* 1993; 26(3): 311-320. (Korean)
8. Shin CS, Lee HK, Koh CS, Kim YI, Shin YS, Yoo KY, et al. Risk factors for the development of NIDDM in Yonchon county, Korea. *Diabetes Care* 1997; 20(12): 1842-1846. (Korean)
9. Baik SH, Choi KM, Cho YJ, Kim KO, Kim DR, Kim NH, et al. Prevalence of diabetes mellitus in elderly korean in southwest Seoul(SWS Study): Comparison of 1997 ADA & 1985 WHO criteria in elderly Korean. *J Korean Diabetes Asso* 2001; 25(2): 125-132. (Korean)
10. Oh JY, Lee HJ, Hong ES, Sung YA, Lee SH. The prevalence and incidence of diabetes in Mokdong, Seoul. *J Korean Diabetes Asso* 2003; 27(1): 78-83. (Korean)
11. Lee JR. *Development of Health Promotion Strategies Based on the Effect Analysis of Risk Reduction and Health Cost*. Korea: Ministry of Health and Welfare; 2004. (Korean)
12. Lee SH. *Retrospective Cohort Study on Obesity and Hypertension Risk among Korean Adults* [dissertation]. Korea: Seoul National Univ; 2001. (Korean)
13. Genuth S, Alberti KG, Bennett P, Buse J, Defronzo R, Kahn R, et al. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003; 26(11): 3160-3167.
14. World Health Organization(WHO)/International Association for the Study of Obesity(IASO)/International Obesity Task Force(IOTF). *The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and Its Treatment*. Melbourne: Sydney: Health Communications Australia; 2000.
15. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002; 106(25): 3143-3421.
16. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension* 2003 ; 42(6): 1206-1252.

17. Chen KT, Chen CJ, Gregg EW Imperatore G, Narayan KMV. Impaired fasting glucose and risk of diabetes in Taiwan: Follow-up over 3 years. *Diabetes Res Clin Prac* 2003; 60(3): 177-182.
18. Ko GT, Chan JC, Cockram CS. Change of glycaemic status in Chinese subjects with impaired fasting glycaemia. *Diabet Med* 2001; 18(9): 745-748.
19. de Vegt F, Dekker JM, Jager A, Hienkens E, Kostense PJ, Stehouwer CD, et al. Relation of impaired fasting and postload glucose with incident type 2 diabetes in a Dutch population: The Hoorn Study. *JAMA* 2001; 285(16): 2109-2113.
20. Shaw JE, Zimmet PZ, de Courten M, Dowse GK, Chitson P, Gareeboo H, et al. Impaired fasting glucose or impaired glucose tolerance. What best predicts future diabetes in Mauritius? *Diabetes Care* 1999; 22(3): 399-402.
21. Helmrch SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *NEJM* 1991; 325(3): 147-152.
22. Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992; 268(1): 63-67.
23. Sawada SS, Matuszaki K, Lee I, Blair SN, Muto T. Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003; 26(10): 2918-2922.
24. Nakanishi N, Takatorige T, Suzuki K. Daily life activity and risk of developing impaired fasting glucose or type 2 diabetes in middle-aged Japanese men. *Diabetologia* 2004; 47(10): 1768-1775.
25. Burchfiel CM, Sharp DS, Curb JD, Rodriguez BL, Hwang LJ, Marcus EB, et al. Physical activity and incidence of diabetes: the Honolulu Heart Program. *Am J Epidemiol* 1995; 141(4): 360-368.
26. Perry IJ, Wannamethee SG, Walker MK, Thomson AG, Whincup PH, Shaper AG. Prospective study of risk factors for development of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged British men. *BMJ* 1995; 310(6979): 560-564.
27. Lynch J, Helmrch SP, Lakka TA, Kaplan GA, Cohen RD, Salonen R, et al. Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Arch Intern Med* 1996; 156(12): 1307-1314.
28. Haapanen N, Miilunpalo S, Vuori I, Oja P, Pasanen M. Association of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men and women. *J Epidemiol* 1997; 26(4): 739-747.
29. DiPietro L. Physical activity, body weight and adiposity: An epidemiologic perspective. *Exerc Sport Sci Rev* 1995; 23: 275-303.
30. Fujioka S, Matsuzawa Y, Tokunaga K, Tarui S. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 1987; 36(1): 54-59.
31. DeNino WF, Tchernof A, Dionne IJ, Toth MJ, Ades PA, Sites CK, et al. Contribution of abdominal adiposity to age-related differences in insulin sensitivity and plasma lipids in healthy non-obese women. *Diabetes Care* 2001; 24(5): 925-932.
32. Nagaretani H, Nakamura T, Funahashi T, Kotani K, Miyanaga M, Tokunaga K, et al. Visceral fat is a major contributor for multiple risk factor clustering in Japanese men with impaired glucose tolerance. *Diabetes Care* 2001; 24(12): 2127-2133.
33. Ryu SH, Beck SH, Chang YS, Kim DI, Suh BS, Kim WS, et al. Abdominal obesity in relation to the incidence of type 2 diabetes mellitus and impaired fasting glucose among some Korean adults: A retrospective cohort study. *J Prev Med Public Health* 2004; 37(4): 359-365. (Korean)
34. Dotevall A, Johansson S, Wilhelmsen L, Rosengren A. Increased levels of triglycerides, BMI and blood pressure and low physical activity increase the risk of diabetes in Swedish women. A prospective 18-year follow-up of the BEDA study. *Diabet Med* 2004; 21(6): 615-622.
35. Borodulin K, Toumilehto J, Petonen M, Lakka TA, Sundvall J, Jousilahti P. Association of leisure time physical activity and abdominal obesity with fasting serum insulin and 2-h postchallenge plasma glucose levels. *Diabet Med* 2006; 23(9): 1025-1028.