제2형 당뇨병 환자에서 철저한 생활습관조절이 대사지표개선에 미치는 효과

연세대학교 대학원

의 학 과

김 소 헌

제2형 당뇨병 환자에서 철저한 생활습관조절이 대사지표개선에 미치는 효과

지도 이 현 철 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2004년 6월 일연세대학교 대학원

의 학 과

김 소 헌

김소헌의 석사 학위논문을 인준함

심 사 위 원 인 심 사 위 원 인 심 사 위 원 인

연세대학교 대학원

2004년 6월 일

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 깊은 애정과 자상한 지도로 이끌어 주신 이현철 교수님께 진심으로 감사드리며, 본 연구를 위하여 각별한 조언을 아끼지 않으신 차봉수 교수님, 유지수 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 아울러 연구계획 수립 및 자료 수집에 도움을 주신 강은석 선생님과 이숙정 선생님께 깊은 감사를 드립니다. 언제나 사랑으로 저를 아껴주시고 지켜주시는 부모님께 감사드리며 이 논문을 바칩니다.

저 자 씀

차 례

국문요약 1
I. 서론 3
II. 대상 및 방법 ······ 7
1. 연구 대상 7
2. 연구 방법 7
3. 통계 및 분석 11
III. 결 과 ········ 12
1. 연구 대상 환자군의 임상적 특성 12
2. 철저한 생활습관조절에 따른 혈당조절 정도의
변화
3. 철저한 생활습관조절에 따른 혈청 지질농도의
변화
4. 철저한 생활습관조절에 따른 신체 계측치 및

	인슐	린	저	항성	의	변호	} .	••••	•••••	•••	••••	••••	••••	•••	13
5.	철저	한	생후	활습	관조	걸어) u	분른	혈청	a	dip	on	ecti	in고	ļ-
	hsC	RP	의	변회	.	• • • • •	• • • •	••••	•••••	•••	••••	••••	••••	•••	14
IV.	고	찰	••••	•••••	••••	••••	• • • •	••••	•••••	•••	••••	••••	••••	•••	21
V.	결 -	론	•••	•••••	••••	• • • • •		••••	•••••	•••	••••	••••	••••	•••	28
참고	1문헌	<u> </u>	••••	•••••	••••	• • • • •		••••	•••••	•••	••••	••••	••••	•••	29
영둔	<u>-</u> 요익	‡ .	• • • •			• • • • •				• • •				•••	37

그림 차례

Figure 1.	Comparison of changes in HbA1c,
	fasting plasma glucose, and 2 hour
	postprandial glucose between the
	lifestyle modification intervention group
	and control group 17

표 차례

Table 1. I	Baseline cli	nical	and	biochen	nical
C	characteristics	of paties	nts (LS)	M [lifes	style
r	nodification int	ervention	group]	vs con	trol)
	•••••	• • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • •	• • • • • • • • •	15
Table 2.	Changes in	fasting _l	plasma	glucose	e, 2
	hour postpra	ndial pla	asma gl	ucose,	and
	HbA1c before	e versus	after 1	2 week	s of
	lifestyle modi	fication i	in LSM	and cor	ıtrol
	patients	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	••••••	16
Table 3.	Changes in 1	plasma l	ipid lev	vels be	fore
	versus after	12 w	eeks o	of lifes	tyle
	modification	interven	tion in	LSM	and
	control patien	ts	•••••		18
Table 4.	Changes in	anthropo	metric	parame	ters

	and insulin resistance before versus after
	12 weeks of lifestyle modification
	intervention in LSM and control patients
	19
Table 5.	Changes in plasma adiponectin and
	hsCRP concentrations before versus after
	12 weeks of lifestyle modification
	intervention in LSM and control patients
	20

국문요약

제 2형 당뇨병 환자에서 철저한 생활습관조절이 대사지표개선에 미치는 효과

제 2형 당뇨병 환자에서 규칙적인 운동과 적절한 식사요법을 중심으로 하는 생활습관조절은 치료의 중요 요소이다. 현재까지 한국인 제 2형 당뇨병 환자에서 생활습관조절의 효과를 직접적으로 확인한 연구가 부족한 실정이다. 본 연구는 한국인 제 2형 당뇨병 환자에서 철저한 생활습관조절 중재 프로그램을 12주간 실시하여 혈당조절과 혈청 지질농도, 신체계측치 및 인슐린저항성 및 혈청 adiponectin, high sensitivity C-reactive protein (hsCRP) 등에 어떤 영향을 미치게 되는지 알아보고자 하였다.

본 연구는 최근 3개월간 치료 방법에 변화가 없었으며, 인슐린을 사용하지 않는 제 2형 당뇨병 환자 중 프로그램에 참여하는 데 동의한 22명을 치료군, 22명을 대조군으로 무작위로 선정하여 치료군의 경우 12주간 운동요법과 식이 조절에 대한 강의와 토론으로이루어지는 1:1 또는 2:1 개인 교육을 주 1회 1시간씩 실시하였다. 중재 전과 12주간의 프로그램이 끝난 후의 혈당 조절, 혈청 지질농도, 신체계측치, HOMA_{IR} (Homeostasis model assessment of

insulin resistance), adiponectin, hsCRP의 변화를 대조군과 비교하여 분석하였다. 치료군의 당화혈색소는 $0.62\pm1.29\%$ 감소 (p=0.044)하였고 총콜레스테롤은 22.0 ± 20.9 mg/dl 감소(p=0.010)하였으며 저밀도지단백-콜레스테롤은 22.1 ± 24.0 mg/dl 감소 (p=0.005)하였다. 치료군의 체중은 1.5 ± 1.9 kg 감소 (p=0.005)하였고 체질량지수는 0.6 ± 0.7 kg/m² 감소(p=0.004)하여 대조군과비교시 통계학적으로 유의한 변화가 있었다. 중성지방, HOMA_{IR}, adiponectin, hsCRP는 대조군과 비교시 유의한 변화가 없었다.

이상의 연구 결과로 한국인 제 2형 당뇨병 환자에서 12주간의 철저한 생활습관개선은 혈당감소 효과가 있으며 총콜레스테롤 및 저밀도지단백-콜레스테롤을 감소시킨다는 것을 알 수 있었다. 치료군에서 체중과 체질량지수의 유의한 감소가 있었으나, HOMA_{IR}로 분석한 인슐린 저항성이나 adiponectin, hsCRP 농도에는 유의한 변화를보이지 않았다. 생활습관개선을 통한 혈당 감소 및 혈청 지질농도개선 및 체중 감량은 당뇨병의 합병증을 예방하고 심혈관 위험인자를 감소시키는 데 도움이 될 것이다.

