



12주간의 타이치 운동이 신경병증을 가진 당뇨병 환자의 혈당, 말초감각신경전달도 및 건강상태에 미치는 효과*

황 인 옥¹⁾ · 안 숙 희²⁾ · 송 라 윤²⁾

1) 충남대학교 간호대학 박사과정생, 2) 충남대학교 간호대학 부교수

Effect of 12-Week Tai Chi Exercise on Glucose Control, Peripheral Nerve Modulation, and Perceived Health for Type 2 Diabetic Patients with Neuropathy*

Hwang, Inok¹⁾ · Ahn, Sukhee²⁾ · Song, Rhayun²⁾

1) Doctoral Candidate, College of Nursing, Chungnam National University

2) Associate Professor, College of Nursing, Chungnam National University

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to test the effect of 12-week Tai Chi exercise on glucose control, peripheral nerve modulation, and perceived health for Type 2 diabetic patients with neuropathy. **Methods:** A pretest posttest design with a nonequivalent control group, 44 diabetic patients with neuropathy were recruited from an outpatient clinic of a university hospital and assigned into Tai Chi or Control groups. The Tai Chi exercise was based on Tai Chi for Diabetes program

developed by Lam (2006) and performed one hour for each session twice a week for 12 weeks. Outcome variables were HbA1c, Michigan Neuropathy Screening Instrument scores and perceived health. A total of 25 patients completed both measures of pretest and posttest. **Results:** The study participants were 67 years old in average, diagnosed by DM for more than 15 years. Those who participated in 12-week Tai Chi exercise (n=13) significantly improved in HbA1c (t=2.23, p=.035) and perceived health (t=-2.28, p=.032) than the control group (n=12). **Conclusion:** Tai Chi exercise may improve

주요어 : 타이치, 당뇨, 신경병증, 혈당, 건강

* 이 논문은 2008년 대한근관절학회 학술지원연구비 지원에 의해 이루어짐.

* This study was supported by the research fund from Korean Society of Muscle and Joint Health, 2008.

접수일: 2010년 2월 16일 심사완료일: 2010년 3월 25일 게재확정일: 2010년 4월 1일

• Address reprint requests to : Ahn, Sukhee(Corresponding Author)

Associate Professor, College of Nursing, Chungnam National University

6 Mumwha 1-dong, Jung-gu, Daejeon 301-747, Korea

Tel: 82-42-580-8324 Fax: 82-42-580-8309 E-mail: sukheeahn@cnu.ac.kr

glucose control and health status in patients with Type II diabetes. Further study with larger sample size would be necessary to confirm the effect of Tai Chi on peripheral nerve modulation.

Key words : Tai Chi, Diabetes mellitus, Diabetic neuropathies, Blood glucose, Health

서 론

연구의 필요성

제 2형 당뇨병은 만성 염증을 동반하는 대사 증후군이다. 제2형 당뇨병 발생률은 전 세계적으로도 증가하고 있으며, 국내에서는 30세 이상 인구의 당뇨병 유병률이 9.5%로 보고되었다(National Health Insurance Corporation, 2007). 대한의사협회 의료정책연구소가 발표한 의료보건통계자료 분석 보고서에 의하면 우리나라에서 당뇨병에 의한 사망률은 인구 10만 명당 36명으로 경제협력개발기구(OECD)국가의 평균(13.7명)보다 2.5배나 높고, 미국의 사망률 20명보다도 높은 수치를 기록하였다(Im & Choi, 2007).

당뇨병의 합병증은 부적절한 혈당조절로 인하여 말초조직에서 허혈과 저산소증이 초래되어 발생하는 순환 장애를 의미하는 것으로, 대표적인 합병증에는 당뇨병성 망막증 및 신증과 같은 혈관 합병증과 신경병증(neuropathy), 감염(inflammatory reaction), 당뇨병 발(diabetic foot) 등이 있다(Matsumoto, Ohno, Noguchi, Kikuchi, & Kurihara, 2006). 당뇨병성 신경병증의 경우 당뇨병이 중추 및 말초 신경계의 전달 장애를 초래하여 균형감에 장애를 가져오게 된다. 발바닥의 감각이 저하되면 상황에 대한 반응 시간이 느려지고 근육-신경계 반응 능력이 감소하여 균형감 저하를 통해 낙상 발생 위험률이 증가하게 된다(Richardson, 2002). 따라서 당뇨병의 치료와 관리는 혈당 조절은 물론이고 말초조직의 미세순환 개선을 통한 인슐린 민감도 개선과 염증반응의 억제에 목표를 두고 있다.

당뇨병의 관리방법에는 크게 운동요법, 식이요법, 및 약물요법을 들 수 있는데, 이 중 운동요법은 이러한 합병증 발생의 감소를 위한 중재로서 가장 많이

사용되는 치료적 및 예방적 도구로 활용된다. 최근 보고된 메타분석에서 운동은 제2형 당뇨병의 치료에 유익한 효과를 나타내었다(Nielsen, Hafdahl, Conn, Lemaster, & Brown, 2006). 당뇨병에서 운동중재에 대한 기존 연구는 혈당 감소, 지질대사 수치 감소 등 대혈관 순환(macrocirculation)과 관련된 합병증의 감소를 강조하고 있으나, 당뇨환자의 주요 합병증은 미세혈관(microcirculation)에 관련되어 있다. 현재까지 당뇨환자에게 대표적으로 나타나는 합병증인 신경병증(neuropathy)과 연관되어 나타나는 미세혈관 손상에 대한 중재효과, 더불어 조직 관류 감소, 말초 감각신경 전달의 감소 등에 미치는 효과를 밝힌 연구는 극히 제한적이다(Lloyd & Orchard, 1999).

운동이 당뇨환자의 혈당, 미세순환 및 균형에 미치는 효과를 생리학적 근거로 고찰해 보면, 당뇨환자에게 운동을 적용하면 신체는 운동에 대한 반응으로 에너지를 공급하기 위해 포도당이 분해되어 활용되며 이로 인해 혈당이 떨어진다(Korean Association of Internal Medicine [KAIM], 2006). 또한 운동으로 신체 순환 혈류량이 증가하면 근육에 전달하는 포도당과 인슐린이 많아져 말초 조직에서 포도당의 활용이 증가하게 되고, 이로 인해 인슐린의 감수성이 향상되면 미세순환이 개선되어 관류속도와 말초 감각기능이 개선된다(Delvin, Hirshman, Horton, & Horton, 1987; Matsumoto et al., 2006).

