

낙상 위험요인에 대한 타이치 운동 효과의 메타분석

박문경 · 송라운

충남대학교 간호대학

Effects of Tai Chi on Fall Risk Factors: A Meta-Analysis

Park, Moonkyoung · Song, Rhayun

College of Nursing, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Purpose: This study was done to analyze the effects of Tai Chi on fall-related risk factors through meta-analysis of randomized clinical trials published in English and Korean between 2000 and 2010. **Methods:** Using health related database and hand search of references and Google, 28 randomized studies were collected from doctoral dissertation and published peer reviewed articles. The Comprehensive Meta-analysis version 2.0 was used for the analysis. **Results:** The effect sizes for Tai Chi for 3 months were significant with ES=0.54 for static balance, ES=0.24 for dynamic balance, ES=0.69 for balance measured by scale, and ES=0.40 for flexibility, ES=0.48 for muscle strength, ES=0.71 for ADL, and ES=0.37 for fear of falling. Also, the effect sizes of Tai Chi for 6 months were significant for most fall-related variables. The 6 month data for flexibility was not analyzed since only one study was published. **Conclusion:** The analysis of studies of randomized clinical trials indicate that Tai Chi is effective in improving balance, flexibility, muscle strength, activities of daily living, and fear of falling when applied for 3 or 6 months. The findings provide the objective evidence to apply Tai Chi as a fall preventive intervention.

Key words: Tai Chi, Meta-analysis, Fall, Risk factors

서론

1. 연구의 필요성

낙상은 생의 모든 주기에 걸쳐 발생할 수 있으나 노인들에게 더 흔하게 발생하는 사고이다(World Health Organization, 2012). 골절이나 뇌손상의 원인이 될 수 있는 낙상은 노인의 생명과 삶의 질을 위협하고 의료비를 증가 시킬 수 있기 때문에 심각한 노인 건강 및 사회·경제적 문제이다(Health Insurance Review & Assessment Service, 2012).

낙상은 안전한 움직임을 방해하는 신체적, 심리적, 환경적인 여러

위험 요인들에 의해 몸의 위치보다 낮은 곳으로 넘어지거나, 주저앉거나 바닥에 눕게 되는 것으로 정의된다(Tideiksaar, 2002). 낙상을 유발하는 위험요인으로는 균형감, 근력, 유연성과 보행능력의 저하, 시력감소와 관절염과 같은 일상활동 장애를 초래하는 신체적 요인을 비롯하여 이전의 낙상 경험이나 보행 보조기구의 사용, 정신과 약물복용과 인지능력 저하, 우울 등 심리적 요인들이 제시되고 있다(American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, & American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention, 2001). 신체적 기능의 감소는 일상생활활동을 제한하고(Stump, Clark, Johnson, & Wolinsky, 1997), 일상생활활동 수행에 어려움을 느끼는 대상자들은 낙상에 대한 두려움이 높아(Scheffer, Schuurmans, van Dijk,

주요어: 타이치, 메타분석, 낙상, 위험요인

* 이 논문은 제1저자 박문경의 박사학위논문 축약본임.

* This manuscript is a condensed form of the first author's doctoral dissertation from Chungnam National University.

* 본 연구는 2010년 성인간호학회 연구지원사업의 일부 재정적 지원을 받아 시행되었음.

* This study was supported by the research assistance fund of Korean Society of Adult Nursing in 2010.

Address reprint requests to : Song, Rhayun

College of Nursing, Chungnam National University, 266 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 301-747, Korea

Tel: +82-42-580-8331 Fax: +82-42-580-8309 E-mail: songry@cnu.ac.kr

투고일: 2012년 12월 7일 심사완료일: 2012년 12월 29일 게재확정일: 2013년 3월 13일

van der Hooft, & de Rooij, 2008) 결국 활동 수준이 제한된다. 제한된 활동 수준은 다시 신체 기능과 독립적인 생활에 부정적 영향을 미치고 자신감 감소와 회복의 장기화를 초래하게 되는데(Lee, 2008), 이와 같은 여러 가지 신체적, 심리적 문제의 복합적 작용은 낙상의 위험성을 더욱 증가시킨다(Harling & Sompson, 2008). 그렇기 때문에 낙상을 예방하기 위해서는 균형감, 근력, 유연성과 같은 신체적 요인들과 낙상 공포와 같은 심리적 요인의 수정 그리고 신체 기능과 심리적 요인의 통합성 증진을 고려해야만 한다(Wooton, 2010). 이런 위험 요인을 개선하는데 규칙적인 운동이 효과가 있지만 연구들의 설계나 측정 도구가 서로 일치하지 않아 최선의 낙상 예방 운동을 제시하기 어렵다(Carter, Kannus, & Khan, 2001).

타이치 운동은 중국의 전통무술에서 유래된 우아하고 느린 동작의 저강도의 심신 운동중재로서 건강증진에 초점을 둔다. 무릎을 굽힌 자세에서 다양한 동작을 추구하기 때문에 재미가 있고 특정 시설이나 기구가 필요하지 않아 언제라도 쉽게 수행할 수 있으며(Lam, 2000), 대상자의 신체적 장애에 따라 탄력적 적용도 가능하다(Song, Lee, Lam, & Bae, 2003). 타이치 운동은 균형감 향상(Logghe et al., 2010), 근력 강화(Liu, Liu, Zhu, Mo, & Cheng, 2011), 유연성 증진(Song et al., 2003), 일상생활활동의 수행(Fransen, Nairn, Winstanley, Lam, & Edmonds, 2007)을 비롯하여 낙상 공포(Logghe et al.; Rand, Miller, Yiu, & Eng, 2011)를 감소시킴으로서 낙상 예방을 위한 중재로써 추천할 수 있다. 하지만 많은 선행 연구가 타이치 운동의 긍정적인 효과를 보고하고 있음에도 불구하고 일관성 없는 결과를 제시하는 연구도 다수 존재하고 있는데(Low, Ang, Goh, & Chew, 2009), 이는 기존 연구에서 타이치 운동의 중재 형태, 대상자, 실험 환경, 연구 설계 등이 다양하여 낙상 위험요인에 대한 타이치 운동 효과를 통합적으로 확인하기 어렵기 때문이다.

Glass (1976)에 의해 방법론적 정작이 이루어진 메타 분석(meta-analysis)은 단순히 특정 문제의 해결을 위한 나열이나 자료의 정리 차원에서 벗어나 관련된 선행 연구들의 결과를 통계적으로 종합하고 연구자의 주관에 배제함으로써 신뢰도와 통계적 검정력이 높은 결론을 얻을 수 있다. 특히, 무작위 실험연구 논문을 대상으로 분석하였을 때 메타분석 결과는 처치효과를 규명하는데 신뢰도가 높고 연구 결과를 통해 보편적 이론을 추구할 수 있다는 점에서 연구 결과의 일반화 가능성도 높일 수 있다. 또한, 처치효과를 선행 연구의 특성별로 구분하여 객관적 비교를 할 수 있어 다양한 임상상황에서 실제 적용할 수 있는 중재 프로그램을 개발하는 것도 가능하다(Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009).