핵심되는 말: 생활습관조절, 혈당조절, 제 2형 당뇨병

제 2형 당뇨병 환자에서 철저한 생활습관조절이 대사지표개선에 미치는 효과

<지도교수 이 현 철> 연세대학교 대학원 의학과

김소헌

I. 서론

제 2형 당뇨병은 미국에서는 약 8%의 유병률을 가지고 있으며 우리나라에서는 생활 습관이 점차 서구화됨에 따라 유병률이 증가하고 있는 질환이다^{1,2,3,4}. 당뇨병 환자에서 오랜 기간에 걸쳐 발생하는 망막증이나 신증과 같은 미세혈관 합병증과 허혈성 심장 및 뇌 질환을 포함하는 대혈관 합병증이 환자의 건강 상태 및 사망과 중요한 연관성을 가지고 있으며 이의 치료에 소요되는 비용 또한 증가하는 추세에 있다⁵. 혈당조절을 엄격하게 한 경우 제 2형 당뇨병에서 이런 장기적인 혈관계 합병증이 감소하는 것으로 알려져 있는데이에 대한 대표적인 연구로 United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS)가 있다⁶. 이 연구는 10년 이상의 기간동안 5,000명이상의 환자를 대상으로 진행되었는데 엄격한 혈당조절 및 위험인자의 조절이 당뇨병의 합병증에 미치는 영향을 조사하였다. 이 연구

에서는 당화혈색소가 1% 감소할 때 미세혈관계 합병증은 37% 감소되었고 심근경색은 14%, 말초혈관 질환은 37%감소되었으며, 당뇨병과 관련된 사망률은 21% 감소하였고 전체 사망률은 7% 감소하였다.

내당능장애를 가진 사람들에서 철저한 생활습관개선이 제 2형 당뇨병으로의 진행을 막을 수 있다는 보고는 많이 있다. 대표적인 연구로 Diabetes Prevention Program (DPP) lifestyle intervention이 있는데⁷, 당뇨병은 아니지만 공복혈당장애 또는 내당능장애가 있는 3,234명을 대상으로 무작위로 위약을 투여하거나 metformin을 투여, 또는 생활습관조절 프로그램을 시행하였다. 생활습관조절 프로그램의 목표는 7% 이상의 체중감량과 주당 150분 이상의 운동을하는 것이었다. 총 4년을 추적 관찰한 결과, 생활습관 조절군에서 대조군에 비해 58%의 당뇨병 발병 감소를 볼 수 있었고, 이는 31%의 감소를 보인 metformin 투여군보다 더 효과적이었다. Finland와 중국에서 시행된 연구에서도 생활습관조절은 당뇨병으로의 진행을 유의하게 감소시켰다^{8,9}.

식습관 조절과 적절한 운동이 혈당조절 및 고콜레스테롤혈증이나 고혈압과 같은 심혈관계 위험인자 조절에 도움이 된다는 보고들이 있다¹⁰⁻¹⁶. 운동은 혈당개선 효과를 가질 뿐 아니라 인슐린 저항성을 줄여 주고 체중감소 효과를 가져오고 이를 유지할 수 있게 해주며

고혈압이나 고지혈증을 호전시킬 수 있다¹⁷. 이렇듯 생활습관개선은 제 2형 당뇨병 발생에 대한 예방 효과가 있으며 이외에도, 혈당조절 이나 심장혈관계 위험인자를 조절 할 수 있다. 그러나, 제 2형 당뇨 병을 진단받은 환자를 대상으로 한 생활습관개선의 효과에 대한 연 구는 많지 않은 실정이다. 이에 대한 연구 중 Japan Diabetes Complication Study (JDCS)는 제 2형 당뇨병을 진단받은 2,205명 을 대상으로 생활습관 조절을 시행하였을 때 당뇨병성 망막증. 당뇨 병성 신증, 심장혈관계, 뇌혈관계 합병증을 예방할 수 있는 지를 알 아보고자 시행되고 있는 연구이다¹⁸. 아직 진행중인 이 연구에서 3 년간의 중간 결과를 보여주는 보고에서 2년 이후부터 작지만 유의 한 혈당개선 효과가 나타났으며 당뇨병 관련 합병증 발생에 대한 결과는 아직 연구 진행 중에 있다. 이외에도 많지는 않으나 생활습 관개선 프로그램 시행이 혈당조절 및 지질 대사에 도움이 되었다는 소규모 연구들이 있다^{19,20}.

최근 지방세포는 단순한 지방의 저장소가 아니라 leptin, TNF-a, IL-6, resistin, adiponectin 등을 포함하는 생물학적인 활성을 가진 단백인 adipokine을 만들 수 있는 내분비 기관이라는 것이 밝혀졌다²¹. 이 중 adiponectin은 인슐린 감수성을 증가시키고, 항염증작용이 있는 것으로 알려져 있다^{22,23}. Hotta 등²⁴은 식사 조절을 통한 체중감소 시 adiponectin이 증가한다고 보고하였으며, 운동 시

adiponectin이 증가한다는 보고도 있으나 이는 아직 논란이 있는 실정이다^{25,26,27}. IL-6에 의해 간에서의 분비가 유도되는 C-reactive protein (CRP)는 전신 염증을 나타내는 지표로 심혈관계 질환의 위험인자로 생각된다²⁸. CRP가 혈당 조절과 연관이 있다는 보고도 있으나 아직도 논란이 있다²⁹.

제 2형 당뇨병 환자에서 생활습관조절은 강조되고 있으나 생활습관조절의 직접적인 효과가 연구된 경우는 많지 않고 특히 우리나라에서 생활습관조절 중재 시 혈당조절 및 혈청 대사지표의 변화를 전향적으로 시행한 연구는 없었다. 식사와 운동을 포함하는 생활 습관은 문화적, 사회적, 경제적 배경에 따라 달라지므로 생활습관조절의 유용성은 각 나라, 각 사회마다 다를 것이므로 우리 나라 사람들에게 이를 적용시켰을 때의 영향은 연구되어야 할 필요가 있다. 본연구에서는 한국인 제 2형 당뇨병 환자에서 철저한 생활습관조절이혈당 개선에 효과가 있는 지를 보고 다른 당뇨병과 관련된 합병증에 영향을 줄 수 있는 여러 혈청 대사 지표들이 개선되는 지를 보고 adiponectin, hsCRP에 변화가 있는 지를 살펴보고자 한다.

