

제2형 당뇨병환자에서 나이에 따른 최대근력의 변화

을지병원 당뇨센터¹, 을지대학교 의과대학 내과학교실², 서울대학교 의과대학 내과학교실³
권휘련¹ · 구윤희² · 안희정¹ · 정지연¹ · 류상열² · 구보경³ · 한경아² · 민경완²

Maximal Muscle Strength Deteriorates with Age in Subjects with Type 2 Diabetes Mellitus

Hwi Ryun Kwon¹, Yun Hyi Ku², Hee Jung Ahn¹, Ji Yun Jeong¹, Sang Ryol Ryu², Bo Kyung Koo³,
Kyung Ah Han², Kyung Wan Min²

¹Diabetes Center, Eulji Hospital, Seoul,

²Department of Internal Medicine, Eulji University College of Medicine, Daejeon,

³Department of Internal Medicine, Seoul University College of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

Background: It is difficult to improve muscle strength with only aerobic exercise training in type 2 diabetes patients. Resistance training is effective for improving muscle mass, muscle strength and insulin sensitivity. One repetition maxima (1RM), or the maximum amount of weight a subject can lift in a single repetition, may be a useful unit for evaluating the results of resistance training in type 2 diabetic patients. This study was aimed to assess baseline values for 1RM in a sample of Korean type 2 diabetes mellitus patients that are scaled for intensity and load of exercise, and to assess the relationship of 1RM to age.

Methods: A total of 266 (male: 95, female: 171) Korean patients with type 2 diabetes mellitus were included in the study sample. Maximal muscle strength was assessed by measuring 1RM for each subject (KEISER, Fresno, CA, USA). Two different exercises were used to measure 1RM: the chest press for the upper extremities, and the leg press for the lower extremities.

Results: Both upper and lower values of 1RM decreased with age in men and women; upper 1RM: $r = -0.454$, $P < 0.001$ in men, $r = -0.480$, $P < 0.001$ in women, lower 1RM: $r = -0.569$, $P < 0.001$ in men, and $r = -0.452$, $P < 0.001$ in women. Values of 1RM significantly decreased in men only after the age of 70. In women, values of 1RM continuously decreased after the age of 60.

Conclusion: The maximal muscle strength of individuals with type 2 diabetes decreases with age. We believe that resistance training is especially beneficial for type 2 diabetes mellitus patients after the sixth decade of life. (Korean Diabetes J 33:412-420, 2009)

Key words: Muscle strength, Resistance training, Type 2 diabetes mellitus

서론

제2형 당뇨병은 좌식생활로 인한 운동량의 감소로 비만과 함께 전 세계적으로 유병률이 증가하는 추세이다². 운

동을 통한 생활습관 교정은 내당능장애로부터 제2형 당뇨병으로의 진행을 예방하고³ 제2형 당뇨병환자들에게 체력을 증가시키고, 혈당조절에 도움을 주며⁴, 심혈관계의 위험인자들을 감소시키고⁵, 감량된 체중 유지 및 심리적 안정에

접수일자: 2009년 7월 29일, 통과일자: 2009년 9월 1일

교신저자: 민경완, 을지대학교 의과대학 내과학교실, E-mail: minyungwa@yahoo.co.kr

* 본 연구는 한국당뇨병임상연구소의 지원에 의하여 이루어짐.

도움을 주는 것으로 알려져 있다⁶⁾.

미국당뇨병학회(American diabetes association, ADA)에 서는 제2형 당뇨병환자의 운동 요법으로 유산소 운동과 저항운동을 권장하고 있다. 유산소 운동은 최대 산소섭취량의 40~60%의 중강도로 주당 150분 또는 최대산소섭취량의 60% 이상 고강도로 주당 90분 이상으로 적어도 일주일에 3일 이상 실시하도록 하고 있고, 저항운동은 1RM의 75~85% 강도로, 1일 8~10회, 3세트를 일주일에 3번 유산소운동과 같이 하도록 권장하고 있다⁷⁾.

Min 등의 한국인 제2형 당뇨병환자의 운동습관에 대한 연구에서 당뇨병환자가 하는 운동은 걷기가 71.9%로 가장 많았고, 등산 14.2%, 근력 운동 6.6%, 자전거 5.5%, 수영 3.4% 등으로 주로 유산소운동을 실시한다고 보고하였다⁸⁾. 이처럼 유산소운동으로 걷기는 쉽게 수행 수 있으며 지질대사이상과 고혈압을 개선시켜 심혈관계의 위험인자를 감소시키⁹⁾ 내장형 복부비만을 감소시키는 효과가 있다^{10,11)}. 그러나 당뇨병환자들 중에는 동반된 심장 질환이나 관절 문제 등으로 인해 권장 수준의 유산소운동을 하기 어려운 경우가 많다.

