

노인 당뇨 환자의 체중부하운동이 당화혈색소(HbA1c), 혈당, 혈중지질 및 근육량에 미치는 영향

Effect of Weight Bearing Exercise on HbA1c, Blood Sugar, Lipid Profiles and Muscle Mass in Elderly with Diabetes

권일수(한국체육대학교 시간강사) · 오재근(한국체육대학교 교수) · 권기욱*(인천재능대학교 시간강사)

Ilisu Kwon · Jaekeun Oh *Korea National Sport University* · Kiwook Kwon* *JEL University / lecturer*

요약

본 연구는 노인 당뇨 환자의 체중부하운동이 당화혈색소, 혈당, 혈중지질 및 근육량에 미치는 효과를 검증하기 위하여 실시하였다. 연구 대상은 80세 이상 당뇨 진단 받은 여성노인 14명을 대상으로(n=14) 체중부하운동 그룹(Weight Bearing Exercise Group, WBG, n=7)과 통제군(CG, n=7)으로 구분하였다. 운동 프로그램은 체중부하운동을 주 5회 12주 동안 실시하였으며 결과는 다음과 같다. 운동 중재 전후에 당화혈색소(Glycated Hemoglobin A1c, HbA1c)($p<.001$)에서 유의한 상호작용이 나타났으나 공복혈당(Fasting Blood Sugar, FBS)과 식후 2시간(Postprandial 2hrs, PP2hrs)에서는 나타나지 않았다. WBG에서 FBS($p=.005$)와 PP2hrs($p=.020$)는 전·후간에 유의하게 감소하였으나 CG는 유의한 차이가 없었다. 당화혈색소는 WBG에서 전·후간에 유의하게 감소하였으나($p=.009$), CG는 유의하게 증가하였다($p=.006$). 운동 중재 전·후에 중성지방(Triglyceride, TG)에 유의한 상호작용이 나타났지만($p<.023$), 총콜레스테롤(Total Cholesterol, TC), 고밀도지질단백질 콜레스테롤(High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C) 및 저밀도지질단백질 콜레스테롤(Low Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C)은 나타나지 않았다. 두 그룹 모두 TC, HDL-C 및 LDL-C 에서 전·후 유의한 차이를 보이지 않았다. WBG에서 TG 수치는 유의하게 감소($p=.036$)하였으나 CG는 유의한 차이가 없었다. 운동 중재 전·후에 체지방량($p<.008$)과 체지방율($p<.0003$)에 유의한 상호작용이 나타났으나 체중과 골격근량에는 나타나지 않았다. 두 그룹 모두 체중과 골격근량에서 유의한 차이를 보이지 않았다. WBG에서 체지방량($p=.004$)과 체지방율($p=.005$)은 유의하게 감소하였으나 CG는 유의한 차이가 없었다. 12주간 노인 당뇨 환자의 체중부하 운동이 당화혈색소, 혈당, 지질 및 체지방에 효과가 있음을 보여주었다.

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of weight-bearing exercise on glycated hemoglobin(HbA1c), Blood Sugar, Blood Lipid, and Muscle Mass in elderly diabetic patients. For this purpose, the participants (n=14) were divided into two groups, the first group as a weight-bearing exercise group (WBG, n=7), and the second group as a control group (CG, n=7). As for the exercise program, weight-bearing exercise was performed 5 times a week during 12 weeks. The results were as follows. A significant interaction in glycated hemoglobin (HbA1c) ($p<.001$) was observed before and after exercise intervention, but not with fasting blood glucose (FBS) and 2 hours postprandial (PP2hrs). In WBG, FBS ($p=.005$) and PP2hrs ($p=.020$) were significantly decreased, but there was no significant difference in CG. HbA1c was significantly decreased in WBG ($p=.009$), but CG was significantly increased ($p=.006$). There was a significant interaction with TG level ($p<.023$) before and after exercise intervention, but not TC, HDL-C and LDL-C. However, TG levels were significantly decreased in WBG ($p=.036$), but there was no significant difference in CG. A significant interaction was observed between body fat mass ($p<.008$) and body fat % ($p<.0003$) before and after exercise intervention, but body weight and skeletal Muscle Mass were not observed. Body fat mass ($p=.004$) and body fat % ($p=.005$) were significantly decreased in WBG, but there was no significant difference in CG. As a result, this study showed that WBG was improved over CG in glycated hemoglobin, Blood Sugar, Lipid and body fat after 12 weeks.

