

근력강화 운동프로그램의 운동 강도 적용방법에 따른 제2형 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자의 보행 및 균형 능력, 혈당에 미치는 영향 비교

김동규 · 최유란¹ · 차용준^{2†}

대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과, ¹대전대학교 대학원 물리치료학과,
²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

Comparison of Exercise Intensity of Strengthening Exercise Program for Stroke Patients with Type II Diabetes Mellitus

Dong-Gyu Kim, PT, BSc · Yu-Ran Choi, PT, MSc¹ · Yong-Jun Cha, PT, Ph.D^{2†}

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Received: October 9, 2018 / Revised: October 10, 2018 / Accepted: November 6, 2018

© 2018 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Strengthening training is effective at improving the function of stroke patients. This study was conducted to compare the effects of exercise intensity on walking, balancing ability, and blood glucose in stroke patients with type 2 diabetes mellitus and to suggest more effective exercise intensity for stroke patients.

METHODS: Twenty-two patients with type 2 diabetes mellitus were divided into an experimental group (n=11) and a control group (n=11). In the experimental group, a 40-70% strength of 1RM exercise program was applied for 40 minutes

a day, three times a week for 4 weeks. The control group received a 50% intensity of 1RM for the same number and duration of interventions as the experimental group.

RESULTS: Both the experimental group and the control group showed significant improvement in the gait function, balance ability, and blood glucose level after the intervention compared to before the intervention. In the FGA (functional gait assessment), the experimental group showed a 52.4% greater increase than the control group, and the fasting blood glucose level was 16.7% greater in the experimental group than the control group.

CONCLUSION: The strengthening exercise program, which gradually increases exercise intensity, seems to be effective at improving the function of stroke patients with type 2 diabetes.

Key Words: Diabetes mellitus, Strength training, Stroke

†Corresponding Author : Yong-Jun Cha
cha0874@dju.kr, <https://orcid.org/0000-0002-8553-7098>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

당뇨병(Diabetes Mellitus)은 인슐린의 절대적이거나 상대적인 결핍에 의한 고혈당과 요당 배출을 특징으로 하는 대사장애이다(Jung and Kim, 2018; Shorr et al., 2000). 당뇨병 환자의 약 90-95%는 인슐린의 저항성을 특징으로 하는 제2형 당뇨병이며(Kirkness et al., 2008), 이는 당 조절의 결여 및 인슐린 민감성의 감소로 인해 생긴다(Marcus et al., 2008).

당뇨병은 뇌졸중, 심근경색, 말초성 혈관 질환, 시각 손상, 신경병증 및 우울증 등의 합병증을 동반한다(Nathan et al., 2009). 특히 당뇨병으로 인한 뇌졸중의 발병률은 일반인에 비하여 약 5.2배가 높은 것으로 알려져 있고, 최근 연구에 따르면 뇌졸중 발병 이후 당뇨병의 개선은 뇌졸중 환자의 균형 능력, 인지 및 삶의 질에 긍정적인 영향을 미치고 있어 뇌졸중 환자의 재활에 있어서 당뇨병 관리 또한 중요하게 다루어 지고 있다(Kang and Kim, 2018; Kim, 2017).

당뇨 치료에는 약물치료, 식이조절, 운동요법이 시행되고 있으며(Son et al., 2017), 특히 미국 당뇨병협회에서는 신체 활동량의 증가가 중요하다고 하였다(Ruderman et al., 2002). 이와 관련하여 제2형 당뇨병환자에게 약물요법과 운동요법을 병행하였을 경우가 약물요법만 처치했을 때보다 당뇨 지표, 혈중 지질 및 골밀도가 향상되었다고 보고하였고(Choi, 2011), Lee와 Park(2014)은 당뇨병 환자는 저강도의 유산소 운동보다 중강도와 고강도의 유산소 운동이 혈당 수치 감소에 더 효과적이었다고 하였다. 또한 Lee 등(2001)은 유산소 운동과 대근육을 자극하는 저항 운동을 복합적으로 구성하는 것이 유산소 운동만 적용한 경우보다 혈당량 개선에 더 효과적이라고 하였다.