저항운동은 혈당 조절에도 양호한 효과를 보이며^{12,13)}, 인슐린감수성을 증가시키는 것으로 알려져 있고^{14,15)} 심폐기능이 저하된 경우에도 시행이 가능하다는 이점이 있다. 또한 유산소운동과 저항운동을 같이 실시한 복합운동은 효과는 체지방 감소와 고밀도 콜레스테롤을 증가와¹⁶⁾ 함께 근육량의 증가로 인슐린감수성을 증가시키고 혈당저장능력(glucose storage)을 향상시킴으로 정상혈당을 유지하기 위해 필요한 인슐린 양이 감소하게 된다^{17,18)}.

이러한 저항운동을 실시하기 위해서는 환자의 최대 근력을 알아야 한다. 근력 트레이닝을 실시할 때 운동강도, 즉 어느 정도의 무게를 이용하여 운동할 것인가를 결정해야 한다. 일반적으로 최대 근력을 기준으로 이것의 상대적 비율에 해당하는 무게를 선택하지만, 자신의 최대근력을 측정하기가 어렵기 때문에 근육 또는 근육군이 피로해지기 전까지 최대로 반복할 수 있는 무게를 나타내는 최대반복횟수(repetition maximum, RM)을 주로 이용한다¹⁹⁾. 다시 말하면 1RM은 최대한의 힘으로 1회 반복할 수 있는 강도를 나타내는 지표로서, 이는 적정무게로부터 시작하여 점차 무게를 점증시켜 1회에 들어올릴 수 있는 최대중량을 찾아내는 것이다²⁰⁾. 저항운동을 실시할 때 운동부하(운동강도)는 흔히 1RM의 몇 %로 설명된다.

그러나 아직 우리나라 당뇨병환자의 저항운동에 관심과 필요성은 점점 늘어나는데 비해 저항운동 운동강도 설정에

간간이 되는 최대근력에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 제 2형 당뇨병환자의 저항운동에 기본이 되는 연령별 최대근력을 측정하고 체중과의 비율 및 상·하지 최대근력에 차지하는 비율에 대해서 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

연구 대상자들은 2008년 5월부터 10월까지 을지병원에 내원한 40~75세 제2형 당뇨병환자 266명(남자95명, 여자 171명)을 대상으로 하였다. 제1형 당뇨병환자, 울혈성 심부전증, 조절 불가능한 부정맥, 심한 판막질환, 조절이 되지 않은 고혈압, 중증 질환이 있어서 최대중량운동의 금기 사항에 해당되는 환자는 제외하였다.

2. 신체 계측

연구 대상자들은 연구 시작 시 키, 체중과 허리둘레를 측정하였다. 신장과 체중은 겹옷을 탈의한 후 얇은 옷만을 입은 상태에서 측정하였고, 체질량지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)을 신장의 제곱(m²)으로 나누어 계산하였다. 허리둘레는 숨을 편안히 내쉬 상태에서 줄자를 이용하여 늑골하단과 장골릉 사이의 가장 가는 부위를 측정하였고, 혈압은 10분간 안정을 취한 뒤 앉은 자세에서 수은 혈압계(Yamasu, Japan)로 측정하였다.

3. 최대근력(One Repetition Maximum, 1 RM) 측정

최대근력 측정하기 위해 상지는 체스트 프레스(chest press)를 이용하여 삼각근(deltoids), 삼두근(triceps), 대흉근(pectoralis) 근육의 근력을 측정하고 하지는 레그 프레스(leg press)를 이용하여 대둔근(gluteal group), 슬건근(hamstring), 대퇴근(quadriceps) 근육의 근력을 측정하였다(Keiser, Fresno, CA, USA). 최대 근력측정을 위해 먼저 환자는 예상되는 최대중량(상체는 체중의 1/2 무게, 하체는 체중)의 50% 강도로 8~10회 반복하는 가벼운 준비운동을 실시한다. 그 후 가볍게 3분간 스트레칭을 하고 1분 정도 휴식을 취한다. 피험자는 예상되는 최고 무게의 약 75%로 3~5회 반복으로 1세트 실시하였다. 다시 1분 후 1.25~4.5 kg 더 무거운 중량으로 최대근력을 시도한다. 피험자가 들 수 없을 때까지 실시하고 마지막으로 성공한 중량을 최대 근력으로 선택하였고, 보통 3번에서 5번 시도 중에 결정되었다²¹⁾.