이런 관점에서 낙상 위험요인에 대한 타이치 운동 효과를 통계적 메타 분석을 통해 객관적으로 규명함으로써 중재의 근거를 확보하기 위한 노력이 필요하다. 기존 문헌에서 낙상 위험요인에 대한 타이

치 운동 효과에 대해 체계적 문헌 고찰(Low et al., 2009)과 메타 분석(Gillespie et al., 2012; Liu et al., 2011; Logghe et al., 2010) 결과가 일부 제시되고 있다. Logghe 등(2010)은 무작위 실험 연구를 대상으로 50세 이상 대상자에게 적용한 타이치 운동의 낙상 예방 효과를 메타 분석한 결과 낙상 공포와 정적 균형감에 작은 효과크기가 있었음을 보고하였으나 낙상공포와 균형감 등 두 개 변수만이 분석에 포함되었고 운동 기간에 따른 효과크기의 차이를 고려하지 않았다는 제한점이 있다. Liu 등도 메타 분석을 통해 타이치 운동이 하지 근력 강화 효과가 있음을 보고하였으나 무작위 실험연구 외의 유사실험 연구 결과가 포함되었고, 운동 기간에 대한 고려도 없었다. Gillespie 등은 체계적 문헌 고찰과 메타분석을 통해 타이치가 낙상을 감소시키는데 효과적인 운동으로 보고하였는데 낙상 위험요인에 대한 수정 효과나 운동 기간에 따른 효과 분석이 없어 실제 타이치를 적용하는데 있어서 이론적 근거로 사용하기에 제한점이 있다.

따라서, 본 연구는 문헌에서 낙상과 관련된 대표적인 신체적, 정서적 요인으로 제시되고 있는 균형감, 유연성, 근력, 일상생활활동, 낙상공포를 낙상 위험요인으로 정의하고, 타이치 운동 기간에 따라 효과가 발생하는 시점과 장기적으로 유지되는 효과를 파악하고자 타이치의 유용성 평가에 대한 신뢰도가 높고 중재 효과의 명확한 증거를 제시할 수 있는 무작위 실험 설계 연구(Randomized controlled trial [RCT])를 선택하여 메타 분석을 수행함으로써 타이치 운동기간에 따른 낙상 위험요인 개선 효과에 대한 객관적 근거를 제시하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 낙상 위험요인에 대한 타이치 운동효과를 보고한 무작위 실험연구 논문들을 메타 분석하여 타이치 운동의 중재 기간(3개월 또는 6개월)에 따라 신체적 낙상 위험요인인 균형감(정적 균형감, 동적 균형감, 척도에 의해 측정된 균형감), 유연성, 근력 및 일상생활활동에 미치는 효과 크기와 심리적 낙상 위험요인인 낙상 공포에 미치는 효과 크기를 파악하는 것으로 구체적 목적은 다음과 같다(Figure 1).

첫째, 낙상 위험요인에 대해 타이치 운동을 적용한 논문들의 대상자특성, 타이치 운동 적용기간, 운동강도와 각 변수의 측정방법을 확인한다.

둘째, 낙상 위험요인(균형감, 유연성, 근력, 일상생활활동, 낙상공포)에 대한 타이치 운동의 3개월 적용 후 효과크기를 산출한다.

셋째, 낙상 위험요인(균형감, 유연성, 근력, 일상생활활동, 낙상공포)에 대한 타이치 운동의 6개월 적용 후 효과크기를 산출한다.

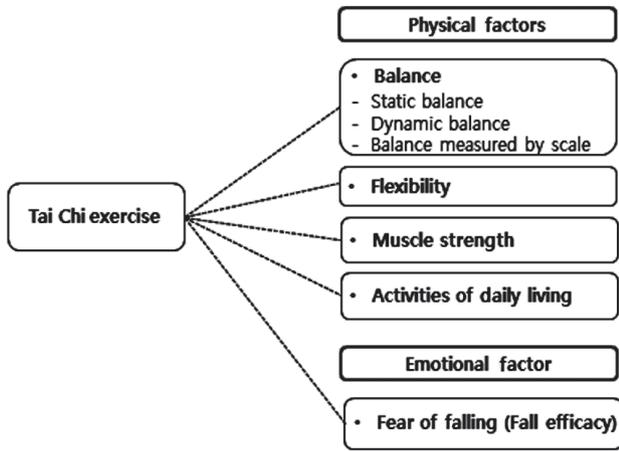


Figure 1. Analysis framework of Tai Chi for fall risk factors.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 메타분석을 통해 타이치 운동의 낙상 위험요인에 대한 효과를 객관적으로 규명하기 위한 메타분석 연구이다.

2. 자료의 선정기준 및 제외 기준

타이치 운동의 낙상 위험요인 수정 효과를 평가하기 위한 메타분석에 포함될 논문의 채택 기준은 1) 무작위 실험설계, 2) 타이치 운동 중재를 최소 8주 이상 적용한 후 운동 효과를 측정한 논문, 3) 타이치 운동만을 중재로 적용한 논문(단, 기공은 포함), 4) 균형감, 유연성, 근력, 일상생활활동 또는 낙상 공포를 측정 변수로 하고 효과 크기 산출을 위해 필요한 최소한의 통계적 수치(예; 평균, 표준편차, 95% 신뢰구간, 평균 변화, 검정 통계량 등)와 대상자 수가 보고된 논문을 선정하였으며, 선정된 논문에 대해 2명 이상의 전문가가 내용분석과 논문의 질평가를 통해 선정기준에 부합되는지 확인하였다. 출판비플림을 최소화하기 위해 출판된 논문뿐만 아니라 학위 논문, 보고서 등을 검색에 포함하였다.

3. 자료 검색 및 채택과정

본 연구는 기존 연구 결과를 분석하는 방법이므로 연구자 소속 기관 생명윤리심의위원회로부터 동의서 제출이 면제되는 신속심사를 받았다(제10-19호). 2000년부터 2010년 사이의 한국어와 영어로 된 국내외 논문을 수집하였다. 검색 기간은 2010년 1월 1일부터 2010년 7월 30일까지로써 논문의 누락을 피하고 같은 검색어 조합

으로 논문을 검색했을 때 그 결과가 동일하지 확인하기 위해 본 연구팀에서 총 3회 시행하였다.