이와 같이 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자의 혈당 수치 개선을 위하여 유산소 운동뿐만 아니라 근력강화 운동들의 효과가 속속들이 제시되고 있다(Lee, 2000; Lee and Park, 2014; Ruderman et al., 2002; Son et al., 2017). 하지만 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자에게 적용한 운동 프로그램과 관련하여 대다수의 연구가 유산소 운동에 초점이 맞추어져 있으며, 근력강화 운동과 운동 강도에

따른 임상적 효과를 규명한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 근력강화 운동에 초점을 맞추어 운동 강도 적용방법에 따른 근력 강화 운동 프로그램이 제2형 당뇨를 동반한 뇌졸중 환자의 보행 기능, 균형 능력, 혈당 수치에 미치는 영향에 대하여 알아보는데 주목적이 있으며, 뇌졸중 환자의 기능 개선 및 혈당 수치에 보다 효과적인 운동 강도 적용 방법을 제시하는데 이차적인 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 당뇨를 동반한 뇌졸중 편마비로 진단을 받은 D광역시 요양병원에 입원 치료 중에 있는 환자를 대상으로 실시하였다.

대상자의 선정기준은, 발병 후 6개월이 지난 만성 뇌졸중 편마비 환자, 제2형 당뇨병을 동반한 자, 양측 손을 깍지를 끼거나 깍지 없이 마비측 팔의 뺨기 동작이 독립적으로 가능한 자, 지팡이를 포함한 기타 보행 보조기구를 사용하여 독립적인 보행이 1분 이상 가능한 자, 한국형 간이정신상태검사(MMSE-K)에서 24점 이상인 자, 공복 및 식후 2시간 혈당이 100-300 mg/dl이고, 소변검사에서 케톤체가 관찰되지 않으며, 하위운동신경 병변이 없는 자(Lee, 2000)로 설정하였다. 제외기준은 제1형 당뇨병을 동반한 자, 뇌졸중 이외에 다른 신경학적 혹은 정형외과적 질환을 동반한 자로 설정하였다.

총 54명의 뇌졸중 환자 중 선정기준과 제외기준에 따라 30명이 제외되었으며, 최종적으로 본 연구에는 22명의 대상자가 참여하여 실험을 완료하였다. 무작위 배정을 위하여 무작위 배정 사이트(<http://www.randomization.com>) 내 프로그램(random number generator, USA)을 이용하여 실험군과 대조군으로 나누었다. 실험군은 점진적으로 운동 강도가 증가되는 근력강화 운동을 실시하였고, 대조군은 일정한 강도의 운동 강도를 적용한 근력강화 운동을 실시하였다. 22명의 모든 대상자에게 실험 방법과 목적에 대하여 충분히 설명하였고, 모든 대상자들은 자발적으로 본 연구에 참여하는 것으로 동의하였다. 본 연구는 D대학교 기관생명연구윤리위원

회의 승인(1040647-201804-HR-011)을 득한 후 실험을 진행하였다.

2. 측정도구 및 방법

총 4주간의 근력운동 프로그램을 실시 후 중재 전과 후의 보행 기능, 균형 능력 및 혈당수치의 변화를 알아보기 위해 사전검사와 사후검사를 각각 실시하였다. 사전 및 사후 검사 시 측정 변수들은 다음과 같다.

1) 보행 능력

보행 능력을 평가하기 위해 10 m 보행 검사(10 Meter Walk TEST, 10 MWT)와 기능적 보행 검사(functional gait assessment, FGA)를 측정하였다. 10MWT는 동적 균형 능력과 기능적인 움직임을 측정하는 도구로 대상자가 총 14 m를 보행하는 동안 시작 2 m와 마지막 2 m를 제외한 10 m를 이동하는데 걸리는 시간을 총 3회 반복 측정하여 평균 시간을 측정하여 기록하였다. 이 검사 방법은 측정자내 신뢰도가 $r=.95-.96$ 으로 높은 신뢰도가 검증된 유용한 평가 도구이다(Van et al., 2004). FGA는 동적 보행지수를 수정 보완하여 개발된 도구로 10가지 항목을 통해 보행하는 동안 자세의 안정성을 평가하는데, 특히 낙상의 위험이 높은 노인을 평가하는데 유용한 평가 측정 도구이다(Walker et al., 2007). 측정자간 신뢰도는 $r=.93$, 측정자내 신뢰도는 $r=.74$ 를 보이고 있다(Wrisley et al., 2004).