4. 통계처리

통계적 방법으로서 SPSS (ver. 15.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계처리프로그램을 이용하였다. 각 변수의 평균 값은 평균 및 표준편차를 산출하였다. 연령에 따른 비교는 일원분산분석(one-way ANOVA)로 시행하였으며 최대근력과 신체계측, 생화학적 검사의 상관관계는 단순상관분석(Pearson's correlation analysis)를 시행하였으며 이를 통해 확인된 변수들을 이용하여 선형회귀분석(linear regression analysis)을 시행하였다. 상·하지와 체중의 비율의 구성을 알아보기 위해 탐색적 요인분석(exploratory factor analysis)을 시행하였다. 통계적인 유의성은 P값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

결 과

1. 대상자들의 임상적 특징

총 266명의 제2형 당뇨병환자(남자 95명, 여자 171명)가 연구에 참여하였다.

남자 나이는 58.4 ± 10.2세, 여자 나이는 58.1 ± 8.9세이고, 당뇨병 유병기간은 남자는 8.3 ± 7.8년, 여자는 9.3 ± 8.6년이었다. 체질량지수의 결과는 남자는 24.2 ± 2.9 kg/m², 여자는 25.7 ± 3.5 kg/m²이었으며 당화혈색소는 남자는 8.1 ± 1.8%, 여자는 7.7 ± 1.3%이었다(Table 1).

2. 최대 근력 및 연령, 성별에 따른 차이

남·녀 상지의 최대근력은 각각 31.3 ± 11.2 kg, 16.6 ± 5.4 kg이고 하지의 최대근력은 각각 120.9 ± 33.3 kg, 84.7

± 25.1 kg이었다.

연령대별로 구분해 보았을 때, 남자의 경우 40대의 상·하지 각각 35.2 ± 11.0 kg, 146.5 ± 27.9 kg, 50대는 34.6 ± 12.0 kg, 127.0 ± 26.9 kg, 60대는 29.8 ± 10.2 kg, 113.0 ± 36.3 kg, 70대는 23.5 ± 5.7 kg, 92.5 ± 18.4 kg이었다. 여자의 경우 40대는 각각 20.2 ± 5.7 kg, 98.5 ± 29.3 kg, 50대는 17.8 ± 5.2 kg, 89.8 ± 21.1 kg, 60대는 14.7 ± 4.0 kg, 77.8 ± 20.7 kg, 70대는 13.3 ± 4.2 kg, 64.1 ± 20.2 kg이었다.

성별에 따라 최대근력의 상관분석 결과는 남·녀 모두 연령이 증가할수록 상·하지 최대근력은 유의하게 감소하였다(상지 최대근력: [남] r = -0.454, P < 0.001, [여] r = -0.480, P < 0.001; 하지 최대근력: [남] r = -0.569, P < 0.001, [여] r = -0.452, P < 0.001).

연령대별로 비교했을 때 남자의 경우, 하지의 최대근력은 40대와 50대 사이, 60대와 70대 사이에서 유의하게 감소하였고(P < 0.05) 상지의 최대근력은 70대가 40대와 50대에 비해 유의하게 최대근력이 감소하였다(P < 0.001). 여자의 경우, 하지는 60대부터, 상지는 50대부터 이전연령대에 비해 최대 근력이 유의하게 감소하였다(P < 0.05) (Table 2).

3. 연령별 체중에 따른 최대 근력

연령별로 체중 당 최대 근력을 비교하기 위해 최대근력을 체중으로 나눈 수치 및 이의 백분위를 확인하였다. 상지의 체중 당 최대 근력은 남·녀 각각 0.5 ± 0.1%, 0.3 ± 0.1%였다. 상지 근력에서 남자인 경우 40대-70대까지 90 백분위수(percentile)에 해당하는 비율은 각각 0.72%, 0.72%,

Table 1. The clinical characteristics of the subjects

	Men (N = 95)	Women (N = 171)	Total (N = 266)
Age (years)	58.4 ± 10.2	58.1 ± 8.9	58.3 ± 9.4
Duration of diabetes (years)	8.3 ± 7.8	9.3 ± 8.6	8.7 ± 7.2
BMI (kg/m ²)	24.2 ± 2.9	25.7 ± 3.5	25.1 ± 3.4
Systolic BP (mm Hg)	110.4 ± 15.6	110.6 ± 17.4	110.5 ± 16.7
Diastolic BP (mm Hg)	74.5 ± 11.4	77.8 ± 16.5	76.5 ± 14.8
HbA1c (%)	8.1 ± 1.8	7.7 ± 1.3	7.8 ± 1.5
C-peptide (ng/mL)	1.7 ± 0.8	2.1 ± 2.3	1.9 ± 1.9
Total cholesterol (mg/dL)	177.3 ± 48.6	166.9 ± 36.6	170.6 ± 41.5
Triglyceride (mg/dL)	154.2 ± 128.1	151.0 ± 104.9	152.2 ± 113.4
HDL-C (mg/dL)	46.6 ± 9.1	46.5 ± 11.3	46.6 ± 10.4
LDL-C (mg/dL)	110.9 ± 33.9	98.6 ± 30.9	102.9 ± 32.5

Data are means ± SD. BMI, Body mass index; BP, blood pressure; HbA1c, hemoglobin A1c; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol.