본 연구에서 검색을 위한 주요어는 타이치, 균형감, 유연성, 근력, 일상생활활동 및 낙상 공포이다. 검색은 MESH 용어를 이용하여 불리언 연산자를 사용하였다(예, 'Tai Ji' AND 'postural balance' AND 'randomized controlled trials'). MESH 검색어는 타이치는 'Tai Ji', 균형감은 'postural balance', 유연성은 'pliability', 근력은 'muscle strength, hand strength', 일상생활활동은 'activities of daily living'을 사용하였고, 낙상공포는 관련된 MESH 용어가 없었으므로 'fear of fall, fall efficacy'를 사용하였다. MESH 용어를 지원하지 않는 데이터베이스에서는 검색의 민감도를 높이기 위해 MESH 용어 이외에 타이치는 '타이치, 태극권, Tai Chi, Taiji, T'ai Chi'를, 균형감은 '균형, 안정, 평형, balance, stability, equilibrium'을 사용하였다. 유연성은 '유연성, flexibility, range of motion'을, 근력은 '근력, 악력, muscle strength, hand strength'를, 일상생활활동은 '일상생활활동, activity of daily living, physical function, functional ability', 낙상 공포는 '낙상 공포, 낙상 두려움, 낙상 효능감, fear of fall, fall efficacy'를 사용하였다. 검색은 미국립 의학도서관에서 제시한 COSI (Core, Standard, Ideal) 모델에서 Standard의 검색범위로 하였다. 이유로서 대부분의 타이치 중재 연구가 출판된 것이 더 많을 것으로 여겨지고, 보고된 중재효과가 긍정적인 것과 부정적인 것이 혼재되어 있으며, 누적된 연구 보고가 많아 최근의 이슈로 여겨지지 않았기 때문이다. 데이터베이스는 MEDLINE, CINAHL, PROQUEST, science direct, SCOPUS, Cochrane library, 학술연구정보서비스(KISS), 과학기술정보통합서비스(NDSL), 국회전자도서관, 국립중앙도서관, DBPIA, KOREAMED를 사용하였고 Google scholar와 핵심잡지의 참고 문헌의 수기 검색을 포함하였다. 검색 논문의 채택과정은 PRISMA(Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009)에서 제시한 방법을 참고하였다.

4. 분석 대상 논문의 질 평가

질적 수준이 높은 논문과 낮은 논문이 종합됨으로써 낮은 수준의 연구 방향으로 결론지어질 수 있는 우려를 감소하기 위해 논문의 질을 평가하였다. 질 평가는 Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) (2008)의 무작위 실험설계 평가목록에 의해 평가하였고, 각 논문에 대해 PICO (patient, intervention, comparison and outcome) (Higgins & Green, 2008)를 작성하여 내용 분석 및 평가에 참고하였다. SIGN의 평가도구는 내적 타당도 10문항과 문헌에 대한 전반적 평가 4항목, 그리고 9가지의 연구의 내용을 기술하는 문항으로 구성되어있다. 내적 타당도 항목은 연구 주제와 개념 정의, 무작위 할당, 은폐법(concealment method), 맹검법 시행 및 효과, 실험군과 대

조군의 처치, 변수의 측정법, 통계적 분석 방법 및 보고, 초기 대상자 전수 분석(intention to treat [ITT])의 사용, 탈락율, 혼동변수의 통제를 고려하도록 구성되어 있고 '잘 수행됨', '적절하게 수행됨', '빈약하게 수행됨', '다루어지지 않음', '보고되지 않음', '적용 불가능함'의 6단계로 평가할 수 있다. 문헌에 대한 전반적 평가는 연구의 편의 감소를 위한 노력에 대하여 '+ +, +, -'로 평가하고, 연구 결과 사용에서의 고려할 점을 기술하도록 구성되어 있다. 연구 논문의 내용은 대상자 수, 대상자 특징, 적용된 중재, 대조군에 대한 처치, 추적관찰 기간, 측정된 변수, 연구비지원, 연구문제에 대한 답 제시 등 9가지 항목을 포함하고 있다. 본 연구에서는 내용 평가에서 PICO (Higgins & Green)에서 제시하는 내용에 따라 SIGN의 내용과 중복되지 않는 범위에서 실험군과 대조군의 특성, 중재의 강도 및 제공자, 연구 도구 및 통계적 수치, 분석 내용을 기술하도록 구체적으로 명시함으로써 연구자간에 일관된 평가를 할 수 있도록 구성하였고, 질 평가 도구와 PICO의 논문 분석 틀에 대한 타당도는 간호학 전공교수 3인과 보건 통계학 전공교수 2인에게 검토 받았다. 질 평가는 두 명 이상의 전문가가 독립적으로 평가와 분석을 실시한 후 그 결과를 종합하였고 일치하지 않는 사항은 토의를 통해 일치하는 결과를 도출하였다.

5. 자료 분석 및 통계적 메타분석 과정

타이치 운동의 중재기간에 따른 효과를 분석하기 위해 8주 이상 16주 미만인 경우는 3개월 중재, 16주 이상 32주 이하의 중재는 6개월 중재로 분류하였다. 균형감은 측정 방법이 다양하므로 측정 방법의 특성에 따라 정적 균형감(예, 외발서기), 동적 균형감(예, timed up and go test), 도구에 의해 측정된 정적 및 동적 균형감(예, Berg balance scale)의 3가지 균형감 측정법으로 분류하여 분석하였고, 유연성, 근력, 일상생활활동, 낙상 공포는 분류하지 않았다. 효과 크기 통합, 동질성 검정 및 출판비뮐림의 사정에 대한 통계 분석은 메타분석을 위해 개발된 Comprehensive Meta Analysis (CMA) 2.0 version을 이용하였다. 효과 크기의 부호는 종속변수의 평균치 방향에 따라 일관되게 정하기 위해 점수가 높을수록 좋은 것인 '양(positive)'의 방향으로 일치하였다. 종합적인 효과 크기를 검증하기 이전에 효과 크기가 동일 모집단으로부터 추출된 것인지 확인하기 위해 Q 통계량 ($p > .10$)으로 연구들의 동질성을 검증하였다. 메타 분석의 모델은 효과 크기에 영향을 줄 수 있는 요인들이 각 연구에서 동일하다는 가정 하에 고정효과모형(fixed effects model)을 사용하였다. 효과 크기 (Effect size weighted standardized mean difference)와 95% 신뢰구간을 구하여 $Z(p < .05)$ 값으로 효과 크기의 유의성을 검정하였다. 효과 크기가 이질적으로 나타난 경우에는 이상치(outlier)로 여겨지는 연구를 제외하고 동질성 검사를 반복적으로 실시하였는데 이상치를 제

거했음에도 이질적인 경우에는 변량효과모형(random effect model)에서 효과 크기를 산출하였다(Rothstein, Sutton, & Borenstein, 2005). 한 측정 변수를 복수의 방법으로 측정하여 결과를 보고한 경우에는 연구의 대표 효과 크기를 평균 효과 크기로 하였다(Borenstein et al., 2009). 효과 크기 해석은 0.2는 작은 효과 크기, 0.5는 중간 효과 크기, 그리고 0.8 이상은 큰 효과 크기로 하였다(Cohen, 1977).