2) 균형 능력

동적 균형 능력을 평가하기 위해 일어나 걸어가기 검사(Timed Up and Go test, TUG)를 실시하였다. 측정 방법은 대상자가 팔걸이가 있는 의자에 앉은 자세에서 출발 신호와 함께 일어난 후 3 m 지점을 걸어 돌아와 다시 의자에 완전히 앉는데 걸린 시간을 총 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다. 이 검사의 측정자간 신뢰도는 $r=.98$, 측정자내 신뢰도는 $r=.99$ 로 신뢰할 만한 도구이다(Podsiadlo and Richardson, 1991).

3) 혈당

본 연구에 참여한 24명의 중재 전과 중재 후의 공복

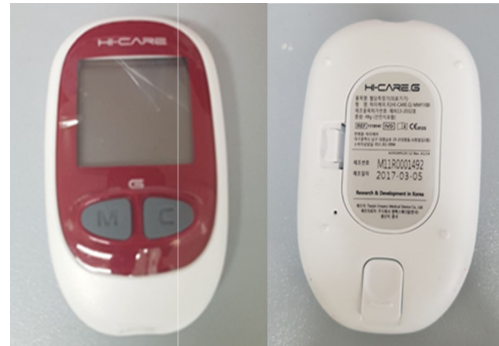


Fig. 1. Blood glucose meter

및 식후 2시간의 혈당수치를 알아보기 위하여 혈당측정기(MM1100, Empecs Medical, China)를 사용하여 측정을 하였다(Fig. 1). 측정 시간은 본 연구의 목적, 중재 방법, 대상자 배치 과정에 대한 정보가 전혀 없는 병동 간호사가 공복 상태인 오전 7시, 식후 2시간 후인 오후 8시에 2회 측정하였다. 혈당의 정상 범위는 공복 시 80~120 mg/dl, 식후 100~140 mg/dl 이다(Lee et al., 2001).

3. 중재 방법

실험군과 대조군 두 군 모두는 1일 30분 2회의 일방적인 신경계물리치료를 실시하였고 추가적으로 총 4주간 주 3회, 회 당 총 40분간의 근력강화 운동을 실시하였다. 근력강화 운동은 마비측과 비마비측 상, 하지에 실시하였다.

1) 1 RM의 측정

실험군과 대조군의 운동 강도 적용을 위하여 1 RM을 측정하였다. 1 RM 측정에는 3가지의 방법이 있으며 그 중 보다 작은 강도를 이용하여 최대 근력을 산출할 수 있으며 부상에 대한 위험성이 낮은 최대강도를 선택하였다(Brzycki, 1993). 미국체력관리학회(National Strength & Conditioning Association; NSCA)에서 추천한 Baechle과 Earle (2000)의 방법을 참조하여 1 RM을 측정하였다. 측정을 위하여 피험자를 5~10회 반복할 수 있는 무게로 워밍업을 실시한 후 상지는 1-2 kg, 하지는 1.5-3 kg을 증가시켜 3-5회 반복하였다. 휴식을 취한 후 상지와 하지를 같은 방식으로 무게를 증가시켜 1

RM을 시도하였다. 만약 피험자가 성공하였다면 그 무게를 1RM으로 정하였고, 실패한 경우는 그 이전 단계로 무게를 다시 감소시켜 성공한 경우의 무게를 1RM으로 설정하였다.

2) 점진적 운동 강도 증가 근력강화 운동 프로그램 (실험군)

실험군의 점진적 운동 강도 증가를 통한 근력강화 운동 프로그램을 적용하기 위하여 근력 강화 시 대근육 단련을 위해 권장되고 있는 1RM의 40~70%의 무게에 해당되는 운동 프로그램을 적용하였다(Choi, 2011). Ghigiarelli 등(2009)이 사용한 프로그램을 토대로 큰가슴근(pectoralis major)의 근력강화 운동을 실시하였다. 누워있는 자세에서 1RM의 40% 무게에 해당되는 무게바(Patterson Medical, San Francisco, USA)를 잡고 양팔을 천장 방향으로 뻗는 운동을 실시하였다. 점진적으로 운동 강도를 증가시키기 위하여 1주 간격으로 1RM의 10%에 해당되는 무게의 모래주머니(Kemket, India)를 무게바의 중앙부에 고정하여 적용하였다. 대상자별 최종적인 운동 강도의 목표치는 1RM의 70%까지 적용하도록 하였으며, 주차별 운동 강도를 완전하게 수행하지 못한 경우에는 그 전 단계에서 운동을 수행하도록 하였다. 마비측 손의 경우 쥐기 힘이 약하여 Weight Bar를 놓칠 수 있기 때문에 밴드를 이용하여 단단히 고정하였고 운동의 끝 범위에서 보조가 필요한 경우 치료사가 일부 보조하였다. 회 당 큰가슴근 근력강화 운동은 총 8세트를 실시하였고, 세트 당 반복 횟수는 10회, 세트 간 2분의 휴식시간을 주어 근피로를 최소화하였다. 주 3회 총 4주간 실시하였다.