Ⅱ. 대상 및 방법

1. 연구 대상

2003년 9월부터 2003년 12월까지 연세대학교 세브란스병원 당뇨 병센터 외래에 내원한 환자 중 제 2형 당뇨병을 진단 받았고 인슐린을 사용하지 않으면서 경구용 약제나 운동 및 식이요법만으로 혈당을 조절하고 있는 환자를 대상으로 하였다. 기존의 경구용 당뇨병치료약제 투여나 운동 및 식이요법에도 HbA1c ≥ 7.0% 이면서 연구 등록 당시 3개월 전부터 투여 약제나 치료의 변화가 없었던 환자를 대상으로 하였다. 고혈압을 제외한 중증 심혈관 질환 (허혈성심질환, 울혈성심부전, 말초혈관 폐쇄증), 악성 종양, 만성신부전,심한 중식성 당뇨병성 망막증 등의 중증질환 동반자, GAD (glutamic acid decarboxylase) 항체 양성인 환자, 케톤산혈증의 과거력이 있는 환자는 연구대상에서 제외되었다.

2. 연구 방법

22명의 철저한 생활습관조절 치료군 (Lifestyle modification group: LSM)과 22명의 대조군을 무작위로 분류하였다. 철저한 생활습관조절 치료군은 12주간의 철저한 생활습관조절 프로그램에 참여를 하였고 대조군은 영양사로부터 1회 영양 상담을 받고 의료진으

로부터 운동 및 식사요법의 중요성에 대해 진료시 교육을 받았으나 그 이상의 중재는 받지 않았다.

가. 철저한 생활습관조절 프로그램의 개요

프로그램의 궁극적인 목표는 제 2 형 당뇨병 환자들이 혈당을 적정 범위로 조절할 수 있도록 생활습관을 교정하여 습관화하는 것이다. 이를 위해 12주간 운동요법과 식이 조절에 대한 강의와 토론으로 이루어지는 1:1 또는 2:1 개인 교육을 주 1회 1시간씩 실시하였다. 본 과정 동안 환자들에게 식이와 운동에 대한 교육자료 및 정보를 제공하고, 자기 관리에 대한 동기 부여 및 자신감과 자기 효능감을 상승시킬 수 있도록 격려하였다. 프로그램의 운영은 간호사 2인과 운동처방사 1인이 팀을 이루어 실시하였다. 다음의 세부적인 목표를 통해 궁극적인 목표를 달성하고자 하였고, 개별 환자에게 적절하게 맞춤형 처방을 실시하였다. 비만인 사람을 기준으로 7%의 체중감량과 주당 3시간이상의 활동량을 목표로 하였다.

(1) 현재 운동상태와 운동능력에 따른 운동 처방 실시

주로 속보 및 수영을 위주로 하고, 근육량이 많이 떨어진 환자에게 는 근육 운동을 추가 시켰다. 첫 한 달간 속보 시간을 서서히 늘려주당 180분까지 속보를 실시하여 기록하도록 하고, 그 이후는 환자의 상태 및 조건에 따라 주당 최소 3시간에서 최고 12시간까지 속보 및 등산, 수영을 실시하도록 하였다. 운동의 강도는 심박수를 측

정하여 표시하는 기계(Polar[™])를 사용하는 환자는 최대 운동 능력의 40-60% 범위의 심박수 범위에서 운동하도록 하였다. Polar를 사용하지 않는 환자는 RPE (Rating Perceived Exertion) 12에서 14범위인 "약간 힘들다"에서 "힘들다" 정도의 주관적인 강도와 운동중 심박수를 세어 운동능력의 40-60% 범위가 되도록 점검하면서 운동을 시행하도록 하였다.

(2) 생활 속에서 활동량 늘리기

스트레칭 방법을 교육하였고 스트레칭과 활발한 활동을 점차 늘리도록 교육하였다. 손빨래, TV 보면서 스트레칭하기, 걸어서 쇼핑하기, 한 정거장 걷기, 서서 전화 받기 등의 방법을 실천하도록 교육하였다.

- (3) 식이요법을 정확히 지키기
- (가) 표준 체중에 따른 열량

보통강도의 활동을 하는 사람: 표준체중 x 30 Kcal

육체 노동을 하는 사람: 표준체중 x 35 Kcal

(나) 표준 체중에 따른 열량에 맞게 식품교환표에 맞추어 식사패턴을 갖도록 하는 교육 및 연습을 실시하였다. 식습관 교정을 위해 첫 8주간은 서서히 목표 열량에 맞추는 연습을 실시하고 9주 이후에는목표열량에 거의 근접한 식사습관을 연습하였다. 당질 55-60%, 단백질 15-20%, 지방 20-25%로 구성된 균형 잡힌 식사 습관을 교

육하였고 주 2회 식사 내용을 기록하여 오도록 하여 교육 시간에 점검을 하였다.

(4) 그 외 기타 교육 및 점검

음식자극에서 벗어나기, 먹고 싶은 욕망 줄이기, 운동습관의 지속성 유지하기 등에 대한 토론 및 상담, 당뇨 개론과 합병증에 대한설명을 하였다. 다른 환자의 사례를 소개함으로써 동기 유발 및 습관이 유지되도록 교육하였고 주마다 체중, 혈당 측정을 실시하여 결과를 비교함으로써 운동과 식이 조절에 대한 의지를 높였다.

나. 철저한 생활습관조절이 혈당조절 및 여러 혈청대사지표 및 adiponectin, hsCRP에 미치는 효과

철저한 생활습관조절 치료군과 대조군 모두 생활습관조절 프로그램 시작 전과 12주가 지난 후 키, 몸무게, 허리둘레, 엉덩이 둘레를 측정하였고 공복 및 식후 2시간 혈당, 당화혈색소, 혈청생화학검사, 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지단백-콜레스테롤, 저밀도지단백-콜레스테롤, 공복 인슐린과 공복혈청 C-peptide, lipoprotein a, hsCRP 등을 측정하였다. 혈청 Adiponectin 농도는 ELISA 방법을 사용하여 측정을 하였다. 인슐린 저항성을 분석하고자 인슐린 저항성의 지표인 HOMA_{IR} (Homeostasis model assessment of insulin resistance)를 이용하였고 공복 인슐린 (μU/ml) x 공복혈당 (mmol/l) / 22.5으로 계산하였다.

3. 통계 및 분석

모든 자료의 통계처리는 개인용 컴퓨터 통계 프로그램 SPSS (Windows version 11.5, SPSS Inc. IL, USA)를 이용하였으며, 기술 통계값은 평균±표준편차로 표현하였다. 철저한 생활습관조절 치료 군 중 2명, 대조군 환자 중 1명은 12주의 과정을 마치지 않거나 채혈과 검사를 시행하지 않아 분석에서 제외하였다. 철저한 생활습관 개선 치료군과 대조군간의 혈청 대사지표 등의 변화 비교는 Mann-Whitney test를 시행하였고, 각 군에서의 혈청대사지표 등의 변화는 Wilcoxon sign rank test를 사용하였으며, p-value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 처리하였다.