Key words : Diabetes, Elderly, Weight Bearing Exercise, HbA1c, Blood Sugar, Blood Lipid, Muscle Mass

I. 서론

2020년 통계청 자료에 의하면 총인구 5,183만 명 중 65세 이상 고령인구가 차지하는 비율이 16.4%로 증가하였다(통계청, 2020). 우리나라도 이제는 고령화 사회에 진입함에 따라 다양한 노인성 질환이 대두되고 있다. 그중 당뇨병으로 인한 사망률이 65세 3.6%, 80세 3.3%로 나타났으며(통계청, 2014), 당뇨합병증으로 인한 순환계통의 질환의 사망률은 22.9%로 기록되어 노인의 10대 사망원인에 포함될 정도로 위험 질환군에 속하기 때문에 장기간 지속적인 관리와 진단이 필요하다(유재희, 2000).

고령화 사회에서 노인의 당뇨병 관리를 위해서는 증상의 조절, 합병증 예방이 필요하며 삶의 질 역시 노인 당뇨병 환자의 치료에서 고려해야 할 중요한 요소로 보고되고 있다(김수경, 2018). 당뇨병 조절에 있어서 가장 중요한 혈당조절은 약물요법과 함께 식사 및 운동요법이 병행될 때 최고의 성과를 거둘 수 있다고 보고된 바 운동요법은 중요한 부분을 차지하고 있다. 운동은 제 2형 당뇨병 환자의 혈당 조절능력을 개선시키고 심혈관 위험을 개선시켜 삶의 질을 향상시키며, 유산소 운동, 저항성 운동 및 유연성/균형운동을 권고하고 있다(Chen et al., 2015; Colberg et al., 2016). 특히, 유산소 운동과 저항성 운동이 결합된 복합 운동 시 당화혈색소 감소에 가장 큰 효과를 나타낸다(Church et al., 2010).

최근에는 당뇨병의 합병증 중 근감소증이 부각되고 있으며 유병기간이 6년 이상이고 혈당 조절이 양호하지 못한($HbA_{1c} > 8\%$) 노인 당뇨 환자에서 근육량 및 근력 감소가 두드러진다(Park et al., 2006). 국내 연구에서 414명의 65세 이상의 노인을 대상으로 한 연구에서 제 2형 당뇨병환자가 통제군에 비해 근감소증 발생 위험도가 약 2~4배 높은 것으로 보고하였다(Kim et al., 2014). 근감소증은 근육량과 근력이 감소되고 근육의 질이 저하되며 운동기능이 감소하여 낙상 및 장애가 나타날 가능성이 2배 이상 증가될 뿐만 아니라 혈당이 증가할수록 근력이 약화되는 부적인 상관관계가 있는 것으로 나타나 근육량을 유지하는 것이 노인 당뇨 환자에게 매우 중요하다(Yoon et al., 2016). 따라서 노인 당뇨 환자에게 있어 근감소증의 예방 및 중재에 대한 연구가 필요한 실정이다(김동현, 유태양, 2017).

근육량 및 근력을 증가시키기 위해서는 저항성 운동이 효과가 있으며 시설이나 도구 등을 통한 운동도 효과가 있으나 노인에게 있어서 자신의 체중을 이용한 운동이 손쉬운 방법인 동시에 큰 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Baggen, Van Roie, van Dieën, Verschueren & Delecluse, 2018). 체중부하운동(body weight bearing exercise)은 바벨이나 덤벨 등을 사용하는 프리웨이트(free weight)나 기구 등이 필요하지 않으며 본인의 체중이 중력에 대해 저항함으로써 전신의 근육을 자극하는 운동이다(Maatman et al., 2016).

노인 당뇨 환자를 대상으로 당화혈색소를 감소시키기 위해서 많은 연구 중 유산소성과 저항성의 복합 운동이 가장 많은 감소를 유도한 것으로 보고되었다(Colberg et al., 2016). 저항성 운동은 주로 밴드나, 덤벨, 바벨, 머신 운동을 통해서 수행되어져 왔으며, 이러한 운동은 노인에게 있어서 시설이나 비용 그리고 장비 등의 부

가적인 도움이 필요하다(김정숙, 김도연, 하수민, 2019; 방현석, 2016).

고령 당뇨병환자의 경우 오랜 유병기간으로 말초신경병증과 합병증 발생률이 높아 하지 근력 및 근육량 저하 가능성이 높으며 기구를 이용한 저항 운동은 부상의 위험이 있다(Salsich, Brown & Mueller, 2000).

저항성 운동 중 자기 체중을 이용해 한번에 다관절의 근육을 자극할 수 있는(Clark et al., 2004) 체중부하운동은 현재까지 연구된 예가 많지 않다. 특히 체중부하운동의 특징은 닫힌 사슬 운동으로서 동원되는 근육이 많고 안전하며, 근육량을 증가시키고, 고유수용성 감각에 영향을 주어 낙상예방에도 효과가 있는 등척성 및 등장성 운동을 병행해서 할 수 있는 운동이다(Baggen et al., 2018).