하지의 경우에는 넙다리네갈래근(quadriceps)의 근력을 강화하기 위하여 N-K Table (Jongro Medical, Korea)을 사용하여 큰가슴근과 동일한 운동 프로토콜로 운동을 실시하였다(Ghigiarelli et al., 2009)(Fig. 2, 3). 대상자를 N-K Table에 엉덩이를 붙이고 앉은 자세를 유지하도록 한 후 무릎관절을 신전시키도록 하였다. 대상자의 개별 신체적 특성에 따른 다리 길이를 고려하여 아령을 발목 관절 높이에 위치하도록 설정한 뒤 무릎관절 펴를 반복적으로 실시하였다. 치료사는 환자가



Fig. 2. Weight bars and sand bags



Fig. 3. N-K table

신전 운동을 하는 동안 몸통의 자세 유지를 위하여 지속적으로 모니터링 하였으며, 대상자 또한 손을 사용하여 몸을 최대한 고정하도록 하여 운동 시 발생할 수 있는 흔들림을 최소화 하도록 하였다.

3) 지속적 근력강화 운동프로그램 적용군(대조군)

대조군은 1RM의 50%로 시작하여 4주동안 같은 무게로 근력강화 운동을 실시하였다. 큰가슴근과 넙다리네갈래근 모두 실험군과 동일한 횟수, 운동 기간을 적용하여 실시하였다.

4. 자료처리

본 연구에서 수집된 자료의 통계적 처리를 위하여

Table 1. General Characteristics of Subjects

	Experimental (n=11)	Control (n=11)	p-value
Sex (man/woman)	6/5	3/8	.193
Paralyzed side (right/left)	6/5	5/6	.500
Duration since onset month)	26.64 (10.44)	28.27 (11.59)	.707
Height (cm)	163.18 (7.88)	167.82 (8.86)	.729
Age (years)	61.82 (12.37)	65.73 (10.79)	.854
MMSE (scores)	28.36 (2.11)	28.27 (11.59)	.825
Weight (kg)	62.91 (8.44)	62.73 (11.24)	.188

NOTE. Baseline demographic data for participants include in the two different groups and significance level at $P < .05$ for the difference between the groups.

Values are expressed as the number or mean (standard deviation).

Abbreviations: MMSE, mini-mental state examination.

윈도우용 SPSS ver. 19.0을 사용하였다. Shapiro-wilk test를 시행하여 모든 종속 변수들에 대한 정규성 검정을 실시하였다. 실험군과 대조군 간 일반적 특성은 정규성이 만족되어 그룹간 동질성 파악을 위하여 독립표본 t검정 혹은 Fisher's exact test를 시행하였다. 실험군과 대조군의 군 내 종속변수는 정규성을 만족하지 못하여 군 내 및 군간 중재 전과 후의 통계적 유의성 검정을 위하여 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 실시하였고, 두 군간 중재 전과 후의 변화량에 대한 통계적 유의성 검정을 위하여 만휘트니 검정(Mann-whitney U-test)을 실시하였다. 통계학적 유의 수준은 .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구를 최종적으로 수행한 실험군 11명과 대조군 11명에 대한 대상자들의 일반적인 특성은 Table 1과 같으며, 두 군간 성별, 마비측 부위, 발병 기간, 나이 등에 대한 모든 변수에서 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

2. 두 군의 중재 전과 후의 보행 기능, 균형 능력, 혈당 수치 비교

두 군의 중재 전과 후의 보행 기능, 균형 능력, 혈당

수치는 Table 2 와 같다. 실험군과 대조군 두군 모두 중재 후의 10 MWT, FGA, TUG, 혈당 수치는 중재전의 수치에 비하여 통계적으로 유의한 향상이 있었다. FGA에서는 실험군이 대조군 보다 통계적으로 더 큰 변화량을 나타내었으며, 식후 2시간의 혈당 수치에서도 실험군이 대조군보다 통계적으로 더 큰 변화량을 나타내었다($p < .05$). 10 MWT, TUG, 공복 시 혈당에서는 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$).