운동에 의한 호르몬 반응은 운동 자극의 강도 및 기간에 따라 다르기 때문에 운동의 종류는 대상자의 건강문제에 따라 주의하여 선택해야 한다. 특히 당뇨병 환자에서는 운동을 통해 혈당강화 효과를 얻기 위함이라도 단기간의 격렬한 운동보다는 중정도의 지속적인 운동이 요구된다(KAIM, 2006). 왜냐하면 혈당조절 호르몬은 운동자극에 느리게 반응하며, 중간이나 느린 반응을 나타내는 내분비선은 운동 지속시간에 민감하기 때문이다. 이에 본 연구는 저-중등도 강도의 운동 중 느리고 지속적으로 적용할 수 있는 타이치 운동을 당뇨병 환자에게 적용하여 운동의 치료적 효과를 평가하고자 한다.

전통적인 중국 무술의 하나인 타이치 운동은 기공을 통한 복식호흡을 포함한 유산소운동이다. 현재 알려진 타이치 운동의 형태 중 손식(Sun style)과 양식

(Yang style)이 일반인들이 쉽게 배우고 따라할 수 있는 동작들로 구성되어 있다(Lam, 2000). 타이치 운동은 평균 약 4.1에서 4.6정도의 metabolic equivalents (METs) 정도의 에너지대사를 요구하는 것으로 평가되며(Taylor-Piliae, 2003), 그 강도가 최대 산소섭취량 55% 이상을 넘지 않는 중등도 운동으로 분류되어 있다(Wang, Collet, & Lau, 2004). 손식 타이치에는 기공동작이 포함되어있으며, 양식 타이치는 동작이 크고 양 발에 번갈아 체중부하를 하는 동작을 반복하게 되는데, 특히 이러한 동작은 하지의 혈액순환을 증진시키면서 말초 조직의 산소공급과 인슐린 공급이 원활해지므로 말초 미세혈관 내 혈당의 축적을 막을 수 있다(Matsumoto et al., 2006). 실제로 1년간 양식 타이치 운동을 적용한 결과 타이치 운동군에서는 16.1%의 산소소모량이 증가한 반면, 대조군에서는 오히려 1.8% 감소한 것으로 나타나 타이치 운동이 심혈관 기능을 개선시키는 효과를 입증하였다(Lan, Chen, Lai, & Wong, 1999; Taylor-Piliae, Haskell, & Froelicher, 2006). 또한 당뇨병으로 발 감각 상실이 있는 당뇨병 노인에게 타이치 운동을 적용하였을 때 당뇨병자의 발바닥 감각과 균형감을 향상시킨 것으로 보고되었다(Richerson & Rosendale, 2007). 타이치와 함께 제공되는 기공요법 역시 이완반응을 유도하여 인슐린 저항을 향상시키고 혈당대사에 긍정적 변화를 초래한 것으로 나타났다(Cho, Chun, Chang, Ha, & Wo, 2004; Tsujiuchi et al., 2002). 그러나 당뇨병 환자에게 타이치 운동과 기공을 적용한 연구는 8편에 불과하여 아직 그 효과를 확정할 수는 없는 상태이며, 타이치 운동에 의한 혈당 개선효과도 기존 연구에서 일관성 없는 결과가 보고되고 있다(Hung et al., 2009; Jeong, Lee, & Kim, 2007; Lam, Dennis, Diamond, & Zwar, 2008; Richerson & Rosendale, 2007; Song, Ahn, Roberts, Lee, & Ahn, 2009; Song et al., 2007; Yeh et al., 2007).

기존 연구를 살펴본 결과, 기공을 포함한 타이치 운동 프로그램은 당뇨병 환자의 혈당조절에 긍정적인 영향이 일부에서 보고되고 있지만, 아직 운동효과에 대한 결과는 일관성이 없다. 기존 연구가 혼돈된 결과를 보이는 이유는 연구방법상 다양한 유형과 강도의 타이치를 표준화 과정없이 적용하였기에 반복연구

가 어렵다는 점을 들 수 있다. 또한, 대부분의 연구가 운동의 단기 목표인 혈당개선에 초점을 두고 미세순환개선을 평가한 연구가 거의 없어 신경병증 등 합병증 예방에 대한 중장기효과를 파악할 수 없다는 제한점을 갖고 있다.

이와 같은 기존연구 분석을 바탕으로, 본 연구팀은 제 2형 당뇨병 환자에게 표준화된 타이치 운동프로그램을 적용하여 타이치 운동의 유산소 운동 효과와 기공에 의한 이완 효과가 신경병증이 있는 제 2형 당뇨병 환자의 단기 효과인 혈당 저하를 비롯하여, 중장기 효과로서 미세순환 개선과 건강인식의 변화를 초래할 수 있는지 파악하고자 한다.

연구 목적

본 연구의 목적은 제2형 당뇨병과 신경병증을 진단 받고 치료중인 외래환자를 타이치 운동군과 대조군에 배정하고 표준화된 타이치 운동 프로그램을 12주간 주 2회 적용한 후 혈당조절(HbA1c), 말초 신경전달도, 그리고 지각된 건강상태에 미치는 효과를 검증하기 위함이다(Figure 1).

본 연구의 가설은 다음과 같다.

- 12주 프로그램에 참가한 타이치 운동군이 대조군에 비해 당화혈색소치(HbA1c) 개선정도가 높을 것이다.
- 12주 프로그램에 참가한 타이치 운동군이 대조군에 비해 말초 신경전달도 개선정도가 높을 것이다.
- 12주 프로그램에 참가한 타이치 운동군이 대조군에 비해 지각된 건강상태 개선정도가 높을 것이다.

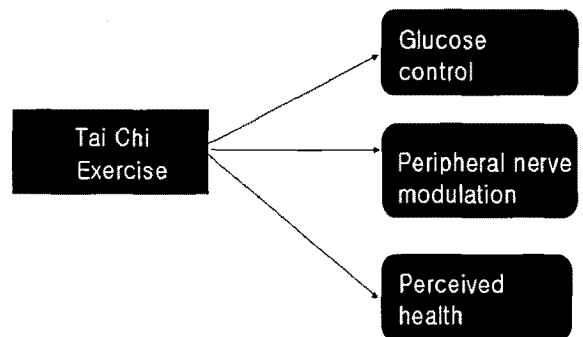


Figure 1. Conceptual framework of the study

연구 방법

연구 설계

본 연구는 신경병증을 가진 당뇨병자를 임의로 실험군과 대조군에 배정한 후 실험군에는 타이치 운동 프로그램을 12주간 적용한 후 효과를 비교하기 위한 비동등성 대조군 전후설계(nonequivalent control group pretest posttest design)를 적용한 유사 실험연구이다.