체중부하운동은 이렇게 체중을 이용하여 다양한 저항성 운동을 적용하고 여러 방향으로 신체를 움직임으로써 신체의 많은 근육의 동원을 가져와 노인 당뇨 환자의 전신 근활성화에 효과적인 것으로 예상되지만(Lark, Dickie, Faulkner & Barnes, 2019) 당뇨병 노인 대상으로 실시된 연구가 많지 않은 실정이다. 체중부하운동을 노인 당뇨 환자에게 적용한다면 외부저항 없이 체중에 기반한 저항운동으로 인해 근력과 근육량의 개선되어 골격근의 당 처리 능력이 높아져 근감소증과 당화혈색소의 개선에 효과가 있을 것으로 예상이 된다(Hamer & Molloy, 2009). 따라서 본 연구는 시간과 장소에 구애받지 않으며 안전하게 수행할 수 있는 체중부하운동을 12주간 실시한 후 노인 당뇨 환자에게 적용하였을 때 당화혈색소, 혈당, 혈중지질 및 근육량에 어떤 영향을 미치는 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 경기도에 소재한 실버타운에 거주하는 평균 연령이 80대인 제 2형 당뇨병으로 진단된 노인 여성 14명을 대상으로 하였다. 본 연구의 목적을 규명하기 위해 모든 환자는 우선으로 운동군($n=7$)과 통제군($n=7$)으로 배정하였다.

연구대상은 제 2형 당뇨병으로 진단 받은 대상자 중 공복시 혈당치가 140~200mg/dl인 자, 소변 검사상 케톤체가 음성인 자, 6주 이내에 심근경색, 울혈성 심부전, 협심증, 간헐적 파행 증상이 나타난 적이 없는 자, 신장, 신경, 망막 및 심혈관계 합병증이 없는 자 및 연구의 절차 및 목적에 대해 잘 이해하고 참여 의사를 밝힌 자들로 모집하였다. 연구 참여자의 인구통계학적 신체적 특성은 <표 1>과 같다. 본 연구는 한국체육대학교 생명윤리위원회로부터 심의 후 승인을 받아 진행하였다. (1263-202203-BR-005-02: 20220325-013)

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

	Age	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)
운동군 (n=7)	82.2±5.43	155.9±2.38	61.20±7.90	22.08±1.88
통제군 (n=7)	83.8±3.89	156.1±2.40	63.1±9.10	26.3±4.45

2. 연구내용 및 절차

본 연구는 체중부하 운동이 노인 당뇨병자들의 당화혈색소, 혈당, 혈중지질 및 근육량에 미치는 효과를 비교하기 위한 것으로 12주간 주 5회 운동 전·후에 관련 변인을 측정하였다.

1) 신체구성 측정

실험대상자들은 측정 12시간 전에 운동을 금지하고, 측정 전 소변을 보게 한 후 간편한 상, 하의로 환복하고 생체전기 임피던스 방법에 의한 인바디(Korea)사의 InBody 520 장비를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 발 받침대에 바르게 선 후 신장을 측정하고 양손으로 손잡이를 잡고 있으면 자동으로 체중, 체지방량, 체지방을 및 골격근량 등이 측정되는 기법을 이용하였다.

2) 혈액성분 분석

모든 대상자는 검사 전 12시간 이상 공복을 유지하도록 하여 다음 날 오전 7시에 전완정맥에서 약 10ml의 혈액을 채혈하였으며, 공

표 2. 체중부하운동 program

	Exercise	Position	Rep.	Type
1	- Walking - Turning the head - Rolling the ankles - Bending forward	Seated	2-3 reps.	Warm up, 10 min.
2	Plank with kneeling	Prone	20-30sec.	Main exercises 2-4 sets
3	Plank	Prone	20-30sec.	
4	Plank with elevated right/left leg, up & down	Prone	8-14 reps.	2-3 min, rest between the position
5	Prone and gluteus elevation with 90° knee flexion	Prone	8-14 reps.	Intensity (RPE) 1-2 weeks: 10-11 3-8 weeks: 11-12
6	Bridge	Supine	20-30 sec.	
7	Bridge with elevated right/left leg, up & down	Supine	8-14 reps.	
8	Bridge with right/left trunk twist	Supine	8-14 reps.	
9	Right/left side plank	Side	20-30 sec.	
10	Right/left side plank with hip abduction, up & down	Side	20-30 sec.	
11	Bird dog with elevated right/left wam up & down	Quadruped	20-30 sec.	
12	Bird dog with abdominal squeeze right/left ram	Quadruped	20-30 sec.	
13	Mini Squat	Standing	8-14 reps.	
14	Dynamic leg swing	Standing	8-14 reps.	
15	Belly twist, lying rest	Lying	20-30 sec. each	Cool down, 10 min.