IV. 고 찰

본 연구는 제2형 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자의 기능 개선을 위한 근력강화 운동프로그램을 적용함에 있어서 점진적으로 강도를 증가시킨 경우와 일정한 강도를 유지한 경우에서의 운동 효과를 비교하기 위하여 실시하였다. 그 결과, 두 군 모두 훈련 후 보행, 균형, 혈당수치에서 유의한 개선이 나타났다. 이는 본 연구에서 실시한 근력강화 운동프로그램이 제2형 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자의 신체 기능과 내과적으로도 긍정적인 변화를 일으킨 것으로 볼 수 있다. An (2005)은 저항운동은 근력 및 지구력 향상뿐만 아니라 생리적 기능 향상에 효과적이었다고 하였다. 이는 본 연구결과에서 식후 혈당 수치가 감소하여 생리적 기능이 향상된 본 연구결과와 부분적으로 일치하는 것으로 판단된다. 또한 당뇨병 치료에 있어서 운동은 생리적 기능 향상에 효과

Table 2. Comparison of Gait Function, Balance Ability, and Blood Glucose Level before and after Intervention between Two Groups

Variables	Experimental group (n=11)	Control group (n=11)	Z
10MWT (min)			
Pre test	19.29 (13.75~51.75) ^a	27.89 (15.98~46.50)	-755
Post test	17.77 (11.66~44.79)	24.50 (13.51~45.05)	-952
Z	-2.934 [*]	-2.934 [*]	
Variation	2.07 (1.52~5.57)	2.39 (1.45~3.39)	-295
TUG (min)			
Pre test	17.55 (12.79~37.65)	25.54 (18.20~57.50)	-1.280
Post test	15.97 (11.91~26.78)	23.57 (17.02~52.20)	-1.477
Z	-2.934 [*]	-2.394 [*]	
Variation	1.58 (.95~3.67)	2.58 (1.10~5.30)	-690
FGA (score)			
Pre test	12 (6~18)	17 (8~23)	-659
Post test	19 (10~22)	18 (13~24)	-066
Z	-2.940 [*]	-2.840 [*]	
Variation	4 (3~6)	2 (1~2)	-2.698 ^b
Fasting BG level (mg/dl)			
Pre test	107 (98~130)	127 (110~170)	-1.609
Post test	101 (87~111)	115 (106~122)	-1.677
Z	-2.497 [*]	-2.002 [*]	
Variation	7 (6~25)	5 (-1~30)	-164
Postprandial BG level (mg/dl)			
Pre test	178 (154~228)	175 (154~203)	-723
Post test	136 (126~164)	163 (137~180)	-1.051
Z	-2.937 [*]	-2.705 [*]	
Variation	31 (21~64)	15 (10~35)	-2.077 ^b

^aMedian (25-75%), ^{*}Significant difference within groups ($p < .05$), ^bSignificant difference between groups ($p < .05$)

Abbreviations : 10 MWT, 10 meter walk test; TUG, timed up and go test ; FGA, functional gait assessment ; BG, blood glucose. Pre-test was performed before the intervention, and post-test was performed after 4 weeks.

적이기 때문에 당뇨병 치료와 관리를 위해서는 규칙적인 운동이 필요하다고 주장한 측면을 고려해볼 때, 본 연구에서 실시한 근력강화 운동프로그램은 임상적으로도 의미 있는 중재 방법인 것으로 판단된다(Pulungan et al., 2018).