연구 대상

본 연구의 대상자는 제2형 당뇨병을 가지고 A 대학병원 외래에서 치료중인 25명의 환자로, 연구 진행은 2008년 9월부터 12월까지 시행되었다. 대상자 선정기준은 다음과 같다. (1) 신경병증(neuropathy)으로 진단받고 외래에서 치료약물을 복용 중인 자, (2) 내분비내과 전문의에 의해 주 2회 이상 운동교실에 참여할 수 있다고 처방된 자, (3) 당화혈색소(HbA1c) 수치가 7% 이상인 자, 그리고 (4) 본 연구의 목적을 이해하고 참여하기로 동의한 자이다.

표본크기는 당뇨병자 대상의 타이치운동 연구에서 제시한 HbA1c(%)를 기준변수로 대상자 수를 계산하였다. 당뇨병자에게 타이치 운동 중재 후 HbA1c를 측정할 임상연구(Yeh et al., 2007)의 결과를 기준으로 효과크기를 계산한 결과 $d=1.40$ 이었다. 이에 본 연구의 표본 크기는 Cohen (1988)의 공식에 따라 큰 효과크기 $d=0.80$, $\alpha=0.05$ 의 양측 검정과 검정력($1-\beta$)= 0.80 으로 계산한 결과 집단별 요구되는 대상자 수는 26명으로 나타났다. 따라서 대상자 수는 연구 완료시 총 52명이 요구된다. 그러나 대상자 모집에 어려움이 있어 연구시작 당시 44명을 모집하여 실험군에 22명, 대조군(운동대기군)에 22명을 임의 배정하여 연구를 진행하였다. 2차 조사에 참여한 실험군과 대조군은 각 13명과 12명이었다. 3개월간 운동중재에 80% 이상 출석한 대상자는 13명으로 41%의 탈락률을 보였고, 대조군 중 2차 조사에 응한 대상자는 12명으로 45%의 탈락률을 보였다.

중재: 당뇨병관리를 위한 타이치 운동 프로그램

● 중재 횟수와 시간

본 연구의 실험군은 주당 2회, 회당 1시간씩 12주 동안 타이치 운동프로그램에 참여하였다. 12주에 대한 근거는 기존 연구(Liu, Miller, Burton, & Brown, 2008; Yeh et al., 2007)에서 12주간의 타이치 운동이 당뇨 대상자의 혈당개선에 유의한 효과를 보고하였기 때문이다. 대상자들은 매주 화요일 저녁 7시와 토요일 오전 10시에 대학 내 평면강의실에 모여 참석자 출석 및 운동일지 확인, 혈당측정을 한 후 준비운동 5분, 기공 호흡운동 5분, 타이치 본 운동 40분, 기공 호흡운동 5분, 마무리 운동 5분의 순서로 60분간 타이치 운동에 참여하였다. 프로그램은 표준화된 당뇨 타이치 프로그램 workshop을 수료 후 공식 국제자격증을 취득하였고 5년 이상 타이치 운동 프로그램을 다양한 대상자에게 가르친 경험이 있는 전문강사가 운영하였다. 본 프로그램은 개발자가 제시한 표준화된 타이치운동 프로토콜에 따라 운영되었다. 대부분의 대상자는 직장 등의 이유로 본 프로그램이 제공하는 주 2회 운동 이외에 추가로 시간을 내어 과외 운동교실에 참석하는 것이 어려웠다. 따라서 가정에서 자가 운동의 효과를 증대하기 위하여 매주 운동일지를 배부하고 가정에서 매회 30분 이상, 주 3회 이상 시행할 수 있도록 전화를 통해 운동을 독려했으며, 운동일지는 매주 토요일 운동교실에서 제출하도록 하여 확인하였다.

● 표준화된 타이치 프로그램

기존에 개발되어 우리나라에서 적용되었던 당뇨병자를 위한 타이치 운동프로그램과 기공 호흡운동을 적용한다. 당뇨타이치 운동프로그램은 타이치 주요 유형인 손식 타이치와 양식 타이치를 혼합한 21동작으로 구성되어 있다. 기본 12동작(기세-개합수-운수(좌)-개합수-옥녀천사(좌)-옥녀천사(우)-개합수-등각(좌)-등각(우)-개합수-운수(우)-개합수)과 상급 9동작(운수(좌)-개합수-람작미(좌)-개합수-람작미(우)-개합수-운수(우)-개합수-수세)으로 이루어진다. 손식 타이치의 동작의 핵심은 개합수로서 복식호흡과 함께 기공호흡을 동작의 중간에 할 수 있도록 구성하고 있다. 양식 타이치의 동작들은 주로 팔의 움직임이 크고 보폭이 넓으며 체중이동을 강조함으로써 말초 미세순환의 촉진

에 초점을 두는 운동 형태이다(Lam et al., 2008). 기공 호흡운동은 건강기공운동으로 추천되는 5가지 선자세의 기공법과 6가지 앉은 자세의 기공법을 적용한다. 타이치의 동작에는 내적 에너지를 강화하는 팔 동작과 복식호흡을 동반하는 기공운동의 원리가 포함되어 있다. 본 연구의 타이치 기공 운동프로그램은 준비운동 5분, 마무리 운동 5분을 수행하며, 본 운동에서는 기운동(앉아서 5분, 선자세로 5분) 10분 - 타이치 동작수련 30분 - 기운동(앉아서 5분, 선자세로 5분) 10분 등 총 1시간으로 구성되었다.

측정

● 혈당

환자의 혈당 조절 효과를 검증하기 위해 최근 3개월간의 평균 혈당조절 수준을 보여주는 HbA1c (Glycated hemoglobin: TIA Turbidimetric Immunoassay로 분석)를 측정하였다. 모든 혈액검사는 검사의 신뢰도를 높이기 위해 공식 의학연구소를 지정하여 검사의뢰하였고, 담당 직원이 혈액채취 당일 대기해 있다가 검체를 즉시 준비해 온 보냉백에 넣어 이동 후 분석하였다.