복시 혈당(FBS), 식후 2시간 혈당(PP2hrs)은 임상화학자동분석기 (Toshiba 200FR, Japan)를 사용하였고, 당화혈색소(HbA1c; Hemoglobin Alc)의 농도 검사는 친화성 크로마토그래피(affinity chromatography)의 원리를 이용한 혈액분석기(ADVIA 1650 automatic chemistry analyzer, USA)를 이용하여 분석하였다. 총콜레스테롤 (TC), 중성지방(TG), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C), 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C)을 측정하였다. 혈액 분석은 Roche사의 Modular p800(Diagnostics Roche, Basel, Switzerland)장비를 사용하여 실시하였다.

3. 운동 프로그램

운동 프로그램은 12주 동안 주 5회 시행되었으며 각 운동 세션은 준비운동 10분, 정리운동 10분, 본 운동 40분으로 구성하였다. 준비 운동은 가볍게 5분간 워킹을 한 후 전신 스트레칭을 실시하였고, 정리운동으로 전신 스트레칭을 실시하였다. 운동 강도의 설정은 운동자각도(Rating Scales of Perceived Exertion, RPE) 20 point scale의 12-15를 이용하여 약간 힘들 정도로 실시하였다(송낙훈, 2015). 각 운동마다 set 당 휴식시간은 2-3분 정도로 하였다. 체중부하 운동은 상체와 하체를 균형 있게 발달시킬 수 있는 13개의 자세로 하였다(Boren et al., 2011; García-Vaquero, Moreside, Brontons-Gil, Peco-González & Vera-Garcia, 2012). 프로그램은 <표 2>와 같다.

4. 자료처리 및 평가방법

본 연구에서는 SPSS(Statistical Packages for Social Science) Ver. 18.0 program을 이용하여 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하여 집단별 운동 전, 후 차이검증에는 반복측정에 의한 이원변량분석(two-way repeated ANOVA)을 적용하였다. 분석결과 집단과 시기 간의 상호작용 효과가 있을 경우 집단 내 반복비교를 위한 대응 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 통계 유의 수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 당화혈색소 및 혈당 변화

12주간의 체중부하 운동 전·후 운동군($n=7$)과 통제군($n=7$)의 공복 혈당(FBS), 식후2시간 혈당(PP2hrs), 당화혈색소의 평균 및 표준편차는 <표 3>와 같다.

체중부하운동에 의한 집단별 혈당 지표를 비교한 결과 공복 혈당(FBS), 식후2시간 혈당(PP2hrs)에는 상호작용(시기×집단)이 나타나지 않았으나, 당화혈색소(HbA1c)($p < .001$)에는 유의한 상호작용 효과를 확인할 수 있었다. 후속 검증 결과 운동군의 공복 혈당(FBS)은 운동 전과 비교할 때 유의하게($t=4.246$, $p=.005$) 감소하였으나 통제군은 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=.153$). 그리고 식후2시간 혈당(PP2hrs) 수준에서 운동군은 유의하게($t=3.146$, $p=.020$) 감소하였으나 통제군은 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=.255$). 또한 당화혈색소에서 운동군은 유의하게($t=3.770$, $p=.009$) 감소하였으나, 통제군은 유의하게($t=4.215$, $p=.006$) 증가한 결과를 나타내었다.

표 3. 혈당 지표의 변화

변인	집단	사전	사후	집단내 변화 (paired t)	상호작용 (시기×집단)	
					F	p
FBS (mg/dl)	운동군	145.5±11.11	112.8±15.88	.005**	2.504	.140
	통제군	146.1±38.58	131.8±22.01	.153		
PP2hrs (mg/dl)	운동군	223.2±42.73	171.5±69.88	.020*	1.955	.187
	통제군	210.0±36.56	190.1±48.94	.255		
HbA1c (%)	운동군	7.4±0.87	6.2±0.70	.009**	19.627	.001***
	통제군	7.0±0.67	7.2±0.75	.006**		

M ± SD, FBS; Fasting blood sugar, PP2hrs; Postprandial 2 hours, HbA1c; Glycated Hemoglobin A1c, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

2. 혈액 성분의 변화

12주간의 체중부하운동 전·후 운동군($n=7$)과 통제군($n=7$)의 TC, TG, HDL-C, LDL-C의 평균 및 표준편차는 <표 4>과 같다.

운동에 의한 집단별 혈액 성분의 변화를 비교한 결과 TC,

HDL-C, LDL-C에는 상호작용(시기×집단)이 나타나지 않았으나, TG($p < .023$)에는 유의한 상호작용 효과를 확인할 수 있었다. 후속 검증 결과 TC, HDL-C, LDL-C에서 운동군과 통제군 모두에서 운동 전과 비교할 때 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 TG의 변화에 있어서는 운동군이 유의하게($t=2.693$, $p=.036$) 감소하였으나 통제군은 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=.431$).