Ⅲ. 결과

1. 연구 대상 환자군의 임상적 특성

20명의 철저한 생활습관조절 치료군과 21명의 대조군 간의 성별, 연령, 당뇨병의 유병기간, 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이 둘레, 공복 및 식후 2시간 혈당, 당화혈색소, 중성지방, 고밀도지단백-콜레스테롤, adiponectin, hsCRP 농도의 차이는 없었다. 다만, 총콜레스테롤, 저밀도지단백-콜레스테롤, 공복 혈청 C-peptide, 인슐린 농도와 HOMA_{IR}이 치료군에서 대조군보다 유의하게 높았다 (Table 1).

2. 철저한 생활습관조절에 따른 혈당조절 정도의 변화

철저한 생활습관조절 치료군과 대조군의 중재 전 공복혈당, 식후 2시간 혈당, 당화혈색소의 차이는 없었다(Table 1). 12주간의 철저한 생활습관 개선 프로그램에 참여한 치료군의 공복혈당은 175.0±34.0 mg/dl에서 156.9±43.8 mg/dl (p=0.035), 식후 2시간 혈당은 247.3±39.7 mg/dl에서 215.4±73.7 mg/dl (p=0.029)로 감소하였고, 당화혈색소도 8.9±1.3%에서 8.2±1.2%로 감소하였다 (p=0.062). 대조군은 12주간 공복 혈당은 172.2±31.3 mg/dl에서 171.5±48.9 mg/dl (p=0.945), 식후 2시간혈당은 256.8±71.8 mg/dl에서 227.2±61.0 mg/dl로 유의한 변화가 없었으며(p=0.903)

당화혈색소도 8.9±1.2%에서 9.0±1.4%로 유의한 변화가 없었다 (p=0.366, Table 2). 치료군은 대조군에 비해 당화혈색소 변화가 의미 있는 차이를 보였다 (p=0.044, Figure 1).

3. 철저한 생활습관조절에 따른 혈청 지질농도의 변화

12주간 생활습관조절 중재 프로그램에 참여한 치료군의 혈청 총콜레스테롤, 저밀도지단백-콜레스테롤은 12주 후 각각 208.6±34.4 mg/dl에서 186.6±29.2 mg/dl (p=0.001)로, 138.4±29.5 mg/dl 에서 116.2±31.8 mg/dl (p=0.001)로 감소하였다. 치료군에서 중재 전과 12주 후 중성지방 및 고밀도지단백-콜레스테롤은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 대조군은 중재 전과 12주 후 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백-콜레스테롤, 고밀도지단백-콜레스테롤모두 유의한 차이가 없었다. 대조군과 비교했을 때 치료군에서 콜레스테롤[-22.0 ±20.9 (10.5%) vs.-2.2±23.8 (1.2%);p=0.010], 저밀도지단백-콜레스테롤[-22.1±24.0 (15.9%) vs. 0.8±2.7 (0.6%);p=0.003]과 고밀도지단맥-콜레스테롤[-1.9±6.3 (3.6%) vs. 2.3±7.2 (4.7%);p=0.041]의 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (Table 3).

4. 철저한 생활습관조절에 따른 신체 계측치 및 인슐린 저항성의 변화

철저한 생활습관조절 치료군에서 12주간의 중재 후 체중은 $64.0\pm11.2~kg$ 에서 $62.5\pm11.0~kg$ (p=0.002)으로 감소하였고, 허리둘레는 $85.7\pm6.3~cm$ 에서 $83.9\pm6.0~cm$ (p=0.019)로 감소하였으며, 체질량지수도 $25.4\pm3.3~kg/m^2$ 에서 $24.8\pm3.3~kg/m^2$ (p=0.002)으로 유의하게 감소하였다. 대조군에서 체중, 허리둘레, 엉덩이둘레, 체질량지수의 유의한 변화는 없었다. HOMA_{IR}은 두 군 모두에서 유의한 변화가 없었다. 치료군에서의 체중, 체질량지수의 변화는 대조군과비교하였을 때 유의한 차이가 있었다(p<0.05, Table 4).

5. 철저한 생활습관 조절에 따른 혈청 adiponectin과 hsCRP의 변화

치료군에서 중재 전과 12주간의 중재 후 혈청 Adiponectin과 hsCRP의 유의한 변화는 없었다. 대조군에서 adiponectin이 11.7±8.0에서 8.9±6.2 µg/ml (p=0.046)으로 유의한 감소를 보였으나 hsCRP는 유의한 변화를 보이지 않았다. 치료군과 대조군간 변화를 비교했을 때 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 5).

Table 1. Baseline clinical and biochemical characteristics of patients (LSM[Lifestyle modification intervention group] vs control)

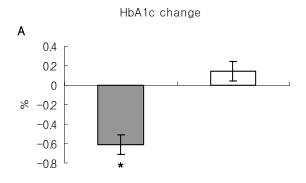
	control (n=21)	LSM (n=20)	р
DM duration (yrs)	11.6±6.5	9.2±6.5	0.283
age (yrs)	55.6±8.5	55.1±9.0	0.958
Sex (M:F)	4:17	2:18	
Weight (kg)	61.7±11.5	64.0±11.2	0.498
Height (cm)	157.0±7.3	158.4±7.2	0.657
Waist circumference (cm)	86.3±10.0	86.8±7.6	0.705
Hip circumference (cm)	97.9±8.8	97.6±5.8	0.657
BMI (kg/m ²)	25.0±3.9	25.4±3.3	0.506
FPG (mg/dl)	172.2±31.3	175.4±34.0	0.531
2PPG (mg/dl)	256.8±71.8	247.3±39.7	0.969
HbA1c (%)	8.9±1.2	8.9±1.3	0.845
Total cholesterol (mg/dl)	187.4±35.0	208.6±34.4	0.046
Triglyceride (mg/dl)	144.9±78.9	158.0±71.7	0.396
HDL-cholesterol (mg/dl)	49.1±6.7	52.5±9.2	0.205
LDL-cholesterol (mg/dl)	118.9±31.5	138.4±29.5	0.046
LP(a) (mg/dl)	14.9±10.7	19.6±16.6	0.411
BUN (mg/dl)	14.8±5.1	14.3±5.7	0.715
Cr (mg/dl)	0.9 ± 0.2	0.8 ± 0.1	0.064
Protein (g/dl)	7.1 ± 0.4	7.3 ± 0.3	0.078
Albumin (g/dl)	4.4±0.3	4.5±0.2	0.094
adiponectin (μg/ml)	11.7±8.0	15.0±14.4	0.667
C-peptide (ng/ml)	1.2±0.4	1.4±0.4	0.042
Insulin (µU/ml)	5.1±3.7	6.9±3.1	0.011
$HOMA_{IR}$	2.1±1.3	3.1±1.6	0.020
HsCRP (mg/L)	1.0 ± 1.0	1.1 ± 1.4	0.989

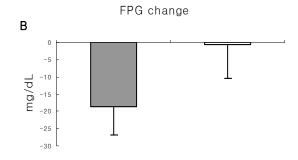
Data are mean±S D, FPG; fasting plasma glucose, 2PPC; 2hour postprandial plasma glucose, BMI; body mass index

Table 2. Changes in fasting plasma glucose, 2 hour postprandial plasma glucose and HbA1c before versus after 12 weeks of lifestyle modification in LSM and control patients.