수집된 자료들이 대부분 기 발표된 것들에 의존함으로써 미발표 논문의 결과를 수집하는데 실패함으로써 메타분석의 연구 결과를 그릇되게 사용할 수 있는 경우(File drawer 문제)를 비롯한 출판비뮐림을 사정하기 위해 두 가지 통계적 출판비뮐림 사정 방법을 사용하였다. 첫째는 '절삭과 채움 방법(Trim & Fill method)'을 사용하였다. 이 방법은 funnel plot에서 효과 크기의 분포를 확인하는 방법으로 균등한 분포를 보인 경우에는 출판비뮐림이 없는 것으로 판단할 수 있다. 균등하지 못한 분포를 보인 경우에는 가상의 연구 결측값을 넣어 보정하게 되는데 보정 이후에 효과 크기의 변화가 <10%이면 출판비뮐림이 없는 것으로 판단할 수 있다(Sutton, Duval, Tweedie, Abrams, & Jones, 2000). 두 번째 방법은 고정효과모형에서 확인할 수 있는 안전 계수(fail-safe number [N_{fs}]) 산정이다. 이 방법은 종합적 치료 효과 크기가 유의하지 않은 것으로 나타나기 위해 숨겨진 연구들이 얼마나 더 필요한지 계산하는 방법으로 본 연구에서는 Orwin (1983)의 방법에 의해 계산하였다. 자명 효과(trivial effect)가 0.20, 결측 연구 효과(missing study effect)가 0인 상황에서 효과 크기 값은 0.20 미만으로 만들기 위해 필요한 연구의 수로 확인하였다. 하지만 안전 계수는 '충분히 크다'라고 판단할 수 있는 기준이 보편적으로 $5n + 10$ (n = 분석에 포함된 연구의 수) 이상이어야 하고 통계적 모델이 없다는 제한점이 있으므로 두 방법을 모두 고려하여 출판비뮐림을 평가하였다.

연구 결과

1. 문헌의 채택 과정

분석 대상 문헌의 채택은 PRISMA (Moher et al., 2009)에서 권고하고 있는 보고방식을 참고하여 수행하였다. 검색어의 조합으로 데이터베이스에서 검색된 논문의 총 편수는 균형감 2,240편, 유연성 664편, 근력 498편, 일상생활활동 1,106편, 낙상공포 220편이었고 Google scholar에서는 균형감 3,510편, 유연성 1,690편, 근력 1,960편, 일상생활활동 5,492편, 낙상공포 3,510편이 조회되었다. 중복 조회된 연구, 연구 설계가 무작위 실험 설계가 아닌 연구, 본 연구 목적에 맞는 검색어가 포함되지 않은 연구들을 제외한 후 전문을 평가하기 위해 선택된 논문의 수는 균형감 43편, 유연성 18편, 근력 19편, 일상생활활동 24편, 낙상공포 21편이었다. 전문 평가 대상 논문을

질 평가도구와 PICO를 이용해 분석한 결과 균형감 25편, 유연성 12편, 근력 8편, 일상생활활동 12편, 낙상공포 16편이 메타분석에 적합하지 않는 논문으로 제외 대상이 되었고, 최종적으로 균형감 18편, 유연성 6편, 근력 11편, 일상생활활동 12편, 낙상공포 5편이 분석에 적합한 논문으로 선택되었다(Figure 2).

선택된 논문들의 질 평가를 위해 SIGN (2008)에서 제시한 평가기준에 따라 무작위 실험 연구 설계로서 적절한지 평가하였는데, 모든 연구에서 연구 주제와 개념정의는 명확하게 기술되었다. 4편의 연구에서 무작위 배정법을 보고하지 않았고 8편의 연구에서 맹검법의 사용에 대한 보고가 명확하지 않았다. 은폐법의 사용을 보고하지 않은 경우가 20편이었고, 초기 대상자 전수 조사방법(ITT)을 사용한 경우는 12편이었다. 대상자 간의 동질성은 한 편의 연구를 제외하고 동질한 것으로 보고하였다. 실험군과 대조군은 타이치 운동 제공 여부의 차이만이 존재하였고 1편의 연구를 제외하고 사용된 측정 도구는 신뢰도와 타당도가 확보된 것을 사용하였다. 대상자의 탈락율은 10-40% 내외였다(Table 1).

전반적인 논문의 질은 대부분 높은 것으로 판단되었고, 논문의 질적 수준이 메타분석 결과에 미치는 영향을 분석하기에 각각의

낙상 위험요인에 대한 논문의 수가 충분하지 않았으므로 본 연구에서는 논문의 질적 수준에 따른 효과크기는 계산하지 않았다.