표 4. 혈액 성분의 변화

(단위 : mg/dl)

변인	집단	사전	사후	집단내 변화 (paired t)	상호작용 (시기×집단)	
					F	p
TC	운동군	144.5±25.82	151.1±30.26	.399	.547	.474
	통제군	154.1±22.4	153.2±16.2	.906		
TG	운동군	144.1±53.85	112.1±58.93	.036*	6.790	.023*
	통제군	115.2±67.03	123.7±81.79	.431		
HDL-C	운동군	44.0±6.48	45.0±7.81	.403	2.254	.159
	통제군	58.4±12.58	55.8±15.3	.267		
LDL-C	운동군	77.4±25.19	74.2±23.47	.459	.204	.660
	통제군	74.8±16.31	68.7±11.77	.293		

M ± SD, * $p < .05$

TC: Total Cholesterol, TG: Triglyceride, HDL-C: High Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C: Low Density Lipoprotein Cholesterol

3. 신체구성의 변화

12주간의 체중부하운동 전·후 운동군($n=7$)과 통제군($n=7$)의 체중, 체지방량(kg), 체지방율(%), 골격근량(kg)의 평균 및 표준편차는 <표 5>와 같다.

표 5. 신체구성의 변화

변인	집단	사전	사후	집단내 변화 (paired t)	상호작용 (시기×집단)	
					F	p
체중(kg)	운동군	64.7±9.05	63.2±6.75	.250	1.177	.299
	통제군	63.1±9.10	62.9±8.93	.374		
체지방량(kg)	운동군	24.6±5.97	22.3±5.07	.004**	9.972	.008**
	통제군	24.9±8.82	25.0±8.35	.867		
체지방율(%)	운동군	35.9±5.83	32.7±5.91	.005**	13.267	.003**
	통제군	35.5±7.56	36.2±7.40	.422		
골격근량(kg)	운동군	21.4±5.36	22.6±3.58	.159	3.781	.076
	통제군	21.9±4.53	21.1±4.39	.309		

M ± SD, ** $p < .01$

체중부하운동에 의한 집단별 신체구성의 변화를 비교한 결과 체중, 골격근량에는 상호작용(시기×집단)이 나타나지 않았으나, 체지방량($p < .008$), 체지방율($p < .003$)에는 유의한 상호작용 효과를 확인할 수 있었다.

후속 검증 결과 체중과 골격근량에서는 운동군과 통제군 모두에서 훈련 전과 비교할 때 유의한 차이가 나타나지 않았다.

그러나 체지방량의 변화에 있어서는 운동군이 유의하게($t=4.554$, $p=.004$) 감소하였으나 통제군은 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=.867$). 그리고 체지방율의 변화에 있어서는 운동군이 유의하게($t=4.409$, $p=.005$) 감소하였으나 통제군은 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=.422$).

IV. 논의

본 연구는 12주간 1시간씩 규칙적으로 실시한 체중부하운동이 80대 이상인 제 2형 당뇨병 노인 여성들에게 당화혈색소, 혈중지질, 근육량에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구로서 운동군과 통제군을 각각 7명씩 나누어 실험처치 후 변인에 대한 변화를 관찰하였다. 이에 분석한 결과를 바탕으로 다음과 같이 논의하고자 한다.

선행연구에서 적어도 12주 동안 유산소운동, 저항성 근력운동 또는 유산소운동과 저항성 근력운동을 병행하는 운동을 하여야만 제 2형 당뇨병환자에서 당 조절 능력이 향상된다고 보고하고 있다. 공복시 혈당이 평균 132mg/dl인 제 2형 당뇨병 환자 15명을 대상으로 약물 섭취 없이 16주간 복합운동을 시행한 결과 공복시 혈당이 118mg/dl로 개선되어 당뇨병 환자에게 규칙적인 운동의 필요성을 보고 하였다(Cauza et al., 2005). 본 연구에서는 체중부하 운동군에서 공복 혈당(FBS)이 145mg/dl에서 112mg/dl로 감소하였고, 식후 2시간 후 혈당(PP2hrs)도 223mg/dl에서 171mg/dl로 유의하게 감소하였다. 이와 같이 규칙적으로 1시간 정도의 유산소를 포함한 저항성운동을 꾸준히 실시한다면 80대 이상인 제 2형 당뇨병 노인 여성들에게도 혈당을 조절하는데 효과적인 운동 형태라고 판단된다.