본 연구에서의 두 군간 중재 효과를 비교하였을 때, FGA와 식후 2시간의 혈당수치에서 실험군이 대조군보

다 더 큰 변화량을 나타내었다. 이는 근력강화 운동프로그램을 적용할 때 일정한 강도의 적용보다는 점진적으로 강도를 증가 시키는 훈련이 제2형 당뇨를 동반한 뇌졸중 환자의 신체 기능과 생리적 기능 향상에 더 효과적임을 의미한다. Kang 등(1999)은 제2형 당뇨환자는 최고산소섭취량(VO_{2peak})의 70%의 유산소 운동 강도가 50%의 운동 강도 보다 더 유의한 혈당 수치 감소가

있었다고 보고하였다. Hawley와 Gibala (2009)는 제2형 당뇨병환자는 6개월간 에어로빅을 기반으로 한 저강도의 운동 강도에 비하여 중등도와 고강도의 운동 강도가 생리학적 기능 향상에 더 효과적이었다고 하였다. Colberg 등(2006)의 연구에서도 제2형 당뇨병환자에게 고강도 저항운동을 적용했을 때 혈당과 혈관기능에서 유의한 개선을 보였다고 보고하였다. 이와 같은 결과를 토대로 실험군이 대조군보다 혈당수치에 감소에 더 효과적인 본 연구의 결과를 해석해보면, 본 연구에서 대조군에 비하여 실험군이 상대적으로 더 높은 운동 강도인 1 RM의 60%에서 70%를 적용하였기 때문에 이와 같은 결과가 나온 것으로 판단된다. 뇌졸중 환자의 보행 기능은 환자의 독립성 유지에 직접적인 역할을 하는 기능이기 때문에 삶의 질적 향상과 직결된다(Kim, 2017). 따라서 본 연구에서 점진적으로 운동 강도를 증가시키는 근력강화 운동 프로그램은 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자의 삶의 질적 향상에 다 효과적인 운동 프로그램이 될 수 있음을 의미한다.

본 연구는 대상자 개인별 운동 강도를 설정하여 근피로를 최소화 하기 위하여 충분한 휴식시간을 제공하였지만, 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자의 특성상 환자마다 근피로 조절에 일부 어려움이 있었다. 따라서 운동을 적용하기 위한 중량을 명확하게 제시할 수 없다는 점이 본 연구의 제한점으로 작용한다. 또한 본 연구 결과의 설명력을 높이기 위한 대상자의 수적 제한이 본 연구에서 실시한 운동프로그램을 일반화 하여 적용하기에는 아직 이른 감이 있다. 하지만 본 연구에서는 뇌졸중 또는 당뇨 환자에만 국한된 이전 연구와 달리 제2형 당뇨병을 포함한 뇌졸중 환자를 대상으로 2가지 근력 훈련을 통하여 보행, 균형, 혈당 수치의 변화를 과학적으로 비교했다는데 그 의미가 있다고 할 수 있다. 또한 Son (2004)과 Yoon (2013)이 예비 심박수를 이용하여 운동 강도를 설정한 것과는 다르게 1 RM (Repetition Maximum), 즉 최대 근력을 이용하여 적용이 보다 쉽고 훈련 시간 동안 일정한 강도로 적용이 가능한 근력 운동이 기능적 및 생리학적 요소에 미치는 영향을 밝혔다는 점에 의미가 있다.

향후 연구에는 본 연구의 제한점을 보완하여 제2형

당뇨를 동반한 뇌졸중 환자만을 위한 운동프로그램 연구가 활발히 이루어지길 바란다.

V. 결론

본 연구는 제2형 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자들을 대상으로 점진적 또는 일정한 강도의 근력운동프로그램을 통하여 기능적 및 생리학적 변화를 알아보기 위하여 실시하였다. 그 결과 점진적으로 운동 강도를 증가시킨 운동프로그램이 일정한 강도의 운동프로그램보다 뇌졸중 환자의 보행 기능 향상과 혈당 수치 감소에 더 효과적이었다. 따라서 제2형 당뇨병을 동반한 뇌졸중 환자의 기능회복을 위해서는 점진적으로 운동 강도를 증가시키는 운동프로그램이 필요할 것으로 사료된다.