2. 낙상 위험요인에 대한 타이치 적용 연구의 특성

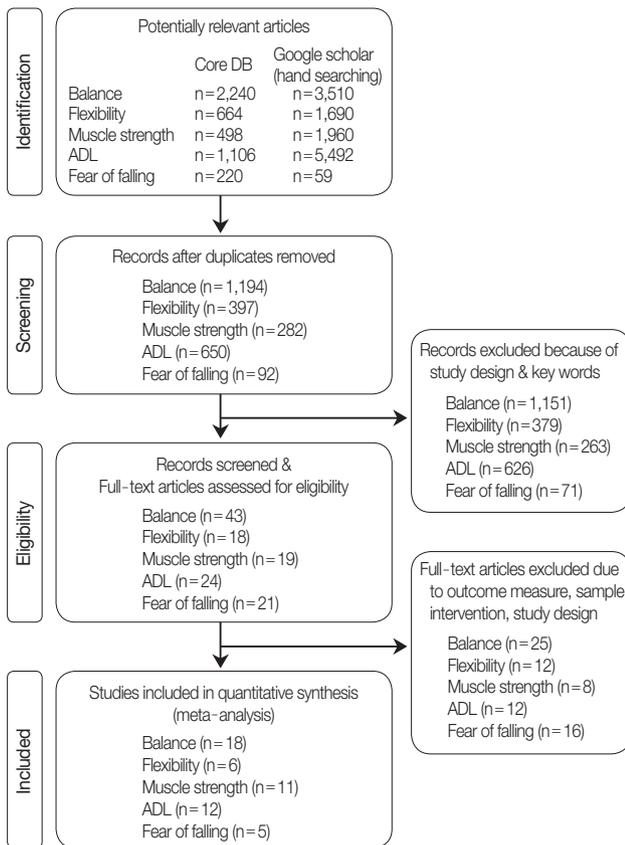
1) 신체적 낙상 위험요인에 대한 타이치 적용 연구의 특성

타이치 운동 중재 후 균형감 변화를 측정된 연구는 총 18편으로 출판된 논문 17편과 미출판 박사학위논문 1편이 포함되었다. 각각의 연구에서 보고한 대상자의 평균 연령은 모두 60세 이상이었다. 대상자 특성은 건강한 노인 10편, 낙상 위험도가 높거나 만성질환자인 경우가 8편이었다. 운동 중재 기간은 8주에서 12개월이었고 중재 강도는 주 1회에서 7회이었다. 측정 방법은 정적, 동적 및 정적과 동적 균형감이 혼합된 도구 측정 균형감으로 구분해 볼 수 있는데 정적 균형감을 측정하는 방법으로 '외발서기'와 'tandem 서기'가 포함되었고, 동적 균형감을 측정하는 방법으로 'tandem 걷기', 'timed up and go', 'functional reach test'가 포함되었다. 혼합 측정 균형감을 측정하는 방법으로는 'Berg Balance Scale', 'Performance Oriented Mobility Assessment', 'Physical Performance Scale' 등이 포함되었다.

유연성의 변화를 측정된 연구는 총 6편의 출판된 논문이었다. 건강한 노인을 대상으로 한 연구가 3편, 관절염과 같은 만성질환자를 대상으로 한 연구가 3편이었다. 운동 중재 기간은 8주에서 6개월 동안 적용되었고 중재 강도는 주 1회에서 7회이었다. 유연성 측정은 관절 각도계를 이용하여 어깨, 무릎 또는 대퇴의 관절가동범위를 측정된 것과 바닥에 앉거나 의자에 앉은 상태, 또는 서 있는 상태에서 허리를 구부려 손끝과 발끝 또는 바닥까지의 거리를 측정하는 체전 굴 측정법이 사용되었다.

근력의 변화를 측정된 연구는 총 11편이었는데 10편의 출판된 논문과 1편의 미출판 박사학위논문이 포함되었다. 건강한 노인을 대상으로 한 연구가 4편이었고, 낙상 위험도가 높거나 만성질환자를 대상으로 한 연구가 7편이었다. 운동 중재 기간은 10주에서 6개월 동안 적용되었고 중재 강도는 주 1회에서 4회이었다. 근력은 상지 근력, 하지 근력, 그리고 체간 근력이 측정되었는데 상지 근력은 악력을 측정하였고, 하지 근력은 대퇴사두근력, 무릎근력 또는 의자에서 일어서는 횡수를 측정하였으며 체간 근력은 복근력과 배근력을 측정하였다.

일상생활활동의 수준의 변화를 측정된 연구는 총 12편이었고, 출판된 논문 11편과 미출판 박사학위논문 1편이 포함되었다. 건강한 노인을 대상으로 한 연구가 4편이었고 낙상 위험도가 높거나 만성질환자를 대상으로 한 연구가 8편이었다. 운동 중재 기간은 8주에서 6개월 동안 적용되었고 중재 강도는 주 1회에서 4회이었다. 일상생활활동 변화의 측정은 Western Ontario and McMaster Univer-



ADL=Activities of daily living.

Figure 2. Flow diagram of study selection process.

Table 1. Characteristics of Included Studies in Meta-Analysis: Tai Chi for Fall Risk Factors

Author (year)	Participant	Mean age (sample size) Tai Chi (n) Control (n)	Intensity (min./session/duration)	Measure point	Balance (n = 18)		Flexibility (n = 6)		Muscle strength (n = 11)	ADL (n = 12)	Fear of falling (n = 5)	Random assign	Tester blindness concealed	Quality assessment			
					Static	Dynamic	Scale	Scale						Allocation	Intention to treat	Groups similar	Quality evaluation
1 Adler (2007)	OA	70.8 ± 8.0 (8)	72.8 ± 5.4 (6)	60/1/10 w	0/11 w	POMA		Grip	OARS			Yes	not report	Yes	Yes	+	
2 Audette (2006)	HE	71.5 ± 4.6 (11)	71.3 ± 4.4 (8)	60/3/12 w	0/12 w	OLS	ROM/Stt & reach	Grip/Knee extensor				Yes	not report	No	Yes	++	
3 Au-Yeung (2009)	Stroke	61.7 ± 10.5 (59)	65.9 ± 10.7 (55)	60/1/12 w	0/12 w	TUG						Yes	not report	not report	Yes	++	
4 Brisem?e (2007)	KOA	70.8 ± 9.8 (22)	68.8 ± 8.9 (19)	40/3/12 w	0/12/18 w				WOMAC			Yes	not report	No	Yes	++	
5 Burgener (2008)	Dementia	77.9 ± 7.9 (24)	76.0 ± 8.1 (19)	60/3/40 w	0/20/40 w	OLS	BBS					Yes	not report	not report	No	Yes	+
6 Dechamps (2010)	HE	83.0 ± 8.6 (49)	80.9 ± 10.1 (56)	30/4/6 m	0/3/6 m	OLS	TUG	Grip/Chair rise test	ADL			Yes	not report	Yes	Yes (except ADL)	++	
7 Faber (2006)	FE	84.4 ± 6.4 (78)	84.9 ± 5.9 (91)	90/2/20 w	0/20 w	PPS/POMA			GARS			Yes	Yes	Yes	Yes	++	
8 Frye (2007)	HE	69.2 ± 9.26 (23)	69.2 ± 9.26 (21)	60/3/12 w	0/12 w	TUG		Sit & reach test	FAS			Yes	not report	not report	No	Yes	++
9 Heckney (2008)	Parkinson	64.9 ± 8.3 (13)	62.6 ± 7.2 (13)	60/2/13 w	0/13 w	OLSTIS	TUG					Yes	not report	No	Yes	++	
10 Huang (2010)	HE	71.8 ± 0.05 (31)	71.5 ± 1.01 (47)	40/3/5 m	0/5 m	FRT/TUG			WOMAC			Yes	not report	not report	No	Yes	++
11 Lee (2009)	KOA	70.2 ± 4.8 (29)	66.9 ± 6.0 (15)	60/2/8 w	0/8 w							Yes	Yes	Yes	Yes	++	
12 Li (2001)	HE	72.8 ± 4.7 (46)	72.7 ± 5.7 (39)	60/2/24 w	0/12/24 w				SF-20			Yes	not report	No	Yes	+	
13 Li, Fisher (2005)	HE	76.9 ± 4.7 (125)	78.0 ± 5.1 (131)	60/3/6 m	0/3/6 m	OLS	FRT/TUG			SAFE/ABC		Yes	Yes	Yes	Yes	++	
14 Li, Harmer (2005)	HE	76.9 ± 4.7 (125)	78.0 ± 5.1 (131)	60/3/6 m	0/3/6 m	OLS						Yes	Yes	Yes	Yes	++	
15 Li (2008)	HE	64.9 ± 3.2 (22)	65.6 ± 3.5 (18)	60/4/16 w	0/16 w	OLSTIS						Yes	not report	not report	No	Yes	+
16 Logghe (2009)	FE	77.5 ± 4.7 (138)	76.8 ± 4.6 (131)	60/2/13 w	0/3/6 m	BBS			GARS	FES		Yes	Yes	not report	Yes	Yes	++
17 Musitan (2006)	Breast ca.	52.0 ± 9.0 (11)	52.0 ± 9.0 (10)	60/3/12 w	0/12 w			Shoulder ROM				Yes	Yes	Yes	Yes	++	
18 Ni (2010)	KOA	62.9 ± 2.8 (14)	63.5 ± 2.9 (15)	40/2 - 4/24 w	0/24 w				WOMAC			Yes	Yes	Yes	No	Yes	++
19 Sattin (2005)	FE	80.4 ± 3.1 (108)	80.5 ± 3.2 (109)	60/2/48 w	0/4/8 m					ABC/FES		Yes	Yes	Yes	No	Yes	++
20 Song (2003)	OA	64.8 ± 6.0 (22)	62.5 ± 5.6 (21)	60/3/12 w	0/12 w	OLS		Knee flexibility	WOMAC			Yes	not report	No	Yes	++	
21 Song (2009)	OA	62.4 ± 7.6 (30)	59.9 ± 7.8 (39)	60/1/6 m	0/6 m	OLS		Sit & reach test				Yes	not report	No	Yes	++	
22 Song (2010)	OA	63.03 ± 7.3 (30)	61.2 ± 7.9 (35)	60/1/6 m	0/6 m			Knee ms/endurance		SAFE		Yes	not report	No	Yes	++	
23 Tsang (2007)	Diabetes	66.0 ± 8.0 (18)	65.0 ± 8.0 (20)	60/2/16 w	0/16 w	OLS	Tandem walk	Knee ext/endurance				Yes	Yes	Yes	Yes	++	
24 Wang (2008)	RA	48 ± 10 (10)	51 ± 17 (10)	60/2/12 w	0/12 w			Grip strength	HAQ			Yes	not report	Yes	Yes	++	
25 Wang (2009)	KOA	63.0 ± 8.1 (20)	68.0 ± 7.0 (20)	60/2/12 w	0/12/24 w				WOMAC			Yes	Yes	Yes	Yes	++	
26 Wolf (2006)	HE	81.0 ± 6.4 (122)	80.8 ± 5.9 (121)	60/2/48 w	0/8/12 m	FRT						Yes	not report	No	Yes	++	
27 Yang (2007)	HE	79.6 ± 8.8 (39)	79.3 ± 7.6 (29)	60/3/6 m	0/2/6 m	OLS		Chair stand test				Yes	not report	Yes	Yes	++	
28 Zhang (2005)	HE	70.2 ± 3.6 (24)	70.6 ± 4.7 (23)	60/7/8 w	0/8 w	OLS		Trunk flexion test		FES		Yes	not report	not report	No	Yes	+