당뇨병환자의 진단에 유용하게 적용되는 변인 중 당화혈색소는 5.7-6.4%의 범위를 당뇨병 전 단계, 6.5% 이상은 당뇨병으로 진단할 수 있다(Giugliano et al., 2011). 고강도 운동에서 당화혈색소가 감소하는 연구(Boulé et al., 2003)도 있었으나 다른 연구에서는 중 정도의 강도에서도 당화혈색소가 감소하였다는 연구도 있다(Snowling & Hopkins, 2006). 그리고 당화혈색소는 7%보다 낮은 사람들보다는 7%이상의 수치를 보이는 사람들에서 개선의 효과가 크다는 연구 결과도 있다(Church 등, 2010). 본 연구는 중정도 강도의 저항운동이라고 할 수 있는데 체중부하운동군의 당화혈색소(HbA1c)가 7.4%에서 6.2%로 유의하게($p=.009$) 감소하였고, 운동을 하지 않은 통제군에서는 7.0%에서 7.2%로 유의하게($p=.006$) 증가한 결과를 나타내었다. 이와 같이 선행연구와 본 연구를 종합해 볼 때 제 2형 당뇨병을 가진 노인 여성들이 규칙적으로 운동을 하지 않는다면 당 조절 능력이 떨어져 당뇨질환을 더욱 악화시킬 수 있으리라 생각된다. 그리고 당화혈색소는 최소한 주당 3회, 150시간 이상의 운동을 하여야 유의하게 감소하고, 신체활동만으로 당화혈색소가 감소되지 않으며, 신체활동과 식이조절을 병행하여야 당화혈색소 감소에 의미가 있다고 보고 하였다(Ferrier et al., 2004).

본 연구의 피험자들은 실버타운에 거주하는 입주회원을 대상으로 하였기 때문에 실험에 참여하는 모든 대상자는 동일한 식사와 일일 칼로리 권장량을 초과하지 않는 범위 내에서 당뇨식단이 아닌 일반식으로 제공되었으나 운동군에서는 당화혈색소 감소가 나타났으나 운동을 하지 않은 통제군은 당화혈색소가 증가하였기 때문에 당화혈색소 감소를 위해서는 규칙적인 운동이 식이조절보다 더 중요한 요인으로 작용하는 것으로 판단된다.

본 연구의 운동시간 설정은 김영옥, 오수학(2017)의 연구에서 70분-50분의 운동이 노인의 체력을 향상시키는데 효과적인 운동 시간으로 설정되어 본 연구에서도 60분의 운동시간으로 운동을 실시하였고, 특히 노년기에는 급격하게 근력이 떨어지는 시기이기 때문에 노인들의 근력을 향상시킬 목적으로 본 연구에서는 외부 저항이 아닌 본인의 체중을 이용한 저항성 근력운동 프로그램으로 설정하였다. 또한 제 2형 당뇨병 환자들은 저혈당으로 떨어질 우려가 있기 때문에 식후 30분 이내에 운동을 시작하여 운동시간이 1시간이 넘지 않도록 설정하였다.

한편 당뇨병 환자를 대상으로 규칙적인 운동을 실시한 후 TC와 TG가 감소하고, HDL-C가 증가하였다는 연구가 있는데 이는 규칙적인 운동이 혈당치를 감소시키고, 근육에 인슐린 감수성을 증가시켜 지질대사가 개선되어 나타난 결과로 설명하고 있다(Kirk et al., 2003; 지용석 등, 2001; 최필병, 2011). 본 연구에서도 1시간의 규칙적인 체중부하운동으로 TG는 유의하게($p=.036$) 감소하였으나, TC, HDL-C, LDL-C에서는 유의한 효과가 나타나지 않았다. 이는 일반적으로 TC의 정상 범위는 150-200mg/dl이고, LDL-C의 정상 범위는 70-130mg/dl로 알려져 있는데 본 연구의 피험자들의 사전 TC가 140-150mg/dl이고 LDL-C는 70-77mg/dl이었기 때문에 피험자의 사전 수치가 정상수준에 있어서 운동으로 그 효과가 유의하게 나타나지 않은 것으로 생각된다. 선행연구(Kirk et al, 2003; 지용석 등, 2001; 최필병, 2011)와 다르게 본 연구에서는 제 2형 당뇨병질환을 가지고 있는 노인분들이 혈중지질 성분이 정상 범위에 속해 있는 피험자들인 것을 알 수 있었다. 이는 실버타운에 거주하는 노인분들이 다른 노인분들과 다르게 건강에 관심이 많고, 지속적인 관리를 하였기 때문에 혈중지질 성분이 정상 수치에 있었던 것으로 생각된다.

한편, 본 연구에서 12주간의 운동으로 체중의 변화는 나타나지 않았으나 체지방량과 체지방율은 유의하게 감소하는 결과를 나타내었다. 본 연구에서 체중의 변화가 나타나지 않은 이유는 운동기간이 3개월이다 보니 체중에 유의한 효과를 나타내기에는 기간이 짧은 점, 체중감량의 효과를 보기 위해서는 단기간의 운동보다는 최소한 6개월 이상의 규칙적인 운동이 체중감량에 더 효과적인 결과를 가져올 수 있으며 6개월(지용석 등, 2001)에서 1년(최필병, 2011)의 운동을 했을 때 체중감량이 유의하게 나타났다고 보고하였다.