Table 2. One repetition maximum (1RM) according to age quartile

Gender	Limb	Age (years)	N	Weight (kg)	1 RM	P-value*
Men	Upper	40~49	21	68.0 ± 9.5	35.2 ± 11.0	< 0.001
		50~59	32	69.5 ± 10.1	34.6 ± 12.0	
		60~69	22	68.9 ± 11.1	29.8 ± 10.2	
		70+	20	66.8 ± 9.1	23.5 ± 5.7 [‡]	
	Lower	40~49	21	68.0 ± 9.5	146.5 ± 27.9	
		50~59	32	69.5 ± 10.1	127.0 ± 26.9 [†]	
		60~69	21	68.9 ± 11.1	113.0 ± 36.3	
		70+	20	66.8 ± 9.1	92.5 ± 18.4 ^{† ‡}	
Women	Upper	40~49	36	64.0 ± 10.6	20.2 ± 5.7	< 0.001
		50~59	57	64.0 ± 9.6	17.8 ± 5.2 [†]	
		60~69	56	62.8 ± 8.7	14.7 ± 4.0 [†]	
		70+	22	55.5 ± 8.7	13.3 ± 4.2	
	Lower	40~49	36	64.0 ± 10.6	98.5 ± 29.3	
		50~59	57	64.0 ± 9.6	89.8 ± 21.1	
		60~69	56	62.8 ± 8.7	77.8 ± 20.7 [†]	
		70+	21	55.5 ± 8.7	64.1 ± 20.2 [†]	

Data are means ± SD. * Difference among age group from ANOVA. † Significantly lower than the antecedent age-group. ‡ Significantly lower than 40s and 50s.

0.64%, 0.46%이고 10 백분위수에 해당하는 비율은 각각 0.36%, 0.35%, 0.30%, 0.24%였다. 여자인 경우는 40~70대 까지 90 백분위수에 해당하는 비율은 각각 0.44%, 0.39%, 0.30%, 0.32%이고 10 백분위수에 해당하는 비율은 각각 0.23%, 0.19%, 0.17%, 0.16%였다(Table 3A).

하지의 체중 당 최대 근력은 남·녀 각각 1.7 ± 0.5%, 1.4 ± 0.4%였다. 하지 근력에서 남자인 경우 40대~70대까지 90 백분위수에 해당하는 비율은 각각 2.89%, 2.23%, 2.17%, 1.66%이고 10 백분위수에 해당하는 비율은 각각 1.47%, 1.43%, 1.06%, 1.04%였다. 여자인 경우는 40대~70대까지 90 백분위수에 해당하는 비율은 각각 2.09%, 1.92%, 1.83%, 1.82%이고 10 백분위수에 해당하는 비율은 각각 1.01%, 0.97%, 0.81%, 0.73%였다(Table 3B).

4. 연령별 상·하지 비율의 변화

제2형 당뇨병환자에서 상·하지 비율의 변화를 살펴본 결과, 남자는 하지가 상지 최대근력의 약 4배, 여자는 약 5배 해당하였다.

상·하지의 비율이 남자의 경우, 40대 평균 4.4 ± 1.1배, 50대 평균 3.9 ± 1.4배, 60대 평균 3.8 ± 1.3배로 연령이 증가할수록 하지가 상지에 차지하는 비율이 통계적으로 유의하지는 않았지만 감소하는 경향을 보였고 여자의 경우, 40대 평균 5.1 ± 1.4배, 50대 평균 5.3 ± 1.6배, 60대 평균 5.6 ± 1.6배로 남자의 경우와 반대로 상지가 하지에 차지하는 비율이 통계적으로 유의하지는 않았지만 감소하는 경향을

보였다(Table 4).