	С	ontrol (n=21)		Lifestyl	among		
	Baseline	12 weeks	p	Baseline	12 weeks	р	group p
FPG (mg/dl)	172.2±31.3	171.5±48.9	0.945	175.4±34.0	156.9±43.8	0.035	0.148
2PPG (mg/dl)	256.8±71.8	227.2±61.0	0.903	247.3±39.7	215.4±73.7	0.029	0.285
HbA1c (%)	8.9 ± 1.3	9.0 ± 1.4	0.366	8.9 ± 1.2	8.2 ± 1.2	0.062	0.044

Data are mean±SD, FPG; fasting plasma glucose, 2PPG; 2hour postprandial plasma glucose.





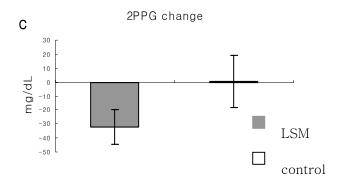


Figure 1. Comparison of changes in HbA1c (A), fasting plasma glucose (B), and 2 hour postprandial glucose (C) between the lifestyle modification intervention group (LSM) and control group. HbA1c change was significant in LSM compared to control group (*; p<0.05). FPG; fasting plasma glucose, 2PPG; 2 hour postprandial plasma glucose

Table 3. Changes in plasma lipid levels before versus after 12 weeks of lifestyle modification in LSM and control patients

	Co	ontrol (n=21)		I	among		
	Baseline	12 weeks	р	Baseline	12 weeks	р	groups p
TC (mg/dl)	187.4±35.0	185.2±33.8	0.578	208.6±34.4	186.6±29.2	0.001	
Δ (%)	-2.2±23.8 (1.2%)			-22.0	0.010		
Triglyceride (mg/dl)	144.9±78.9	135.1±85.8	0.876	158.0±71.7	145.2±89.1	0.332	
Δ (%)	-9.8±73.0 (6.7%)			-12.9±54.5 (8.1%)			0.593
HDL-C (mg/dl)	49.1±6.7	51.4±9.1	0.169	52.5±9.2	50.6 ± 10.4	0.136	
Δ (%)) $2.3\pm7.2 (4.7\%)$ $-1.9\pm6.3 (3.6\%)$		9±6.3 (3.6%)		0.041		
LDL-C (mg/dl)	118.9±31.5	119.7±26.4	0.917	138.4±29.5	116.2±31.8	0.001	
Δ (%)	$0.8\pm22.7 \ (0.6\%)$ $-22.1\pm24.0 \ (15.9\%)$				0.005		

Data are mean±SD. LSM; Lifestyle modification intervention group, TC; Total cholesterol, HDL-C; HDL-cholesterol, LDL-C; LDL-cholesterol,

Table 4. Changes in anthropometric parameters and insulin resistance before versus after 12 weeks of lifestyle modification in LSM and control patients.

	C	Control (n=21)			among		
	baseline	12 weeks	p	baseline	12 weeks	p	groups p
Weight (kg)	61.7±11.5	61.9±11.6	0.663	64.0±11.2	62.5±11.0	0.002	_
Δ (%)	0	.2±1.5 (0.3%)		-	1.5±1.9 (2.3%)		0.005
Waist (cm)	86.3±10.0	86.4±10.0	0.909	85.7±6.3	83.9±6.1	0.019	
Δ (%)	().2±4.0 (0.2%)		-	1.9±3.1 (2.3%)		0.093
Hip (cm)	97.9±8.8	97.8±8.8	0.959	96.9 ± 4.9	96.0±4.9	0.050	
Δ (%)	-0	.1±3.2 (0%)		-	0.8±1.8 (0.9%)		0.615
BMI (kg/m²)	25.0±3.9	25.1 ± 4.1	0.758	25.4 ± 3.3	24.8±3.3	0.002	
Δ (%)	0	.0±0.6 (0.1%)		-	0.6±0.7 (2.4%)		0.004
$HOMA_{IR}$	2.1 ± 1.3	2.7 ± 3.0	0.848	3.0 ± 1.6	3.6±3.0	0.955	
Δ (%)	C	0.6±2.2 (29%)		(0.6±2.3 (18%)		0.979

Datas are mean±SD. LSM; lifestyle modification intervention group, Waist; Waist circumference, Hip; Hip circumference, BMI; body mass index,

Table 5. Changes in plasma adiponectin and hsCRP concentrations before versus after 12 weeks of lifestyle modification in LSM and control patients.

	(Control (n=21)]	among		
	baseline	12 weeks	р	baseline	12 weeks	p	groups p
Adiponectin (µg/ml)	11.7±8.0	8.9±6.2	0.046	15.0±14.4	14.5±13.9	0.709	
Δ (%)	-2	2.8±7.3 (23.9%)		-0.	5±11.3 (3.3%)		0.382
hsCRP (mg/L)	1.0 ± 1.0	4.4 ± 16.6	0.566	1.1 ± 1.4	1.6 ± 1.8	0.455	
Δ (%)	3.5±16.5 (350.0%)			0.2	0.537		

Data are mean±SD. LSM: lifestyle modification intervention group

Ⅳ. 고찰

본 연구는 인슐린을 사용하지 않는 한국인 제 2형 당뇨병 환자에서 12주간 철저한 생활습관조절을 위한 중재 시행이 혈당 강하 및 고지혈증 개선 및 체중감소 효과가 있음을 보여주었다.