최근 다른 연구에서 건강 형태와 질병이 사망에 미치는 영향에 대해 연구한 결과 중등도 비만이 사망위험률이 제일 낮은 것으로 밝혀졌다고 하고, 특히 고령층에서 '비만의 역설(obesity paradox)'

이라는 가설이 두르려 지게 나타난다고 보고하고 있다(kim 등, 2015). 그 이유를 연구진들은 충분한 영양 섭취와 근육량을 유지한 노년기의 체중은 오히려 건강에 도움이 된다고 보았다. 이런 결과들을 종합해서 본다면 노인들에게 근감소를 막고 근력이 향상될 수 있는 충분한 영양 섭취 후에 운동 프로그램을 설계하여야 노인들의 건강을 유지·증진 시킬 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점으로는 근감소의 증상으로 근육량 이외에 체력요인에 대한 측정이 이루어지지 않아 체중부하운동의 근감소증 예방 요인인 근기능 측정이 이루어지지 않았다. 향후 연구에서는 당뇨병자들의 운동 중재 후 근기능에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 체중부하운동이 제 2형 당뇨병을 가진 노인여성들의 혈당지표, 혈액 성분 및 신체구성에 미치는 영향을 규명하고자 노인 여성 14명을 대상으로 12주간 운동을 적용시킨 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 체중부하운동에서 당화혈색소에서 유의한 상호작용(시기×집단) 효과가 나타났다. 운동군은 공복 혈당, 식후2시간 혈당, 당화혈색소에서 유의하게 감소하였으나 통제군은 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2. 체중부하운동에서 TG에서만 유의한 상호작용(시기×집단) 효과가 나타났다. TC, HDL-C, LDL-C에서 운동 전후 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았으나, TG에서는 운동군에서 유의하게 감소하였다.

3. 체중부하운동에서 체지방량과 체지방율에서만 유의한 상호작용(시기×집단) 효과를 확인할 수 있었다. 체중과 골격근량에서 운동 전후 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동군에서는 체지방량과 체지방율에서 유의하게 감소하였다.

이상과 같이 본 연구에서 수행한 12주간의 체중부하운동이 제 2형 당뇨병을 가진 노인여성들의 혈당지표, 혈중지질 및 신체구성에 긍정적인 변화를 나타내어 제 2형 당뇨병의 관리 및 근감소증과 같은 합병증에 효과적이며 유산소 운동과 병행하여 시행할 수 있는 안전한 저항성 운동 중 하나로 제시될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

김동현 & 유태양(2017). 당뇨병과 근감소증. *Journal of Korean Diabetes*, 18(4).
 김수경(2018). Statement : 고령화사회, 노인당뇨병 환자의 관리. *당뇨병(JKD)*, 19(4), 200-207.
 김영옥 & 오수학(2017). 노인의 규칙적인 운동참여가 신체 조성

과 체력에 미치는 효과의 메타 분석적 접근. *한국체육학회지*, 56(1), 753-769.
 김정숙, 김도연 & 하수민(2019). 비만을 동반한 제 2 형 당뇨 여성노인의 밴드 저항운동이 C-peptide, 인슐린 분비능 및 인슐린 저항성에 미치는 영향. *한국여성체육학회지*, 33(4), 177-195.
 방현석(2016). 운동형태의 차이가 여성노인의 혈당조절지표와 폐기능에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 55(5), 755-765.
 송낙훈(2015). 탄성밴드를 이용한 저항운동이 제 2 형 당뇨병 노인여성의 당화혈색소 및 인슐린 저항성에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 24(3), 1359-1369.
 유재희(2000). 제2형 당뇨병 환자의 자기간호행위 이행과 자기효능감에 관한 연구. *기본학회지*, 7(3), 453-465.
 지용석, 이지현, 이중철, 김주희, 이현희 & 김성수(2001). 규칙적인 운동이 제2형 당뇨병 노인여성의 혈당, 혈중지질 수준 및 체성분에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 40(2), 733-747.
 최병필(2011). 장기간의 규칙적인 운동과 약물요법이 제2형 당뇨병 환자의 당노지표, 혈중지질 및 골밀도에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 50(3), 513-522.
 통계청(2000). 2014년 사망원인 통계연보
 통계청(2020). 2020년 인구주택 총 조사
 Baggen, R. J., Van Roie, E., van Dieën, J. H., Verschueren, S. M., & Delecluse, C.(2018). Weight bearing exercise can elicit similar peak muscle activation as medium-high intensity resistance exercise in elderly women. *European journal of applied physiology*, 118(3), 531-541.
 Boren, K., Conrey, C., Le Coguic, J., Paprocki, L., Voight, M., & Robinson, T. K.(2011). Electromyographic analysis of gluteus medius and gluteus maximus during rehabilitation exercises. *International journal of sports physical therapy*, 8(3), 206.
 Boulé, N. G., Kenny, G. P., Haddad, E., Wells, G. A., & Sigal, R. J. (2003). Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*, 46(8), 1071-1081.
 Cauza, E., Hanusch-Enserer, U., Strasser, B., Kostner, K., Dunky, A., & Haber, P. (2005). Strength and endurance training lead to different post exercise glucose profiles in diabetic participants using a continuous subcutaneous glucose monitoring system. *European journal of clinical investigation*, 35(12), 745-751.
 Chen, L., Pei, J. H., Kuang, J., Chen, H. M., Chen, Z., Li, Z. W., & Yang, H. Z. (2015). Effect of lifestyle intervention in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Metabolism*, 64(2), 338-347.