● 말초 신경전달도(peripheral nerve modulation)

말초신경전달도는 미시간 신경병증 도구의 점수표(MNSI: Michigan Neuropathy Screening Instrument)와 신경학적 신체검사를 이용하여 측정하였다. Choi 등(2007)의 연구에서 전기생리학적 검사와 비교시 도구의 민감도는 63.5%, 특이도는 78.3%였고, 양성 예측도는 86.8%로 나타나 유용한 검사로 확인되었다. 주관적 MNSI 점수는 신경병증 증상(통증, 온도, 감각, 저린감)에 해당하는 15개 문항에 대한 질문지에 대한 응답을 통하여 문제가 있을 때 예(1점), 없을 때 아니오(0점)로 평가하여 합을 구하여 당뇨병성 말초신경병증 정도를 평가하였다. 15개 문항 중 2문항은 혈관계 증상에 해당하여 문진결과에 상관없이 총 점수에서 제외하며, 13번 문항(걸을 때 발의 감각을 느끼지 못합니까?)은 아니오 라고 답하였을 때 1점으로 역코딩한다. 가능 점수 범위는 0점에서 13점으로, 점수가 높을수록 신경병증 증상이 심한 것을 의미한다.

또한 객관적 MNSI 점수는 MNSI 도구가 제시한 신경학적 신체검사를 통해 그 점수를 평가하였다. 당뇨병교육간호사 1인이 사전, 사후조사 모두 대상자의 신체검사를 수행하였다. 발의 외형, 발의 궤양, 엄지 발가락의 진동감각, 발목반사 검사를 포함하여 4개 항목에 대하여 좌우 양 발에 대해서 각각 관찰하고 점수를 매겼다. 발의 외형은 변형, 피부 건조, 균열 그리고 궤양이 있는 경우 각 발에 대하여 이상소견 유무에 따라 0점과 1점을 줄 수 있고, 발목반사와 진동감각 검사는 그 정도에 따라 0, 0.5, 1점을 매겨 총 점수 범위는 0점에서 8점이다. 이 중 진동감각 검사와 발목 반사 검사는 재현성이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 총 점수가 경계값 2점 이상이면 당뇨병성 말초 신경병증으로 진단하고 점수가 높을수록 신경병증이 심한 것을 의미한다.

● 지각된 건강상태(Perceived Health)

지각된 건강상태는 대상자 자신이 인지하는 건강상태를 묻는 주관적 건강상태 1문항으로 평가하였다. 문항별 점수는 1점 '매우 나쁘다'에서 5점 '매우 좋다'까지 5점 척도로 구성되었다.

자료 수집 절차

● 연구 준비

먼저 소속 대학교의 연구윤리위원회(IRB)에 연구계획서와 함께 대상자 연구 참여 동의서를 제출하여 연구승인을 받았으며, 이와 동시에 연구팀을 구성하여 연구계획서에 제시된 연구목적과 절차를 설명하였다. 대상자 모집과 사전·사후 조사에서 자료를 수집할 때 연구 프로토콜을 준수할 것을 강조하였으며, 대상자 인권보호에 유의할 것을 교육하였다. 이후 표준화된 타이치 운동프로그램을 제공할 수 있도록 규칙적인 수련일정을 수립하고 연구회의를 통해 프로토콜 준수를 확인하였다. 또한 병원의 내분비내과 전문의에게 임상연구 진행을 위한 적극적인 협조와 자문을 구하고, 설정된 대상자 선정조건에 맞는 연구대상자를 추천하여 연구팀에 의뢰할 것을 요청하였다. 연구원은 담당의사가 의뢰한 대상자에게 연구에 대한 목적과 절차를 설명하였고, 연구 참여 동의서에 서명을 받았

다. 이후 몇 가지 기본 검사를 통해 연구대상자로 적합하면, 이들에게 우편 및 전화 연락처를 받아서 프로그램 개최 일정이 확정된 후 개별 접촉을 통해 사전조사에 참여할 것을 알렸다.

● 사전조사

연구 참여를 동의한 연구대상자에게 당뇨와 운동에 대한 교육을 제공하고 1차 건강검진을 실시한 후, 대상자를 타이치 운동군과 대조군으로 나누었다.

● 중재

실험군은 12주간 타이치 운동중재를 받고, 대조군은 운동프로그램에는 참여하지 않고 외래 당뇨클리닉에서 예정된 관리를 받은 다음, 3개월 후 운동프로그램에 참여할 기회를 가졌다.

실험군에 대해서는 연구원이 타이치 운동일마다 대상자의 출석을 확인하고 자가 운동일지를 제출하도록 하여 점검하였으며, 1주일에 한 번씩 전화를 걸어 운동의 지속참여를 독려했다. 운동 시작시 가정에서의 자가운동을 도와주기 위한 동작그림이 포함된 유인물을 제공하였고, 1개월마다 출석 우수자에게 음악 테이프와 운동티셔츠를 제공하며, 운동 종료 시 출석률이 80% 이상인 자에게 수료증과 함께 부상을 수여하였다. 또한 6주와 12주에 타이치 시범대회와 간담회를 실시하여 동기부여를 촉진하였다.

● 사후 조사

“제 2차 당뇨와 운동프로그램”을 개최하여 1차에 참여하였던 모든 연구대상자를 참석하게 하여 이들에게 당뇨와 운동에 대한 재교육을 제공하였고 2차 건강검진을 사전조사와 동일하게 실시하였다. 단, 대조군의 경우 프로그램 기간 동안 자가 운동량이 혼동변수로 작용할 수 있으므로, 사후 조사시 대조군에게는 지난 3개월간 운동의 종류, 강도, 및 횟수를 조사하였다.

자료 분석

본 연구에서 측정된 자료는 SPSSWIN V. 17.0 program을 이용하여 입력, 분석하였다.

- 대상자 특성은 연속변수는 평균과 표준편차, 분류형

자료는 빈도와 비율로 계산한 후 두 집단 간 동질성 검정은 t-검정과 Chi-제곱검정(필요시 Fisher's exact test)을 수행하였다.