제 2형 당뇨병 환자에서 규칙적인 운동과 적절한 식사요법을 중심으로 하는 생활습관조절은 치료의 중요 요소이다³⁰. 생활습관 조절의 중요성은 당뇨병으로의 진행을 막을 수 있는 예방의 역할도 있어 더욱 강조되고 있다. 최근 DPP (Diabetes Prevention Program) lifestyle intervention에서 입증되었듯이 7%의 체중감소와 주당 150분 이상의 운동을 목표로 하는 생활습관조절 중재프로그램을 시행했을 때 공복혈당 장애와 내당능 장애를 가진 당뇨병 발생의 위험군에서 당뇨병 발생은 유의하게 감소하였다⁷. 제 2형 당뇨병을 진단 받은 환자에서 생활습관조절이 혈당조절 및 기타 위험인자에 미치는 영향에 대한 직접적인 연구는 많지 않다. 비교적 대규모 연구로, JDCS (Japan Diabetes Complication Study)는 제 2형 당뇨병을 진단받은 2,205명을 대상으로 생활습관 조절이 당뇨병의 합병증을 예방하는 지 보고자 하였는데, 3년간의 중간 보고에서 2년 이후부터 작지만 유의한 혈당개선 효과가 나타나는 것을 볼 수 있었다¹⁸. Costa Rica에서 시행한 생활습관조절 중재는 75명의 제 2형 당뇨병 환자를 대상으로 지역사회가 중심이 되어 이루어졌으며 11주간의 영양교육과 주 3회의 60분간 걷기가 포함되는 중재로 이루어졌는데, 치료군은 평균 1 kg의 체중 감량, 공복혈당의 감소, 당화혈색소의 감소를 보였고 이는 대조군과 비교시 통계학적으로 유의한 차이였다²⁰. Sweden에서 시행한 생활습관조절 프로그램은 31주간 이루어졌는데. 이 연구에서도 치료군의 경우 혈당감소, 혈압감소, 체질량지수와 혈중 콜레스테롤감소, 고지단백-콜레스테롤의 상승을 볼 수 있었다¹⁹. 식사와 운동을 포함하는 생활습관은 문화적, 사회적, 경제적 배경에 따라 달라지므로 생활습관조절의 유용성은 각 나라. 각 사회마다 다를 것이므로 한국인에게 이를 적용시켰을 때의 영향은 다를 수 있다. 한국인 제 2형 당뇨병 환자를 대상으로 한 본 연구에서는 치료군에서 당화혈색소가 0.6% 감소하였고 총 콜레스테롤이 22.0 mg/dl, 저밀도지단백-콜레스테롤이 22.1 mg/dl 감소하였고 체중이 1.5 kg, 체질량 지수가 0.6 kg/m² 감소하였다. 치료군 및 대조군 모두 인슐린을 사용하지 않으면서 중재 기간동안 치료의 변화가 없었고, 치료군의 경우 참석률이 70%이상이거나 정해진 목표 및 과제를 70%이상 수행하는 사람만 분석에 포함 시켰다. 생활습관조절은 한국인에서도 제 2형 당뇨병 환자에서 혈당 감소 효과가 있으며 심혈관계 위험인자인 고지혈증 및 비만에

긍정적인 영향을 미침을 알 수 있었다.

당뇨병의 유병률이 증가함에 따라 당뇨병에 의한 합병증의 빈도도 증가하고 있다1. 당뇨병과 관련된 합병증에 대한 효과적인 치료가 없는 현재로서는 이런 합병증을 예방하기 위해 철저한 혈당 조절을 하는 것이 이와 관련된 질병을 조절하기 위한 최선의 방법이다. UKPDS study에서 볼 수 있듯이 엄격한 혈당조절은 미세혈관계 합병증, 말초혈관 질환, 당뇨병 관련 사망률을 감소시킨다⁶. 본 연구에서 철저한 생활습관개선 치료군에서 보인 작지만 유의한 혈당감소는 생활습관개선이 혈당 조절에 도움이 되며 궁극적으로 당뇨병 합병증을 예방하는 데 도움이 된다는 것을 보여준다. 혈중 총콜레스테롤 상승은 심혈관계 질환의 주요 위험인자이다³¹. 이 연구에서 치료군에서는 유의한 총콜레스테롤의 감소가 있었는데, 이는 심혈관계질환의 위험감소와 연관 있다. 비만은 인슐린 저항성 및 당뇨병의 발생, 고지혈증, 심혈관계질환 발생과 관련이 깊다³². 치료군에서 유의한 체중감소 및 체질량지수 감소를 볼 수 있었는데. 철저한 생활습관조절을 위한 중재가 비만 정도를 호전 시킬 수 있고 이와 관련된 위험성을 줄일 수 있음을 유추해 볼 수 있었다. 운동은 혈당 개선 효과를 가질 뿐 아니라 인슐린 저항성을 줄여 주고 체중감소 효과를 가져오고 이를 유지할 수 있게 해주며 고혈압이나 고지혈증을 호전시킬 수 있다¹⁷. Mathews 등³³은 공복

혈청 인슐린과 포도당 농도를 고려하여 'HOMA (Homeostasis model assessment of insulin resistance, HOMAR)법'을 개발하였는데, HOMA법은 과정이 간편하여 역학연구나 임상 응용에 적합하지만 정상혈당클램프검사에 의한 포도당이용률과 비교시 인슐린 분비능의 장애가 있는 경우에는 상관관계가 감소된다고 보고된 바 있다³⁴. 이 연구에서는 간편하게 인슐린 저항성의 변화를 보고자 'HOMA법'을 사용하여 HOMAR은 치료군과 대조군에서 기저와 12주 후에 구하여 그 값을 비교하였는데, 두 군 모두 12주 후 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 실제 인슐린 감수성에 본 생활습관조절 프로그램이 영향을 주지 못했을 가능성과 당뇨 유병기간이 평균 10여 년으로 긴 본 연구의 환자들에서 HOMA, 이 인슐린 감수성을 충분히 반영하지 못했을 가능성도 배제할 수 없다. 최근 지방세포가 단순한 지방의 저장고가 아니라, 생물학적인 활성을 가진 단백인 adipokine을 만들 수 있는 내분비 기관이라는 것이 밝혀졌다²¹. 이런 adipokine으로는 leptin, TNF-α, IL-6, resistin, adiponectin등이 있는데, 이 중 adiponectin은 인슐린 감수성을 증가시키고, 항염증 작용을 가지고 있는 것으로 알려져 있다^{22,23}. Hotta 등²⁴은 식사 조절을 통한 체중 감소시 adiponectin이 증가한다고 보고하였다. 운동시 adiponectin의 변화에 대해서는 아직 논란이 있다. Boudou 등²⁷은 8주간의 운동

후 16명의 중년 남자 환자에서 인슐린 감수성의 증가와 체중감소에도 불구하고 adiponectin은 변화가 없었다고 보고하였다. Rvan 등²⁶은 비만한 폐경 후 여성을 대상으로 6개월간 식사 조절을 통한 체중 감소와 운동을 시행하였을 때 인슐린, 혈당, leptin은 감소하는 데 반해, adiponectin은 변화가 없었음을 보고하였다. 이와 다르게 Kriketos 등²⁷은 19명의 비만한 남성을 대상으로 10주간 유산소 운동을 시행하였을 때 인슐린 감수성이 증가하고 adiponectin이 1주 뒤부터 260% 증가하고 그 뒤 증가가 유지되는 것을 보고하였다. 본 연구에서는 생활습관조절 중재 전후의 adiponectin은 치료군에서 변화를 보이지 않았고 대조군에서는 감소하였다. 치료군의 결과는 Ryan 등의 보고와 일치하는 내용으로 본 연구의 대상이 주로 폐경후 여성이 가장 많았던 것도 이들과 유사한 결과가 나온 것과 연관이 있을 것으로 보이며 연구 기간이 짧아 유의한 변화를 보이지 않았을 가능성도 있다.