- Cheng, Y. J., Gregg, E. W., De Rekeneire, N., Williams, D. E., Imperatore, G., Caspersen, C. J., & Kahn, H. S. (2007). Muscle-strengthening activity and its association with insulin sensitivity. *Diabetes care*, 30(9), 2264-2270.
- Church, T. S., Blair, S. N., Cocroham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., ... & Sparks, L. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*, 304(20), 2253-2262.
- Clark, M. A., Cappuccio, R., Corn, R., Humphrey, R., Kraus, S. J., Lucett, S., ... & Robbins, P. (2004). *Optimum performance training for the health and fitness professional*.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*, 39(11), 2065-2079.
- Ferrier, K. E., Nestel, P., Taylor, A., Drew, B. G., & Kingwell, B. A. (2004). Diet but not aerobic exercise training reduces skeletal muscle TNF- α in overweight humans. *Diabetologia*, 47(4), 630-637.
- García-Vaquero, M. P., Moreside, J. M., Brontons-Gil, E., Peco-González, N., & Vera-García, F. J. (2012). Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(3), 398-406.
- Giugliano, D., Maiorino, M., Bellastella, G., Chiodini, P., & Esposito, K. (2011). Relationship of baseline HbA1c, HbA1c change and HbA1c target of < 7% with insulin analogues in type 2 diabetes: a meta-analysis of randomised controlled trials. *International journal of clinical practice*, 67(5), 602-612.
- Hamer, M., & Molloy, G. J. (2009). Association of C-reactive protein and muscle strength in the English Longitudinal Study of Ageing. *Age*, 31(3), 171-177.
- Kim, K. S., Park, K. S., Kim, M. J., Kim, S. K., Cho, Y. W., & Park, S. W. (2014). Type 2 diabetes is associated with low muscle mass in older adults. *Geriatrics & gerontology international*, 14, 115-121.
- Kim, N. H., Lee, J., Kim, T. J., Kim, N. H., Choi, K. M., Baik, S. H., ... & Kim, S. G. (2015). Body mass index and mortality in the general population and in subjects with chronic disease in Korea: a nationwide cohort study (2002-2010). *PLoS one*, 10(10), e0139924.
- Kirk, A., Mutrie, N., MacIntyre, P., & Fisher, M. (2003). Increasing physical activity in people with type 2 diabetes. *Diabetes care*, 26(4), 1186-1192.
- Lark, S. D., Dickie, J. A., Faulkner, J. A., & Barnes, M. J. (2019). Muscle activation and local muscular fatigue during a 12-minute rotational bridge. *Sports biomechanics*, 18(4), 402-413.
- Maatman, R. C., Spruit, M. A., Van Melick, P. P., Peeters, J. P., Rutten, E. P., Vanfleteren, L. E., & Franssen, F. M. (2016). Effects of obesity on weight-bearing versus weight-supported exercise testing in patients with COPD. *Respirology*, 21(3), 483-488.
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S., de Rekeneire, N., Harris, T. B., Schwartz, A. V., ... & Newman, A. B. (2006). Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes*, 55(6), 1813-1818.
- Salsich, G. B., Brown, M., & Mueller, M. J. (2000). Relationships between plantar flexor muscle stiffness, strength, and range of motion in subjects with diabetes-peripheral neuropathy compared to age-matched controls. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 30(8), 473-483.
- Snowling, N. J., & Hopkins, W. G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes care*, 29(11), 2518-2527.
- Yoon, J. W., Ha, Y. C., Kim, K. M., Moon, J. H., Choi, S. H., Lim, S., ... & Jang, H. C. (2016). Hyperglycemia is associated with impaired muscle quality in older men with diabetes: the Korean longitudinal study on health and aging. *Diabetes & metabolism journal*, 40(2), 140-146.