FE = Fall elderly; HE = Healthy elderly; OA = Osteoarthritis; AS = Ankylosing spondylitis; BBS = Berg balance scale; FRT = Functional reach test; OLS = One leg stance; POMA = Performance oriented mobility assessment; PPS = Physical performance scale; TS = Tandem stance; TUG = Timed up and go test; ROM = Range of motion; ADL = Activities of daily living; FAS = Functional ability scale; GARS = Groningen activity restriction scale; HAQ = Health assessment questionnaire; OARS = Older American resource survey; WOMAC = Western Ontario and McMaster University osteoarthritis index questionnaire; ABC = Activities-specific balance confidence scale; FES = Fall efficacy scale; SAFE = Survey of activities and fear of falling in the elderly; MS = Muscle strength; Italic = No report about method of random assignment.

city Osteoarthritis Index questionnaire (WOMAC)의 하위 영역 중 '신체적 기능'의 문항, Groningen activity restriction scale (GARS), ADL index, Functional ability scale (FAS), Health assessment questionnaire (HAQ), Older American Resource Survey (OARS), SF-20의 하위 영역인 '신체적 기능' 문항을 측정 도구로 사용하였다(Table 1).

2) 심리적 낙상 위험요인에 대한 타이치 적용 연구의 특성

낙상 공포 또는 낙상 효능감을 측정하여 보고한 연구는 5편이었다. 건강한 노인을 대상으로 한 연구가 2편, 낙상 위험도가 높거나 만성질환자를 대상으로 한 연구가 3편이었다. 운동 중재 기간은 8주에서 48주까지 적용되었고 중재 강도는 주 1회에서 7회이었다. 낙상 공포의 변화 측정은 낙상에 대한 두려움을 측정하는 'Survey of activities and fear of falling in the elderly (SAFFE)'와 낙상 없이 활동할 수 있다는 자신감을 측정하는 낙상 효능감의 측정도구인 'Fall efficacy scale (FES)', 'Activities-specific balance confidence scale (ABC scale)'이 사용되었다(Table 1).

3. 낙상 위험요인에 적용된 타이치 운동의 효과

낙상 위험요인에 대한 타이치 운동의 효과 크기와 출판비플립 사정 결과는 Table 2와 같다.

1) 신체적 낙상 위험요인에 대한 타이치 운동 3개월의 효과 크기

타이치 운동을 3개월간 적용한 후 신체적 낙상 위험요인에 대한 효과 크기는 다음과 같았다.

균형감에 대한 타이치 운동의 효과크기를 평가하기 위해 측정 방법에 따라 정적 균형감, 동적 균형감, 혼합 측정된 균형감으로 나누어 메타분석 하였다. 정적 균형감을 측정한 논문은 7편이었는데 동질성 검사에서 이질적이어서 이상치를 제거한 후 다시 동질성을 확인하였다. 중재의 효과 크기는 0.54 (95% CI: 0.36, 0.72, $p < .001$)로 중정도의 효과가 있는 것으로 나타났다. 출판비플립 평가에서 안전계수(N_b)가 11편이었고, Funnel plot에서 연구들이 비균등 분포를 보여 보정하였을 때 효과 크기에 14.8% 변화가 있어 출판비플립 가능성을 배제할 수 없다. 동적 균형감을 측정한 논문은 5편이었고 동질 하였다. 중재의 효과 크기는 0.24 (95% CI: 0.07, 0.41, $p = .005$)로 작은 효과로 나타났다. 출판비플립 평가에서 안전계수는 2편이었고, Funnel plot에서 보정이 요구되었으며 보정 후 효과 크기가 16.7% 변화를 보여 동적 균형감에서도 출판비플립 가능성이 있었다. 혼합 측정된 균형감을 측정한 논문은 4편이었는데, 연구들의 결과가 이질적이어서 이상치를 제거하였으나 그럼에도 동질하지 못하여 변량효과 모형을 이용하여 효과크기를 확인하였다. 효과 크기는 0.69 (95% CI: 0.05, 1.33, $p = .034$)로 중정도의 효과크기로 나타났다. 출판비플립 평가에서 funnel plot이 균등하게 분포하고 있어 출판비플립 가능성은 적은 것으로 판단되었다. 변량효과모형에서 효과 크기를 구하였기 때문에 안전계수는 구하지 않았다.