지방세포에서 분비된 IL-6는 간에서의 CRP의 분비를 유도한다. CRP는 전신 염증을 나타내는 지표로 심혈관계 질환의 위험인자로 생각되며, 비만한 환자나 당뇨병이 있는 환자에서 상승되어 있고^{28,35},인슐린 저항성과 제 2형 당뇨병의 발생과 관련이 있다고 생각된다^{36,37}. King 등²⁹은 HbA1c가 높을수록 CRP가 상승이된다고 보고하였는데, 이는 혈당 조절과 전신 염증이 상관 관계가

있다는 것을 시사한다고 볼 수 있다. 이와 상반되게 Bell 등³⁸은 2형 당뇨병 환자에서 HbA1c와 hsCRP간의 상관관계가 없음을 보고하였다. 본 연구에서 치료군의 hsCRP는 중재 전과 12주 후간에 차이가 없었으며 대조군 역시 차이가 없었다. 이는 중재기간이 12주로 짧았던 점, HbA1c의 호전이 1% 이내로 적었던 점과 HOMA_{IR}로 측정한 바 인슐린 감수성의 변화가 없었던 점과관련이 있을 것으로 보인다.

본 연구는 한국인 제 2형 당뇨병 환자에서 식사 요법과 운동요법에 대한 교육을 중심으로 하는 12주간의 생활습관조절 중재가 혈당 및 혈청 대사 지표에 미치는 영향을 직접적으로 본 첫 연구이다. 대상 환자 수가 많지 않았고 중재 시간이 12주로 길지 않아 중재 후 장기간에 걸쳐 이런 혈당이나 혈중 지질농도나 체중의 감소가 유지되는 지는 알 수 없었다는 한계점이 있다. 또한 운동에 대한 중재가 교육 및 확인 정도로만 이루어져 정해진 시간동안 감독 하에 직접 참여하도록 하는 것에 비해서는 운동이 규칙적이지는 못하였다. 그럼에도 불구하고, 생활습관개선은 한국인 제 2형 당뇨병환자에서 유의하게 혈당을 감소시켰고 이는 당뇨병관련 합병증의 예방에 도움이 될 수 있다. 또한, 혈청 콜레스테롤을 낮춤으로써 심혈관계 위험을 감소시킬 수 있고, 체중을 감소시킴으로써 비만 환자에게 도움이 될 수 있다는 것을 알 수 있었다.

제 2형 당뇨병 환자에서 철저한 생활습관 개선은 강조되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구에서는 한국인 제 2형 당뇨병 환자에서 생활습관조절이 혈당 조절 및 혈청 대사 지표에 미치는 영향을 보고자 12주간의 철저한 생활습관조절 중재 프로그램을 시행하여 시행 전과 시행후의 혈당 조절 및 혈청 대사 지표의 변화를 연구하였다. 12주간의 철저한 생활습관조절 프로그램에 참여한 치료군에서 혈당조절 효과, 총콜레스테롤과 저밀도지단백-콜레스테롤의 감소, 체중과체질량지수의 감소를 확인할 수 있었다. 이는 당뇨병 관련 합병증의예방 및 심혈관계 위험인자의 감소와 연관이 있다. 향후 장기적인생활습관개선의 효과와 환자 특성별 생활습관조절의 효과에 대한연구가 진행되어야겠다.

VI. 참고문헌

- Harris MI, Flegal KM, Cowie CC, Eberhardt MS, Goldstein DE, Little RR, et al. Prevalence of diabetes, impaired fasting glucose, and impaired glucose tolerance in U.S. adults: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Diabet Care 1998;21:518-24.
- 2. 김영일, 최철수, 김상욱, 이종수, 김형호, 이무송, 이상일, 박중열, 홍성관, 이기업. 정읍지역 주민에서 당뇨병 및 내당능장애의 유병률. 당뇨병 1998;22:84-92.
- 3. 조남한. 한국인의 당뇨병 역학. 당뇨병 2001;25(1):1-10.
- 4. 연세대학교 보건정책 및 관리 연구소. 우리나라 당뇨병환자의 기초 역학 자료 및 합병증 진료비 조사 2004. p.14.
- 5. Nathan DM. Long-term complications of diabetes mellitus. N Engl J Med 1993;328:1676-85.
- 6. Stratton IM, Adler AI, Neil H, Matthews DR, Manley SE, Cull CA, et al. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. BMJ 2000;321:405-12.

- 7. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med 2002;346:393-403.
- 8. Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, an ZX, et al. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study. Diabet Care 1997;20:537-44.
- 9. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. N Engl J Med 2001;344:1343-50.
- 10. American Diabetes Association. Physical activity/exercise and diabetes mellitus. Diabet Care 2003;26(S1):S73-77.
- 11. Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glyceic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of controlled clinical trials. JAMA 2001;286:1218-27.
- 12. Rasmussen O, Thomsen C, Hansen K, Vesterlund M, Winther E, Hermansen K. Effects of blood pressure, glucose, and lipid levels of a high-monounsaturated fat diet compared with a

- high-carbohydrate diet in NIDDM subjects. Diabet Care 1993;16:1565-71.
- 13. Parker B, Noakes M, Luscombe N, Clifton P. Effects of a high-protein, high-mononsaturated fat weight loss diet on glycemic control and lipid levels in type 2 diabetes. Diabet Care 2002;25:425-30.
- 14. Knopp RH, Walden CE, Rezlaff BM, McCann BS, Dowdy AA, Albers JJ, et al. Long-term cholesterol-lowering effects of 4 fat-restricted diets in hypercholesterolemic and combined hyperlipidemic men: the Dietary Alternatives Study. JAMA 1997;278:1509-15.
- 15. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure(DASH). N Engl J Med 1997;335:1117-24.
- 16. Hagberg JM, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension: an update. Sports Med 2000;30:193-206.
- 17. Kriska AM, Pereira MA, Hanson RL, Chitson P, Hanson RL, Bennet PH, et al. Association of physical activity and serum

insulin concentrations in two populations at high risk for type 2 diabetes but differing by BMI. Diabet Care 2001;24:1175-1180.