5. 최대근력과 당뇨병 유병기간, 혈당과의 관계

최대근력과 유병기간, 최대근력과 혈당의 관계를 살펴본 결과, 남자의 경우는 당뇨 유병기간과 상지 최대근력이 음의 상관관계가 있었고($r = -0.214$, $P = 0.043$) 혈당과는 상관관계가 없었다($r = -0.036$, $PP = 0.728$). 여자의 경우는 유병기간과는 상관관계가 없었으나($r = -0.052$, $P = 0.516$) 혈당 조절상태가 양호할수록 하지의 최대근력이 커져, 유의한 음의 상관관계를 보였다($r = -0.160$, $P = 0.037$) (Table 5).

고 찰

최대근력은 저항운동을 통한트레이닝 강도 설정에 매우 유용한 지표이므로 정확하게 측정하는 것은 매우 중요하다. 국내에서는 최대근력을 간접적으로 추정하는 추정식^{22,23)} 이 많이 사용되고 있지만 대부분 측정부위가 한·두 부위로 제한되어 있어서 신체 전반에 적용할 수 없고 과정과 절차가 복잡하여 현장에서 사용하기에는 극히 제한적이다²⁴⁾. 또한 국내에서는 외국의 추정식을 여과 없이 받아들여서 대상자의 특성을 고려하지 못하고 있다.

본 연구에서는 기존의 철블록(iron) 방식이 아닌 공기압(Air)으로 중량을 올려 환자들에게 중량의 거부감 없이 최대근력을 측정하였다. 측정 방법은 근골격계 손상의 위험을 줄이고 저항운동 시 일정한 속도를 유지할 수 있어 선행 연

Table 3. One repetition maximum/body weight ratio

A. Upper body

Percentile	Age (years)			
	40~49	50~59	60~69	70+
Men				
90	0.72	0.72	0.64	0.46
80	0.63	0.62	0.52	0.42
70	0.57	0.57	0.47	0.39
60	0.51	0.50	0.45	0.37
50	0.48	0.48	0.43	0.35
40	0.46	0.44	0.39	0.33
30	0.42	0.40	0.38	0.32
20	0.40	0.37	0.34	0.30
10	0.36	0.35	0.28	0.24
Women				
90	0.44	0.39	0.30	0.32
80	0.38	0.34	0.28	0.29
70	0.35	0.31	0.26	0.28
60	0.32	0.29	0.24	0.27
50	0.30	0.27	0.23	0.23
40	0.28	0.25	0.21	0.22
30	0.27	0.23	0.19	0.21
20	0.25	0.22	0.18	0.18
10	0.23	0.19	0.17	0.16

B. Lower body

Percentile	Age (years)			
	40~49	50~59	60~69	70+
Men				
90	2.89	2.23	2.17	1.66
80	2.48	2.04	2.01	2.54
70	2.37	2.00	1.94	1.48
60	2.28	1.99	1.74	1.42
50	2.20	1.87	1.64	1.42
40	2.16	1.72	1.51	1.39
30	2.08	1.62	1.42	1.31
20	1.75	1.53	1.29	1.14
10	1.47	1.43	1.06	1.04
Women				
90	2.09	1.92	1.83	1.82
80	1.83	1.70	1.56	1.40
70	1.72	1.60	1.36	1.34
60	1.63	1.46	1.28	1.14
50	1.60	1.41	1.26	1.05
40	1.49	1.33	1.17	1.02
30	1.42	1.25	1.06	0.97
20	1.29	1.12	0.98	0.88
10	1.04	0.97	0.81	0.73

Ratio was derived from one repetition maximum divided by body weigh.

구의 최대근력의 추정식이나 반복 측정법 보다 정확하여 많은 연구 방법으로 사용되고 있다^{25,26}. 일반적으로 근력을 측정할 때에는 상지는 벤치프레스(bench press)나 체스트 프레스 이용하고 하지는 레그 프레스나 스쿼트(squat)를 이용하여 1RM을 측정하였다. 본 연구에서는 모든 참여자에 대

해 상지 근력은 체스트 프레스, 하지 근력은 레그 프레스^{27,28}를 이용하여 측정하였다.

근력은 연령의 증가와 함께 감소하는 것은 이미 잘 알려져 있다. 근력은 40~50대 이후 감소하기 시작하여^{29,30}, 매 10년마다 약 10~15%씩 감소하며³¹) 20대에 비해 60대와 70

Table 4. Lower one repetition maximum/ Upper one repetition maximum ratio

Gender	Age (years)	N	Ratio	P-value
Men	40~49	21	4.4 ± 1.1	0.377
	50~59	32	3.9 ± 1.4	
	60~69	21	3.8 ± 1.3	
	70+	20	4.1 ± 1.2	
Women	40~49	36	5.1 ± 1.4	0.262
	50~59	57	5.3 ± 1.6 [†]	
	60~69	56	5.6 ± 1.6 [†]	
	70+	21	4.9 ± 1.5	

Ratio was derived from lower one repetition maximum divided by upper one repetition maximum. Data are means ± SD. Difference among age group from ANOVA.