유연성의 변화를 측정 보고한 연구는 5편이었고 동질하였다. 효과 크기는 0.40 (95% CI: 0.09, 0.70, $p = .010$)로 나타났다. 출판비플립 평가에서 안전계수는 5편이었고, funnel plot이 균등하게 분포하고 있어 출판비플립 가능성은 적은 것으로 판단되었다.

근력의 변화를 측정 보고한 연구는 8편이었으며 동질하였다. 효

Table 2. Effect Size of 3 and 6 Months Tai Chi Exercise for Fall Risk Factors

Fall risk factors	Categories	Intervention duration (months)	n	Sample size (n)		Effect size	95% Confidence interval	Z (p)	Q (p)	Publication bias				
				Tai Chi	Control					Fail-safe (n)	Funnel plot	Trim & fill		
												Adjusted value	Changing value (%)	
Physical	Balance	Static	3	6	259	258	0.54	0.36, 0.72	5.98 (<.001)	3.23 (.665)	11	AS	0.46	14.8
			6	7	303	310	0.59	0.43, 0.75	7.11 (<.001)	7.55 (.273)	14	S		
	Dynamic	3	5	269	276	0.24	0.07, 0.41	2.82 (.005)	7.46 (.113)	2	AS	0.20	16.7	
		6	5	331	360	0.31	0.16, 0.46	3.97 (<.001)	3.77 (.437)	3	AS	0.32	3.2	
	Measured by scale	3	3	146	150	0.69*	0.05, 1.33	2.12 (.034)	5.00 (.082)	-	S			
		6	3	227	240	0.42*	0.07, 0.77	2.37 (.018)	5.78 (.056)	-	S			
	Flexibility	3	5	91	83	0.40	0.09, 0.70	2.56 (.010)	3.03 (.552)	5	S			
		6	1											
	Muscle strength	3	8	190	188	0.48	0.28, 0.69	4.58 (<.001)	2.31 (.941)	12	AS	0.53	10.4	
		6	5	161	177	0.35	0.13, 0.56	3.14 (.002)	1.58 (.813)	4	S			
ADL	3	7	134	112	0.71	0.44, 0.97	5.27 (<.001)	8.25 (.220)	18	S				
	6	2	99	101	1.30*	0.70, 1.89	4.24 (<.001)	6.81 (.003)	-	S				
Emotional	Fear of falling	3	3	287	285	0.37	0.20, 0.54	4.38 (<.001)	1.92 (.384)	3	S			
		6	3	270	282	0.58	0.41, 0.75	6.70 (<.001)	3.24 (.198)	6	S			

*Random effect model; AS=Asymmetric; S=Symmetric.

과크기는 0.48 (95% CI: 0.28, 0.69, $p < .001$)로 중간 정도의 효과크기로 나타났다. 출판비뮐림 평가에서는 안전계수는 12편이었고, 보정이 요구되었으며 보정 후 10.4%의 효과 크기 변화가 있었으므로 출판비뮐림 위험성이 비교적 적었다.

일상생활활동의 변화를 측정하는 연구는 9편이었으나 이질적이어서 이상치인 2편의 연구를 제외하고 동질한 7편의 연구가 분석 대상이 되었다. 효과 크기는 0.71 (95% CI: 0.44, 0.97, $p < .001$)로 중간 정도의 효과크기를 보였다. 출판비뮐림 평가에서는 안전계수가 18편이었는데, funnel plot이 균등한 분포를 보였으므로 출판비뮐림 위험성이 거의 없는 것으로 판단되었다.

2) 신체적 낙상 위험요인에 대한 타이치 운동 6개월의 효과 크기

타이치 운동을 6개월간 적용한 후 신체적 낙상 위험요인에 대한 효과 크기는 다음과 같았다. 정적 균형감을 측정하는 논문은 7편이었고 동질하였다. 중재의 효과 크기는 0.59 (95% CI: 0.43, 0.75, $p < .001$)로 중간 정도의 효과크기를 보였으며, 안전계수와 funnel plot을 고려할 때 출판비뮐림 가능성은 낮았다. 동적 균형감을 측정하는 논문은 5편이었고 동질하였는데, 중재의 효과 크기는 0.31 (95% CI: 0.16, 0.46, $p < .001$)로 작은 효과크기였다. 안전계수가 3편이고 보정 후 효과 크기가 3.2% 변화를 보여 출판비뮐림 가능성은 거의 없었다. 혼합 측정된 균형감을 측정하는 논문은 3편이었고 연구들의 결과는 동질하지 않았다. 변량효과모형에서 효과 크기는 0.42 (95% CI: 0.07, 0.77, $p = .018$) 이었고 funnel plot을 고려할 때 출판비뮐림 가능성은 거의 없었다. 변량효과모형에서 효과 크기를 구하였기 때문에 안전계수는 구하지 않았다.

유연성의 변화를 측정 보고한 연구는 1편이었으므로 메타분석 결과를 보고할 수 없었다. 근력의 변화를 측정 보고한 연구는 5편이었고 동질하였다. 효과 크기는 0.35 (95% CI: 0.13, 0.56, $p = .002$)로 작은 효과크기를 보였으며, 안전계수는 4편이었고 출판비뮐림 가능성은 없었다. 일상생활활동의 변화를 측정하는 연구는 4편이었으나 이상치 처리 후에도 이질적이어서 변량효과모형에서 효과크기를 합병하였다. 효과 크기는 1.30 (95% CI: 0.70, 1.89, $p < .001$)으로 큰 효과크기로 나타났다. 변량효과모형에서 효과 크기를 구하였기 때문에 안전계수는 구하지 않았으며, funnel plot의 분포상 출판비뮐림 가능성은 낮은 것으로 나타났다.

3) 심리적 낙상 위험요인에 대한 효과 크기

타이치 운동 후 심리적 낙상 위험요인인 낙상 공포의 변화를 측정하는 연구는 3개월 중재에서 3편이었고 동질하였다. 효과 크기는 0.37 (95% CI: 0.20, 0.54, $p < .001$)으로 작은 효과크기로 나타났으며, 안전계수와 funnel plot의 분포에서 출판비뮐림 가능성은 낮았다.