- 18. Sone H, Katagiri A, Ishibashi S, Abe R, Saito Y, Murase T, et al. Effects of lifestyle modifications on patients with type 2 diabetes: The Japan Diabetes Complication Study (JDCS) study design, baseline analysis and three year-interim report. Horm Metab Res 2002;34:509-15.
- 19. Krook A, Holm I, Petterson S, Wallberg-Henriksson H. Reduction of risk factors following lifestyle modification programme in subjects with type 2 (non-insulin dependent) diabetes mellitus. Clin Physiol & Func Im 2003;23:21-30.
- 20. Goldhaber-Fiebert J, Tristan ML, Goldhaber-Fiebert SN, Nathan DM. Randomized controlled community-based nutrition and exercise intervention improves glycemia and cardiovascular risk factors in type 2 diabetic patients in rural Costa Rica. Diabet Care 26;24-29, 2003.
- 21. Matsuzawa T, Funahashi T, Nakamura T. Molecular mechanism of metabolic syndrome X: contribution of adipocytokines adipocyte-derived bioactive substances. Ann N Y Acad Sci 1999;892:146-54.

- 22. Berg AH, Combs TP, Du X, Brownlee M, Scherer PE. The adipocyte-secreted protein Acrp30 enhances hepatic insulin action. Nat Med 2001;7:947-53.
- 23. Ouchi N, Kihara S, Arita Y, Okamoto Y, Maeda K, Kuriyama H, et al. Adiponectin, an adipocyte-derived plasma protein, inhibits endothelial NF-kappaB signaling through a cAMP-dependent pathway. Circulation 2000;102:1296-301.
- 24. Hotta K, Funahashi T, Arita Y, Takahashi M, Matsuda M, Okamoto Y, et al. Plasma concentrations of a novel, adiposespecific protein, adiponectin, in type 2 diabetic patients. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2000;20:1595-99.
- 25. Kriketos AD, Gan SK, Poynten AM, Furler SM, Chisholm DJ, Campbell LV. Exercise increases adiponectin levels and insulin sensitivity in humans. Diabet Care 2004;27:629-30.
- 26. Ryan AS, Nicklas BJ, Berman DM, Elahi D. Adiponectin levels do not change with moderate dietary induced weight loss and exercise in obese postmenopausal women. International Journal of Obesity 2003;27:1066-71.
- 27. Boudou P, Sobngwi E, Mauvais-Jarvis F, Vexiau P, Gautier JF. Absence of exercise-induced variations in adiponectin

levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. European Journal of Endocrinology 2003;149:421-24.

- 28. Abdelmouttaleb I, Danchin N, Ilardo C, Aimone-Gastin I, Angioi M, Lozniewski A, et al. C-reactive protein and coronary artery disease: additional evidence of the implication of an inflammatory process in acute coronary syndromes. Am Heart J 1999;137:346-51.
- 29. King DE, Buchanan TA, Mainous III AG, Pearson WS. Creactive protein and glycemic control in adults with diabetes. Diabet Care 2003;26:1535-39.
- 30. Hamdy O, Goodyear LJ, Horton ES. Diet and exercise in type 2 diabetes mellitus. Endocrinol Metab Clin North Am 2001;30:883-907.
- 31. Castelli WP, Anderson K, Wilson PW, Levy D. Lipids and risk of coronary heart disease. The Framingham Study. Ann Epidemiol 1992;2:23-28.
- 32. Pi-Sunyer FX. Medical hazards of obesity. Ann Intern Med 1993;119:655-660.

- 33. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. Diabetologia 1985;28:412-419.
- 34. 윤용석, 박석원, 송영득, 박효경, 김오연, 안철우, 남재현, 남수현, 차봉수, 이종호, 임승길, 김경래, 이현철, 허갑범. Homeostasis Model Assessment법을 이용한 인슐린저항성 평가의 한계. 당뇨병 2000;24:541-551.
- 35. Ford ES. Body mass index, diabetes, and C-reactive protein among U.S. adults. Diabet Care 1999;22:1971-1977.
- 36. Festa A, D'Agostino R, Howard G, Mykkanen L, Tracy R, Haffner SM. Chronic subclinical inflammation as part of the insulin resistance syndrome-The insulin resistance atherosclerosis study (IRAS). Circulation 2000;102:42-47.
- 37. Pradhan AD, Manson JE, Rifai N, Buring JE, Ridker PM. Creactive protein, IL-6, and risk of developing type 2 diabetes mellitus. JAMA 2001;286:327-334.
- 38. Bell D, Hardy R, Desmond R. C-reactive protein and

glycemic control in adults with diabetes. Diabet Care 2004;27:637.

Abstract

The effects of lifestyle modification on metabolic parameters in type 2 diabetes

So Hun Kim

Department of Medicine

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Hyun Chul Lee)

In recent studies, lifestyle modification showed to have a significant role in preventing diabetes in people with risk of developing diabetes. Lifestyle modification is also known to have positive effects on glucose control and improving cardiovascular risk factors. Although lifestyle modification is considered to be important in treating diabetic patients, there are few studies concerning the effect of lifestyle modification in established type 2 diabetic patients (T2DM).

Therefore a study to evaluate the effects of lifestyle modification on glucose control, lipid profiles, body indices, adiponectin, and hsCRP level in Korean T2DM was conducted. From September of 2003 to December of 2003, 22 type 2

diabetic patients who had no treatment change for the recent 3 months and had a HbA1c≥7.0% were enrolled to a lifestyle intervention program. These patients visited the center once every week for 12 weeks and education concerning exercise and diet control was conducted by trained medical personnel. We compared HbA1c, fasting plasma glucose, 2 hour postprandial glucose, lipid profiles, adiponectin, hsCRP, weight, waist and hip circumference, and BMI change with 22 control patients who were not in the program but had type 2 DM.

Lifestyle intervention group patients showed significant decrements in HbA1c (-0.62 ± 1.29 vs. $0.14\pm0.91\%$, p=0.044), cholesterol (-22.00 ± 20.87 vs. -2.19 ± 23.75 mg/dl, p=0.010), LDL-cholesterol (-22.14 ± 24.03 vs. 0.76 ± 22.69 , p=0.005), body weight (-1.53 ± 1.85 vs. 0.16 ± 1.46 kg, p=0.005) and BMI (-0.61 ± 0.72 vs 0.03 ± 0.55 kg/m², p=0.004) compared with control patients. HOMA_{IR}, serum triglyceride, adiponectin, hsCRP levels showed no significant change compared to the control group. Lifestyle modification in Korean T2DM had positive effects on weight loss, glucose control, and cholesterol levels. These changes imply that lifestyle modification will be helpful for managing DM and its complications.

Key Words: lifestyle modification, glycemic control, type 2

diabetes