Table 5. Correlations between 1 repetition maximum (RM) and HbA1c, diabetes duration

Gender	1RM	HbA1c		Diabetes duration	
		r	P	r	P-value
Men	Upper	-0.214	0.043	-0.036	0.728
	Lower	-0.081	0.450	-0.040	0.705
Women	Upper	-0.052	0.516	-0.099	0.198
	Lower	-0.073	0.367	-0.160	0.037

대에는 30~39% 정도 근력이 저하되었다^{32,33}). 본 연구 결과에서도 연령이 증가할수록 최대근력이 감소하였다. 40대에 비해 70대에 근력 감소의 비율이 남자는 상지와 하지의 최대근력이 각각 33.2%, 36.8%로 감소하였다. 여자는 34.1%, 34.9%로 다른 연구와 비슷한 근력 감소를 보였다. 그러나 남자는 여자의 상·하지의 비슷한 감소에 비해 하지의 근력 감소율이 3.6% 높았다.

하지가 상지의 최대근력에 차지하는 비율로 비교해 본 결과에서도 통계적으로는 유의하지 않았지만 남자의 경우는 연령대가 높아질수록 하지 근력의 낮아지고 여자의 경우는 상지 근력의 다소 낮아지는 경향을 보였다.

본 연구대상자의 평균 연령은 남·녀 모두 58세로, 측정된 최대근력은 상지는 21.8 ± 10.5 kg, 하지는 97.5 ± 33.1 kg이었다. 일반 성인여성 40대를 대상으로 한 Kwon 등의 연구에서³⁴) 벤치 프레스를 이용한 최대근력은 23.5 ± 5.3 kg, 레그 프레스를 이용한 최대근력은 142.0 ± 33.9 kg이었다. 본 연구의 40대 여성의 결과는 상·하지 각각 20.2 ± 5.7 kg, 98.5 ± 29.3 kg이었고 평균체중은 67.9 ± 5.2 kg이었다. 이는 비슷한 체중에도 일반인에 비해 우리나라 당뇨병환자의 근력, 특히 하지의 근력이 떨어져 있음을 알 수 있었다. 앞으로 우리나라 당뇨병환자의 유병률이 가장 높은 50~60대의 일반인에 대한 최대근력에 관한 연구와 당뇨병 전단계(내당능장애) 환자들의 최대근력에 관한 연구도 필요할 것

으로 생각된다.

오스트리아의 Cauza 연구³⁵)에서는 당뇨병 남자 56 ± 0.9 세, 여자 56.8 ± 0.1세로 벤치 프레스와 레그 프레스로 최대 근력이 각각 52.3 ± 3.1 kg, 113.6 ± 7.8 kg이었다. 본 연구의 당뇨병환자 50대는 각각 23.9 ± 11.6 kg, 103.2 ± 29.9 kg로 최대근력이 낮았다. 그러나 체중 당 최대근력을 고려하면 외국 연구의 상·하지는 각각 0.6%, 1.2%였고 우리나라 당뇨병환자의 상·하지는 각각 0.4%, 1.6%로 오히려 하지는 우리나라 당뇨병환자가 더 높았다. 또한 벤치 프레스와 레그 프레스에 대한 1RM을 체중으로 나눈 수치를 토대로 한 표준치는 ACSM에서²⁰) 1994년 연구한 표의 데이터에 비해 상지는 남·녀의 40대의 백분위가 90에 해당하는 수치가 각각 1.10, 0.71이었고 본 연구는 0.72, 0.39로 50대, 60대에서도 낮은 수치를 보였으나 하지는 남·녀의 40대의 백분위가 90에 해당하는 수치가 각각 1.92, 1.48에 비해 본 연구의 결과는 2.89, 2.09로 모든 연령대에서 높은 수치를 보였다. 이는 우리나라 사람이 백인보다 체중 당 하지의 최대근력이 높았다. 이는 병원에 다니는 환자를 대상으로 측정된 결과로 당뇨교육을 받고 평소 운동량이 많은 환자들이 연구대상으로 선정되었기 때문으로 생각한다.