- 두 집단의 연구결과 변수의 동질성 검증은 t-검정과 Chi-제곱검정으로 분석하였다.
- 결과변수에 대한 정규성 검정 결과, 당화혈색소치(HbA1c)의 경우 평균값이 중앙값보다 커서 양의 왜도와 첨도를 보였다. 반면, 말초신경전달도를 평가한 주관적 및 객관적 MNSI 점수와 지각된 건강상태 변수는 모두 정규분포를 보였고 왜도와 첨도를 보이지 않았다. 따라서 당화혈색소치(HbA1c) 변수가 정규성 위배의 소견을 보이기 때문에 비모수검정방법을 고려하였으나, 이 경우 대상자의 수가 상대적으로 적음을 고려하여 당화혈색소의 사전조사값을 통제하기 위한 분석법이 없다는 제한점이 있다. 이에 본 연구에서는 집단간 프로그램에 대한 결과변수 효과검정시 사전조사값이 통계적으로 통제 가능한 모수검정 즉 사전·사후 차이값에 대한 독립 t-검정을 이용하여 분석하였다.

연구 결과

대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 총 25명으로 일반적 특성은 표 1과 같다. 대상자의 성별분포는 두 군 간에 유사하였고, 대부분이 배우자가 있는 상대였고, 과반수 이상이 중졸 이하의 학력을 갖고 있었다. 대상자 모두 금연 상태였고, 음주자는 소수에 불과하였다. 대상자가 인지하는 건강상태는 과반수 가량이 나쁘다고 인지하고 있었다. 대상자의 연령은 실험군이 평균 67.5세(SD=5.21), 대조군이 64.8세(SD=4.65)였다. 두 집단의 일반적 특성에 대한 동질성 검증결과, 두 집단간 유의한 차이가 없어 일반적 특성이 유사하게 분포하고 있는 것으로 확인되었다(Table 1).

또한 대상자의 질병관련 특성에서 당뇨병 유병기간은 실험군이 평균 11.7년(SD=7.93), 대조군이 17.7년(SD=10.41)이었다. 대상자의 17%에서 50% 가량은 만성질환인 고혈압, 심장질환 및 관절염을 갖고 있었다. 당뇨병 관리방법으로 인슐린주사요법, 운동요법, 인슐

Table 1. Homogeneity Tests on General Characteristics Between Tai Chi and Control Groups (N=25)

Variables		Tai Chi (n=13)	Cont (n=12)	χ^2 / t	p
		M (SD)			
Age (yrs)		67.5 (5.21)	64.8 (4.65)	1.871	.074
		n (%)			
Gender	Male	6 (46.2)	6 (50.0)	0.848	1.000
	Female	7 (53.8)	6 (50.0)		
Marital status	Married	11 (84.6)	10 (83.3)	0.930	1.000
	Widowed	2 (15.4)	2 (16.7)		
Education	≤ Middle school	8 (61.5)	6 (50.0)	0.561	.695
	≥ High school	5 (38.5)	6 (50.0)		
Smoking	Never smoked	8 (61.5)	11 (91.7)	1.880	.078
	Quit > 5 years	4 (30.8)	1 (8.3)		
	Quit 1~5 years	1 (7.7)	0 (0)		
Alcohol	No	12 (92.3)	10 (83.3)	0.490	.593
	Yes	1 (7.7)	2 (16.7)		
Perceived health	Very poor	3 (23.1)	1 (8.3)	-0.330	.744
	Poor	6 (46.2)	8 (66.7)		
	Moderate	4 (30.8)	3 (25.0)		

Table 2. Homogeneity of Disease-related Characteristics Between Tai Chi and Control Groups (N=25)

Variables		Tai Chi (n=13)	Cont (n=12)	χ^2 / t	p
		M (SD)			
Duration of diabetes (yrs)		11.7 (7.93)	17.7 (10.41)	-1.601	.123
		n (%)			
Type of chronic disease					
Hypertension	No	8 (61.5)	6 (50.0)	0.561	.695
	Yes	5 (38.5)	6 (50.0)		
Heart disease	No	10 (76.9)	9 (75.0)	0.910	1.000
	Yes	3 (23.1)	3 (25.0)		
Arthritis	No	10 (76.9)	10 (83.3)	0.689	.720
	Yes	3 (23.1)	2 (16.7)		
Type of DM management					
Insulin injection	No	8 (61.5)	7 (58.3)	0.835	1.000
	Yes	5 (38.5)	5 (41.7)		
Hypoglycemic drugs	No	5 (38.5)	5 (41.7)	0.834	1.000
	Yes	8 (61.5)	7 (58.3)		
Diet control	No	7 (53.8)	7 (58.3)	0.821	1.000
	Yes	6 (46.2)	5 (41.7)		
Exercise	No	4 (30.8)	4 (33.3)	0.891	1.000
	Yes	9 (69.2)	8 (66.7)		
Foot care	No	10 (76.9)	9 (76.0)	0.910	1.000
	Yes	3 (23.1)	3 (25.0)		

린 주사, 경구혈당강하제, 발 관리 등을 집단별로 비교한 결과 실험군과 대조군 모두 차이가 없었다(Table 2).

타이치 운동이 대상자의 당화혈색소치에 미치는 효과

대상자의 혈당수준을 보여주는 당화혈색소치는 사전조사 시 두 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=-1.02, p=.316$). 사전 사후 차이값으로 두 집단의 당화혈색소치를 비교한 결과, 실험군은 7.78%에서 7.53%로 0.24% 감소한 반면, 대조군은 8.05%에

Table 3. Comparisons on HbA1c Between Tai Chi and Control Groups (N=25)

Variables	Tai Chi (n=13)		Cont (n=12)		t	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
HbA1c (%)	Pretest	7.78 (0.62)	8.05 (0.71)	-1.02	.316	
	Posttest	7.53 (0.47)	8.29 (0.31)	-2.77	.013	
	Diff (pre-post)	0.24 (0.54)	-0.24 (0.55)	2.23	.035	

서 8.29%로 0.24% 증가하여 이 차이값에 대한 두 군 간 차이검정에서 유의한 차이를 보였다($t=2.23, p=.035$). 즉 타이치 운동 후 실험군은 당화혈색소치가 유의하게 감소된 반면 대조군은 증가된 것으로 나타나 12주 프로그램에 참가한 타이치 운동군이 대조군보다 당화혈색소치(HbA1c) 개선정도가 높을 것이라는 가설은 지지되었다(Table 3).