References

- An KH. The effects of exercise type on body composition, cardiovascular fitness, physical performance and biochemical variables in type 2 diabetic patients. *Korean J Phys Edu.* 2005;44(5):451-62.
- Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning.* Champaign IL. 2000.
- Brzycki M. Strength testing predicting a one-rep max from reps to fatigue. *J Phys Edu Rec Dance.* 1993;64(1): 88-90.
- Choi PB. Effect of long-term regular exercise and drug therapy on diabetes indicators, lipid profiles, and bone mineral density in patients with type II diabetes mellitus. *Korean J Phys Edu.* 2011;50(3):513-22.
- Colberg SR, Parson HK, Nunnold T, et al. Effect of an 8-week resistance training program on cutaneous perfusion in type 2 diabetes. *Microvasc Res.* 2006;71(2):121-7.
- Ghigiarelli JJ, Nagle EF, Gross FL, et al. The effects of a 7-week heavy elastic band and weight chain program on upper-body strength and upper-body power in a sample of division I-AA football players. *J Strength Cond Res.* 2009;23(3):756-64.

- Hawley JA, Gibala MJ. Exercise intensity and insulin sensitivity: how low can you go? *Diabetologia*. 2009;52(9):1709-13.
- Jung SR, Kim WS. Exercise intervention on blood glucose control of type 2 diabetes with obesity: a systemic review. *J Korean Soc Phys Med*. 2018;13(1):11-26.
- Kang J, Kelly DE, Robertson RJ, et al. Substrate utilization and glucose turnover during exercise of varying intensities in individuals with NIDDM. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(1):82-9.
- Kang TW, Kim BR. The effect of backward walking exercise using a mirror on balance and gait in patients with stroke. *J Korean Soc Phys Med*. 2018;13(2):53-60.
- Kim YB. The Study on cognitive function, balance ability and quality of life according to diabetic control factor after stroke. Master's degree. Nambu University. 2017.
- Kirkness CS, Marcus RL, LaStayo PC, et al. Diabetes and associated risk factors in patients referred for physical therapy in a national primary care electronic medical record database. *Phys Ther*. 2008;88(11):1408-16.
- Lee AY. The effects of exercise program on blood glucose and medication in non-insulin-dependent diabetics. Master's Degree. Yonsei University. 2000.
- Lee SH, Park DH. Blood Glucose Response to Various Exercise Intensities in Children and Adolescence with Type 1 Diabetes. *Exer Sci*. 2014;23(2):139-47.
- Lee YR, Kang ME, Moon JS, et al. The effects of walking exercise on blood glucose level and motivation of exercise in the diabetes mellitus patient. *J Korean Pub Health Nurs*. 2001;15(1):172-81.
- Marcus RL, Smith S, Morrell G, et al. Comparison of combined aerobic and high-force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. *Phys Ther*. 2008;88(11):1345-54.
- Nathan DM, Buse JB, Davidson MB, et al. Medical management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy: a consensus statement of the American diabetes association and the European association for the study of diabetes. *Diabetes Care*. 2009;32(1):193-203.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed Up & Go: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39(2):142-8.
- Pulungan AB, Afifa IT, Annisa D. Type 2 diabetes mellitus in children and adolescent: an Indonesian perspective. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*. 2018;23(3):119-25.
- Rudeman, Neil, Devlin, et al. *Handbook of exercise in diabetes*. American Diabetes Association. 2002.
- Shorr RI, Franse LV, Resnick HE, et al. Glycemic control of older adults with type 2 diabetes: findings from the third national health and nutrition examination survey, 1988-1994. *J Am Geriatr Soc*. 2000;48(3):264-7.
- Son AH, Koh JY, Lee DK, et al. Review of Domestic Experimental Studies of Korean Medicine Treatment for Diabetes Mellitus Since 2013. *J Korean Orient Inter Med*. 2017;38(1):10-9.
- Son WS. The effect on blood glucose levels according to aerobic exercise intensity in Non-Insulin dependent diabetes mellitus patients. Master's Degree. Kongju University. 2004.
- Van Loo MA, Moseley AM, Bosman JM, et al. Test-re-test reliability of walking speed, step length and step width measurement after traumatic brain injury: a pilot study. *Brain Inj*. 2004;18(10):1041-8.
- Walker ML, Austin AG, Banke GM, et al. Reference group data for the functional gait assessment. *Phys Ther*. 2007;87(11):1468-77.
- Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, et al. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther*. 2004;84(10):906-18.
- Yoon BG. The comparison of different exercise intensities on fat oxidation rate in type II diabetes female patients. *Korean Journal of Wellness*. 2013;8(1):169-77.