유산소운동의 강도는 최대산소섭취량으로 측정하나 대처 방안으로 최대심박수로 유산소운동의 강도를 정한다. 최대 근력도 모든 병원에서 측정하기는 쉽지 않을 것이다. 그대

서 체중과 최대근력의 비율을 알아낸다면 최대근력을 측정할 수 없는 경우에도 최대근력의 예측하여 저항운동을 실시할 수 있을 것으로 생각한다. 예를 들면, 40대 남자의 경우, 상지의 평균에 해당되는 값이 0.48이었다. 그렇다면 체중의 약 50%가 상지의 최대근력인 셈으로 자신의 체중의 약50%를 최대근력으로 정하여 그 값으로 운동강도를 설정하면 된다. 만약 60대 여자의 경우라면 하지의 평균에 해당하는 값이 1.26이었다. 그러면 본인의 체중의 약 130%를 최대근력으로 간주하고 그것을 기준으로 운동강도를 정하면 된다. 이것을 보통의 수준의 환자이며 운동능력이 좋다면 80%이상으로 계산하여 자신의 운동강도를 설정하여 저항운동을 실시하면 된다.

본 연구에서는 보다 직접적인 방법으로 최대 근력 측정하여 우리나라 제2형 당뇨병환자의 저항 트레이닝의 기본이 되는 최대 근력의 평균을 처음으로 측정하였다. 향후 우리나라 당뇨병환자에 있어서 근력운동과 유산소운동의 바람직한 복합운동을 위해서는 유산소운동의 지표인 최대산소섭취량과 최대근력과의 상관관계를 살펴볼 필요가 있겠다. 또한 최대근력이 감소되는 노인을 대상으로 적절한 저항운동을 실시하고 그에 따른 효과를 살펴 볼 필요가 있겠다.

요 약

연구배경: 당뇨병환자에서 유산소 운동만으로는 근력 향상의 효과를 기대하기는 어렵다. 저항운동으로 근력 운동을 병행했을 때 근질량, 근력 및 인슐린감수성이 향상된다. 그러나 우리나라 당뇨병환자에서 저항운동의 기준이 되는 최대근력에 대한 자료가 없는 실정이다. 본 연구에서는 제 2형 당뇨병환자에서 운동 강도와 부하의 척도가 되는 최대근력의 기준 자료를 마련하고, 연령에 따라 최대근력이 어떻게 변화하는지 알아보고자 하였다.

방법: 제2형 당뇨병환자 총 266명(남: 95, 여: 171)이 연구에 참여하였다. 근력의 척도로 최대근력(1RM; KEISER, Fresno, CA, USA)을 측정하였고, 최대근력 측정을 위해 상체는 체스트 프레스(chest press), 하체는 레그 프레스(leg press)를 이용하였다.

결과: 상·하지 최대근력은 연령이 증가할수록 유의하게 감소하였다. 상지 최대근력: (남) $r = -0.454, P < 0.001$, (여) $r = -0.480, P < 0.001$; 하지 최대근력: (남) $r = -0.569, P < 0.001$, (여) $r = -0.452, P < 0.001$. 남자의 최대근력은 나이가 증가하면서 감소하는 경향을 보였지만 통계학적으로 유의한 감소는 70대부터 관찰되었고 여자는 50

대부터 지속적으로 유의하게 감소하였다.

결론: 제2형 당뇨병환자에서 남·녀 모두 최대근력은 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 특히, 50대 이후부터 저항운동이 도움이 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr: *Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. N Engl J Med* 325:147-52, 1991
- Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A: *Physical activity and public health: Updated recommendation for adult from the American college of Sports Medicine and the American Heart Association. Circulation* 116:1081-93, 2007
- Lindstrom J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemio K: *Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finish Diabetes Prevention Study. Lancet* 368:1673-9, 2006
- Nishida Y, Higaki Y, Tokuyama K, Fujimi K, Kiyonaga A, Shindo M, Sato Y, Tanaka H: *Effect of mild exercise training on glucose effectiveness in healthy men. Diabetes Care* 24:1008-13, 2001
- Després JP, Lamarche B: *Low-intensity endurance exercise training plasma lipoprotein and risk of coronary heart disease. J Intern Med* 236:7-22, 1994
- Hermansen L, Stensvold I: *Production and removal of lactate during exercise in man. Acta Physiol Scand* 86:191-201, 1972
- Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C: *Physical activity/exercise and type 2 diabetes. Diabetes Care* 27:2518-39, 2004
- Min KY, An KH, Sohn TS, Park YM, Hong YS, Kim YS, Park YB, Park KS, Lee GW, Kim IJ, Han KA: *The study of physical activity in the Korean with type 2 diabetes. J Korean Diabetes Assoc* 29:517-25, 2005
- Young DR, Haskell WL: *Associations between changes in physical activity and risk factors coronary heart disease in a community-based sample of men and*