타이치 운동이 대상자의 말초 신경전달도에 미치는 효과

대상자의 주관적 신경병증(MNSI) 점수는 실험군에서는 5.23점에서 4.46점으로, 대조군에서는 5.58점에서 5.25점으로 두 집단 모두 감소하였으나 차이값에 대한 두 군간 차이검정 결과에서는 차이를 보이지 않았다. 객관적 신경병증(MNSI) 점수는 신경학적 신체 검사에 의해 평가된 점수로서, 실험군은 2.19점에서 2.15점으로 감소한 반면, 대조군은 2.46점에서 2.71점으로 증가하였으나, 차이값에 대한 두 군간 차이검정 결과에서는 유의성을 나타내지 않았다. 이에 12주 프

로그램에 참가한 타이치 운동군이 대조군보다 말초 신경전달도 개선정도가 높을 것이라는 가설은 기각되었다(Table 4).

타이치 운동이 대상자의 지각된 건강상태에 미치는 효과

대상자의 지각된 건강상태에 대한 효과를 검증한 결과 실험군은 2.08점에서 2.53점으로 상승한 반면, 대조군은 2.17점에서 2.00점으로 감소하였다. 차이값에 대한 두 집단 간 차이검정 결과, 유의한 차이가 있었다($t=-2.28, p=.032$). 즉 실험군은 대조군에 비해 운동중재 후 건강상태가 개선되었다고 인식하고 있어, 타이치 운동군이 대조군보다 지각된 건강상태 개선정도가 높을 것이라는 가설은 지지되었다(Table 5).

논 의

본 연구는 신경병증을 가진 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 12주간 타이치 운동중재를 제공하고 그 효

Table 4. Comparisons on Peripheral Sensory Nerve Scores Between Tai Chi and Control Groups (N=25)

Variables	Tai Chi (n=13)		Cont (n=12)		t	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
MNSI	Pretest	5.23 (1.17)	5.58 (2.15)	0.50	.621	
Subjective (Range: 0~13)	Posttest	4.46 (0.88)	5.25 (1.87)	-1.34	.201	
	Diff (pre-post)	0.77 (1.33)	0.33 (1.92)	0.31	.758	
MNSI	Pretest	2.19 (1.85)	2.46 (1.42)	-0.40	.693	
Objective (Range: 0~8)	Posttest	2.15 (1.85)	2.71 (1.67)	-0.78	.441	
	Diff (pre-post)	0.04 (0.48)	-0.25 (0.99)	0.92	.373	

Table 5. Comparisons of Perceived health between Tai Chi and Control Groups

Variables	Tai Chi (n=13)		Cont (n=12)		t	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
Perceived health (Range: 1~4)	Pretest	2.08 (0.86)	2.17 (0.84)	-0.26	.794	
	Posttest	2.53 (0.52)	2.00 (0.85)	1.92	.067	
	Diff (pre-post)	-0.46 (0.78)	0.17 (0.57)	-2.28	.032	

과를 평가한 결과, 타이치 운동군의 당화혈색소가 대조군에 비해 유의하게 감소하였고, 지각된 건강상태는 유의하게 개선된 것으로 나타났다. 그러나 말초신경전달도 점수는 운동 후 개선되는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

본 연구대상자의 평균연령은 65세 이상으로 당뇨병기간이 10년 이상이며 평균 당화혈색소가 7% 이상인 것을 볼 때, 신경병증을 비롯하여 고혈압과 심장질환과 같은 대혈관 합병증 발생이 진행되고 있음을 알 수 있다. 또한 이들은 현재 외래진료를 통해 제2형 당뇨병과 신경병증에 대한 약물요법을 받으면서 자가 식이요법 및 운동요법을 병행하고 있었다. 이에 대상자의 당화혈색소는 실험군의 경우 평균 7.78%, 대조군의 경우 8.05%를 보여 심각한 수준은 아니었으나, 개인별로는 최소 7.1%에서 최대 9.5%까지 분포를 나타내어 당뇨병자에게 엄격한 혈당 조절이 이루어지지 않음을 알 수 있다. 이는 아마도 대상자의 평균연령이 65세이기 때문에, 대상자 스스로 강력한 약물요법을 통해 당뇨병을 엄격히 조절하기 보다는 현재 혈당수준의 유지 및 합병증 발생 예방을 질병관리 목표로 두고 있기 때문이라 생각된다. 3개월간의 규칙적인 타이치 운동은 당뇨병자의 당화혈색소를 .24% 감소시켜 기존에 발표된 타이치의 혈당조절 효과(Hung et al., 2009; Song et al., 2009)를 지지하였다. 타이치와 같은 저-중등도 운동이 에너지를 소모하여 고혈당을 낮추고 인슐린저항을 감소시켜 단기 혈당조절 지표인 당화혈색소를 감소시킨 생리적 기전을 확인한 셈이다. 하지만 작은 표본크기로 인한 검정력 부족을 보완하기 위해서 충분한 표본크기를 갖춘 연구가 요구되며, 공복혈당 역시 혈당조절의 지표로서 측정하여 평가할 필요가 있다.

말초 신경전달도는 타이치 운동중재 후 개선의 경향은 보였으나 집단 간 차이는 없었다. 당뇨병 환자에게 신경전달도 개선효과를 평가한 문헌을 살펴보면, Richerson과 Rosendale (2007)의 연구에서는 당뇨병으로 발 감각 상실이 있는 당뇨 노인에게 6개월간 타이치 운동을 적용하였을 때 당뇨병자의 족저 감각능력과 균형감을 향상시켰다. 그리고 타이치 수련가는 비수련가에 비해 균형감이 좋고(Tsang, Wong, Fu, & Hui-Chan, 2004), 근력이 좋고(Wu, Zhao, Zhou, &

Wei, 2002), 고유감각점수(Xu, Hong, Li, & Chan, 2004)가 높게 나타났다. 이런 연구결과를 바탕으로 하여, 본 연구팀은 타이치가 신경병증을 가진 당뇨병 환자에게 유의한 효과를 가질 것이라 가정하였다. 최근에 발표된 Hung 등(2009)의 연구에서는 제2형 당뇨병환자와 일반인에게 12주간 타이치를 적용한 후 집단 간 신경전달 속도를 비교한 결과, 타이치 운동군에서는 공복혈당 감소와 함께 양측 정중신경과 비골신경의 운동신경전달속도가 유의하게 개선된 반면, 일반인에서는 그 효과가 나타나지 않았다. 그러나 본 연구는 신경병증을 가진 대상자에게 운동을 통한 말초 신경전달점수의 개선을 확인하는데 실패하였다. 이는 신경병증을 가진 대상자의 신경전달도를 개선하기 위해서는 중등도 운동을 통한 혈당감소가 일어나고, 감소된 혈당이 미세순환을 개선하여 신경전달도가 개선된다는 생리적 기전이 일어나야 하는데, 타이치 운동이 혈당 조절 효과는 나타냈으나 신경전달도를 개선하는 데에는 그 효과가 미약했던 것으로 보인다. 신경병증의 진행은 당뇨병기간과 중증도에 달려있는데, 대상자별 유병기간이 길수록 중증도가 심할수록 신경병증의 정도는 심각하다(Tesfaye et al., 2005). 비록 본 연구대상자는 당뇨병에 대한 약물치료가 병행되고 있어 당화혈색소 수치가 높지 않았지만(평균 7.8%), 당뇨병기간이 길고 신경병증을 갖고 있어 질병중증도가 높았기 때문에 신경전달도의 개선이 어려웠으리라 생각된다. 반면, Hung 등(2009)은 신경병증이 없는 경구혈당강하제 복용중인 당뇨병자를 연구대상으로 하였기에 신경전달도의 회복이 상대적으로 쉬운 그룹 특성을 가졌다는 점에서 본 연구와 차이가 있다고 생각한다. 또한 본 연구는 말초 신경전달도 측정방법이 주관적 신경병증 점수와 객관적 신체사정 점수로 평가한 반면, Hung 등(2009)은 정밀한 생리적 측정방법을 통하여 신경부위별 운동신경 및 감각신경 전달속도와 강도를 평가하였기에 타이치 운동의 신경계 개선 효과를 입증할 수 있었으리라 생각된다. 따라서 추후 연구에서는 신경전달효과를 보다 객관적으로 파악할 수 있는 측정기기의 사용이 요구된다.

두 집단의 지각된 건강상태는 사전조사에서 평균 2점으로 '나쁘다' 수준으로 나타났고, 타이치 운동군이

대조군에 비해 건강상태 인식이 개선된 것으로 나타났다. 이는 타이치 운동이 신체적 및 정신적 안녕에도 긍정적인 영향을 미친다는 연구(Taylor-Piliae, Haskell, Waters, & Froelicher, 2006)와 일치하는 결과이다. 하지만 적은 폭의 건강인식 개선을 보인 이유는 아마도 실험군과 대조군의 평균연령이 65세라는 점과 당뇨병 유병기간이 평균 15년인 점을 고려할 때 운동중재 참여 후에도 당뇨병 질환을 계속 치료받고 조절해야한다는 특성으로 인해 그 변화정도가 미세한 것으로 보인다.

본 연구결과는 다음과 같은 연구의 제한점을 고려하여 해석해야한다. 우선 무작위 배정을 하지 못했기 때문에 두 집단 간 내재되어 있는 혼동변수를 통제하지 못했다. 이를 보완하기 위해 임의배정된 두 집단의 사전값을 동질성검사 한 결과 일반적 특성과 주요변수 간에 유의한 차이를 보이지 않았고, 사전조사 차이를 통제하기 위해 사후 집단비교에서 차이값 평균을 사용하였지만, 무작위배정에서 얻을 수 있는 통제 효과에는 제한이 있다. 둘째, 본 연구는 신경병증을 가진 당뇨환자에게 타이치 운동의 말초 신경전달도 개선효과를 평가하는 실험연구를 시도하였다는 점에서 의의는 있으나, 대상자의 높은 탈락률로 인해 계획된 표본크기보다 대상자 수가 감소되어 연구의 검정력이 낮아졌다. 이에 탈락군과 연구참여군의 특성을 비교분석한 결과, 탈락군은 연구참여군에 비해 대상자 연령이 낮았고, 직장을 더 많이 갖고 있었다. 즉 젊고, 직장이 있는 당뇨질환자의 경우 직장 회식이나 야근과 같은 활동이 계속되어 주 2회 운동참석을 어렵게 하였다. 또 탈락군은 연구참여군에 비해 자신의 건강상태가 좋다고 인식하는 사람이 더 많았고, 경구혈당강하제를 복용하는 사람이 더 많았다. 이러한 요소는 대상자 스스로 연구참여에 대한 필요성 인식과 운동참여에 대한 동기화를 낮추는데 기여하여 연구프로그램 초반에 탈락률이 높았던 것으로 보인다. 따라서 제2종 오류를 감소시키기 위해 충분한 표본을 확보하여 추후 연구를 시행할 필요가 있다. 또한 추후 연구에서도 대상자의 탈락률 감소를 위한 효과적인 대상자 관리전략을 마련해야 한다. 예를 들면, 대상자 스스로 만성질환을 관리하기 위해 규칙적인 운동에의 참여 중요성을 인식하고 실천할 수 있도록 운동-자기

효능감을 증진시키는 간호교육 전략 및 자가간호활동양상을 평가하여 개선된 건강행위를 보일 경우 이를 위한 보상체계를 적극 활용할 필요가 있겠다. 추가로 본 연구에서 개발 제안하는 프로그램의 효과 검증을 통해 병원 외래나 지역사회 건강증진센터(예: 보건소)에서 만성질환자 관리를 위한 운동중재로서 타이치 운동을 적용할 수 있을 것이다.

결 론

본 연구는 신경병증을 가진 제2형 당뇨병 환자 25명(실험군 13명, 대조군 12명)을 모집하여 실험군에는 12주간 타이치 운동프로그램을 제공하고, 12주 후 두 집단간 당화혈색소, 신경병증선별점수 및 지각된 건강상태에 대한 개선 효과를 평가하였다. 연구결과 타이치 운동군의 당화혈색소 감소폭이 대조군에 비해 유의하게 크게 나타났고, 지각된 건강상태는 유의하게 개선된 것으로 나타났다. 그러나 신경병증선별점수는 개선 경향은 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 즉 당뇨타이치 운동프로그램이 혈당조절과 건강상태 개선에 효과적인 프로그램이라 할 수 있다. 추후 연구에서는 충분한 표본크기를 확보하여 혈당조절 효과를 공복시 혈당지표를 포함하여 평가하고, 의료기기를 이용한 보다 객관적이고 정확한 신경전달도를 평가하여 타이치 운동의 신경전달도를 재평가할 필요가 있겠다.