- women: the Stanford Five-City Project. *Am J Epidemiol* 138:205-16, 1993
10. Purnell J, Kahn S, Albers J, Nevin D, Brunzell J, Schwartz R: *Effect of weight loss with reduction of intra-abdominal fat on lipid metabolism in older men. J Clin Endocrinol Metab* 85:977-82, 2000
 11. Giannopoulou I, Ploutz-Snyder LL, Carhart R, Weinstock RS, Fernhall B, Goulopoulou S, Kanaley JA: *Exercise is required for visceral fat loss in postmenopausal women with type 2 diabetes. J Clin Endocrinol Metab* 90:1511-8, 2005
 12. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, Zimmet P: *High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. Diabetes Care* 25:1729-36, 2002
 13. Eves ND, Plotnikoff RC: *Resistance training and type 2 diabetes: Considerations for implementation at the population level. Diabetes Care* 29:1933-41, 2006
 14. Treserras MA, Balady GJ: *Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. J Cardiopulm Rehabil Prev* 29:67-75, 2009
 15. Derave W, Eijnde BO, Verbessem P: *Combined creatine and protein supplementation in conjunction with resistance training promotes muscle GLUT-4 content and glucose tolerance in humans. J Appl Physiol* 94:1910-6, 2003
 16. An KH, Min KW, Han KA: *The effects of aerobic training versus resistance training in non-obese type 2 diabetics. J Korean Diabetes Assoc* 9:486-94, 2005
 17. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D: *Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract* 56:115-23, 2002
 18. Ivy JL: *Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and noninsulin dependent diabetes mellitus. Sport Med* 24:321-36, 1997
 19. Shin HK, Lee SH, Tae KS: *The correlation between 1RM and MVC for estimating strength. Korea Sport Res* 14:409-14, 2003
 20. Whaley MH, Brubaker PH, Otto RM, Armstrong LE American College of Sports Medicine: *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 7th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2006*
 21. Stone MH, O' Bryant HS: *Weight training: a Scientific approach. Minneapolis, Burgess, 1987*
 22. Kim PS, Mayhew JL, Peterson DF: *A modified YMCA bench press test as a predictor of 1 repetition maximum bench press strength. J Strength Cond Res* 16:440-5, 2002
 23. Lee SI, Lim SK, Kim TW, Chung JS: *Reliability of isometric strength by test-retest and regression equations to predict maximal strength for chest press. J Sport Leis Stud* 27:265-73, 2006
 24. Chung JS, Lee HY: *Estimation of 1-RM from isometric maximal voluntary contraction in female adults. J Korean Phys Edu Assoc Girls Women* 21:17-28, 2007
 25. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, Roubenoff R, Tucker KL, Nelson ME: *A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. Diabetes Care* 25:2335-41, 2002
 26. Charbonneau DE, Hanson ED, Ludlow AT, Delmonico MJ, Hurley BF, Roth SM: *ACE genotype and the muscle hypertrophic and strength responses to strength training. Med Sci Sports Exerc* 40:677-83, 2008
 27. LeBrasseur NK, Bhasin S, Miciek R, Storer TW: *Tests of muscle strength and physical function: reliability and discrimination of performance in younger and older men and older men with mobility limitations. J Am Geriatr Soc* 56:2118-23, 2008
 28. Taylor JD: *The impact of electronic mail versus print delivery of an exercise program on muscular strength and aerobic capacity in people with type 2 diabetes. J Strength Cond Res* 22:1696-704, 2008
 29. Bemben MG, Massey BH, Bemben DA, Misner JE, Boileau RA: *Isometric muscle force production as a function of age in health 80-74-old men. Med Sci Sports Exerc* 11:1302-10, 1991
 30. Bassey EJ, Harries UJ: *Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620*

- survivors. *Clin Sci (Lond)* 84:331-7, 1993
31. Franklin BA, Whaley MH, Howley ET, Balady GJ: American College of Sports Medicine: *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 6th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2000
 32. Frontera WR, Hughes VA, Luty KJ, Evans WJ: A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45-78-years-old men and women. *J Appl Physiol* 71:644-50, 1991
 33. Young A, Stokes M, Crowe M: Size and strength of the quadriceps muscle of old and young women. *Eur J Clin Invest* 14:282-7, 1984
 34. Kwon YC, Park JH, Yun MS, Park SK: The effects of muscular resistance training on abdominal fat and insulin concentration in obese middle-aged women. *J Sport Leis Stud* 17:127-36, 2002
 35. Cauza E, Strehblow C, Metz-Schimmerl S, Strasser B, Hanusch-Enserer U, Kostner K, Dunstan D, Fasching P, Haber P: Effects of progressive strength training on muscle mass in type 2 diabetes mellitus patients determined by computed tomography. *Wien Med Wochenschr* 159:141-7, 2009