References

- Cho, S. J., Chun, A. J., Chang, J. Y., Ha, H. B., & Wo, J. I. (2004). Effects of qigong therapy in peripheral neuropathy with type II diabetic patients. *Journal of Traditional Chinese Medicinal Literature*, 4, 52-55.
- Choi, H. Y., Do, H. J., Oh, S. W., Lym, Y. L., Choi, J. K., Joe, H. J., et al. (2007). The validity of Michigan Neuropathy Screening Instrument as a screening test and risk factors for diabetic peripheral neuropathy. *The Korean Academy Family Medicine*, 28(8), 610-615.
- Cohen J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Philadelphia: Lawrence Erlbaum.

- Devlin, J. T., Hirshman, M., Horton, E. D., & Horton, E. S. (1987). Enhanced peripheral and splanchnic insulin sensitivity in NIDDM men after single bout of exercise. *Diabetes*, 36(4), 434-439.
- Hung, J. W., Liou, C. W., Wang, P. W., Yeh, S. H., Lin, L. W., Lo, S. K., et al. (2009). Effect of 12-week tai chi chuan exercise on peripheral nerve modulation in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41(11), 924-929.
- Im, G. J., & Choi, J. W. (2007). *Analysis of the OECD health data 2006*. Research Institute for Health Care Policy. Seoul: Korea Medical Association.
- Jeong, I. S., Lee, H. J., & Kim, M. H. (2007). The effect of the taeguk gi-gong exercise on insulin resistance and blood glucose in patients with type II diabetes mellitus. *Journal of Korean Academy of Fundamental Nursing*, 14(1), 44-52.
- Korean Association of Internal Medicine. (2006). *Harrison's Internal Medicine* (16th ed.). Korean Association of Internal Medicine: Seoul.
- Lam, P. (2000). *How does Tai Chi improve health and arthritis?* Retrieved January, 1, 2007, from www.taichiproductions.com.
- Lam, P., Dennis, M. S., Diamond, H. T., & Zwar N. (2008). Improving glycaemic control in type 2 diabetes: The effectiveness of tai chi. *Australian Family Physician*, 37(10), 884-7.
- Lan, C., Chen, S. Y., Lai, J. S., & Wong, M. K. (1999). The effect of Tai Chi on cardiorespiratory function in patients with coronary artery bypass surgery. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 31(5), 634-638.
- Liu, X., Miller, Y. D., Burton, N. W., & Brown, W. J. (2008). A preliminary study of the effects of Tai Chi and Qigong medical exercise on indicators of metabolic syndrome, glycaemic control, health related quality of life, and psychological health in adults with elevated blood glucose. *British Journal of Sports Medicine*, Oct 16. [Epub ahead of print]
- Lloyd, C. E., & Orchard, T. J. (1999). Physical and psychological well-being in adults with Type 1 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 44(1), 9-19.
- Matsumoto, Y., Ohno, H., Noguchi, I., Kikuchi, Y., & Kurihara, T. (2006). Disturbance of microcirculation due to unhealthy lifestyle: Cause of type 2 diabetes. *Medical Hypotheses*, 66(3), 550-553.
- National Health Insurance Corporation (2007). *Cost-effectiveness analysis of health examination for type II diabetes*. Retrieved August, 1, 2008, from http://www.nhic.or.kr/portal/site/main/menuitem.f28fb65c6a0dcd1e56f6efa7062310a0/
- Nielsen, P. J., Hafdahl, A. R., Conn, V. S., Lemaster, J. W., & Brown, S. A. (2006). Meta-analysis of the effect of exercise interventions on fitness outcomes among adults with type 1 and type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 74(2), 111-120.
- Richardson, J. K. (2002). Factors associated with falls in older patients with diffuse polyneuropathy. *Journal of American Geriatric Society*, 50(11), 1767-1773.
- Richerson, S., & Rosendale, K. (2007). Does Tai Chi improve plantar sensory ability? A pilot study. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 9(3), 276-286.
- Song, R., Lee, E. O., Bae, S. C., Ahn, Y. H., Lam, P., & Lee, I. (2007). Effects of Tai Chi self-help program on glucose control, cardiovascular risks, and quality of life in Type II diabetic patients. *Journal of Muscle Joint Health*, 14(1), 13-25.
- Song, R., Ahn, S., Roberts, B., Lee, E., & Ahn, Y. H. (2009). Adhering to a 'tai chi program to improve glucose control and quality of life for individuals with type 2 diabetes. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 15(6), 627-632.
- Taylor-Piliae, R. E. (2003). Tai Chi as an adjunct to cardiac rehabilitation exercise training. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 23(2), 90-96.
- Taylor-Piliae, R. E., Haskell, W. L., & Froelicher, E. S. (2006). Hemodynamic responses to a community-based Tai Chi exercise intervention in ethnic Chinese adults with cardiovascular disease risk factors. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 5(2), 165-174.
- Taylor-Piliae, R. E., Haskell, W. L., Waters, C. M., & Froelicher, E. S. (2006). Change in perceived psychosocial status following a 12-week Tai Chi exercise programme. *Journal of Advanced Nursing*, 54(3), 313-329.
- Tesfaye, S., Chaturvedi, N., Eaton, E. M. S., Ward, D. J., Manes, CD., Ionescu-Tirgoviste, C., et al. (2005). Vascular risk factors and diabetic neuropathy. *The New England Journal of Medicine*, 352(4), 341-350.
- Tsujiuchi, T., Kumano, H., Yoshiuchi, K., He, D., Tsujiuchi, Y., Kuboki, T., et al. (2002). The effect of Qi-gong relaxation exercise on the control of type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled

- trial. *Diabetes Care*, 25(1), 241-242.
- Tsang, W.W., Wong V. S., Fu S. N., & Hui-Chan C. W. (2004). Tai Chi improves standing balance control under reduced or conflicting sensory conditions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(1), 129-37.
- Wang, C., Collet, J. P., & Lau, J. (2004). The effect of Tai Chi on health outcomes in patients with chronic conditions: A systematic review. *Archives Internal Medicine*, 164(5), 493-501.
- Wu, G., Zhao F., Zhou X., & Wei L. (2002). Improvement of isokinetic knee extensor strength and reduction of postural sway in the elderly from long-term Tai Chi exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(10), 1364-1369.
- Xu, D., Hong, Y., Li, J., & Chan, K. (2004). Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 50-54
- Yeh, S. H., Chuang, H., Lin, L. W., Hsiao, C. Y., Wang, P-W., & Yang, K. D. (2007). Tai Chi Chuan exercise decreases A1C levels along with increase of regulatory T-cells and decrease of cytotoxic T-cell population in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care*, 30(3), 716-718.