6개월 중재에서는 3편이 분석에 포함되었고 모두 동질하였다. 효과 크기는 0.58 (95% CI: 0.41, 0.75, $p < .001$)로 3개월에 비해 큰 중간크기의 효과를 보였으며, 안전계수와 funnel plot의 분포를 고려할 때 출판비뮐림 가능성은 낮았다.

논 의

낙상 예방은 노인의 삶의 질 향상을 위해 중요한 문제이다. 낙상을 예방하기 위한 여러 가지 간중 중재 중에서 타이치 운동은 신체적, 심리적 낙상 위험요인을 관리하는데 긍정적 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 낙상 위험요인들에 대한 타이치 운동의 종합적 효과를 메타 분석을 통해 객관적으로 파악하고 낙상 예방 운동 프로그램으로써의 유용성을 판단하고자 하였다.

낙상을 예방하기 위해서는 무엇보다도 넘어지지 않기 위해 균형을 유지할 수 있는 능력이 필요하다. 본 연구에서는 균형감을 측정 방법에 따라 정적 균형감, 동적 균형감 그리고 정적, 동적균형감이 혼합되어있는 도구측정에 의한 균형감으로 구분하였다. 타이치 운동을 3개월 적용했을 때 정적 균형감에 대해 중간 크기 효과를 보였는데 6개월 타이치 운동 후에도 유사하게 중간 효과 크기로 변화가 없었다. 이는 Logghe 등(2010)의 메타분석연구에서 건강한 노인들의 정적 균형감에 타이치 운동이 중간 효과 크기가 있다고 보고한 것과 일치하는 것이다. 동적 균형감에서는 타이치 운동을 3개월과 6개월 적용하였을 때 모두 작은 효과 크기가 있는 것으로 나타났다. 기존연구에서도 동적 균형감에 대한 타이치 효과가 혼합되어 보고되고 있는데, Logghe 등의 메타연구에서도 노인에게 타이치를 적용한 후 동적 균형감 향상에 효과가 있는지 결론지을 수 없다고 보고하였다. 이유로서 동질성 확보가 되지 않았다고 보고한 Logghe 등의 메타분석 결과와 달리 본 연구에서는 동질성이 확보된 5편의 무작위 실험연구를 메타 분석에 사용하였으므로 작은 효과크기로 의미 있는 분석 결과를 확인할 수 있었다고 추측할 수 있겠다. 척도를 이용하여 측정된 균형감(예. Berg balance scale)은 3개월 중재 후 중간 정도의 의미 있는 효과 크기를 보였는데, 6개월 중재 후 작은 효과크기를 보였다. 균형감에 대한 본 연구 결과 출판비뮐림의 위험성을 배제할 수 없으므로 신중한 해석이 요구되지만, 타이치 운동이 균형감에 주는 효과는 정적 균형감이 중간 정도로 컸고, 동적 또는 혼합측정 균형감에서는 작은 효과크기를 보이며, 3개월 이후 효과가 나타나기 시작하여 6개월 후에도 향상된 균형감이 유지되는 것으로 보인다.

유연성은 균형감과 관련되어 유연성이 좋지 않은 경우 더 쉽게 낙상을 초래하게 되는 것으로 알려져 있고 일상생활활동을 유지하기 위한 필수적인 요소이다(Menz, Morris, & Lord, 2006). 3개월 후 타이

치 운동은 유연성에 작은 효과 크기의 향상을 보였다. 기존 메타분석에서 유연성을 낙상관련 요소에 포함한 논문이 없어 직접 비교가 어렵지만, 타이치 효과에 대한 문헌분석연구(Choi, Lee, Lee, & Eun, 2005)에 의하면 기존 타이치 적용 중재연구 중 71.4%에서 타이치 운동이 유연성 향상에 효과적이었다고 보고했다는 것과 일치하는 결과이다. 본 연구에서는 6개월 이상 장기간 타이치 운동을 적용 후 유연성을 평가한 무작위 실험설계연구가 1편에 불과하여 메타분석을 수행할 수 없었으므로 장기간 운동 수행 효과에 대해서는 결론을 내릴 수 없었다.

타이치 운동은 무릎을 굽힌 상태에서 체중이동원리를 적용하여 전후, 좌우로 느리게 이동함으로써 다른 운동 형태에 비해 무릎의 굴근과 신전근에 적용하는 부하시간이 상대적으로 증가되어 근력을 효과적으로 향상시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Song et al., 2003). 본 연구 결과 타이치 운동을 3개월 적용 후부터 근력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 6개월 후에도 작은 효과 크기이지만 의미 있는 근력 향상의 효과가 있었다. 이 결과는 Liu 등(2011)이 메타 분석을 통해 타이치 운동이 노인의 하지 근력 향상에 효과 크기가 0.48이었다고 보고한 것과 유사한 결과이다. Liu 등은 노인의 하지 근력 향상에 대한 효과만을 분석하였지만, 본 연구에서 상지와 하지 근력을 모두 포함하여 분석한 결과 유사한 효과크기로 보고되었으므로, 3개월의 타이치 운동으로 상지 및 하지의 근력이 향상되고, 6개월 이후에도 근력이 유지 및 증진하는데 도움이 될 수 있겠다.

본 메타분석 결과 3개월 간 타이치 운동 후 일상생활활동에 대한 효과 크기는 0.71이었으며, 6개월 동안 운동을 지속하였을 때에는 1.30의 큰 효과크기로 나타났다. 일상생활활동에 대해 메타분석을 한 선행 연구가 없어 직접 비교는 힘들지만, 기존 무작위실험연구에서는 관절염 노인환자에게 12주간 타이치운동을 제공한 후 일상생활활동의 수행에 따른 어려움이 감소하였음을 일관성 있게 보고하고 있다(Fransen et al., 2007). 신체적 기능의 감소는 일상생활활동의 제한(Stump et al., 1997)과 이로 인한 낙상 두려움을 높여(Scheffer et al., 2008) 결국 일상생활활동의 수준을 제한시키게 되는데 본 연구의 메타분석 결과를 토대로 볼 때 타이치 운동 후 균형감, 유연성의 향상과 근력이 강화되면서 신체적 기능이 향상된 것이 일상생활활동에 누적되어 나타난 것으로 설명할 수 있겠다.

일상생활활동 수행에 어려움을 느끼는 대상자들은 낙상에 대한 두려움이 높아 결국 활동 수준이 제한되어 독립적 생활에 제한을 가져오고 이는 결국 낙상 위험을 더욱 증가시키는 요인으로 작용하게 된다(Scheffer et al., 2008). 본 메타분석 결과 타이치 운동을 적용한 연구에서 3개월 후 낙상 공포를 감소시키는데 작은 효과가 있었고, 6개월 후에는 중간 정도의 효과가 있는 것으로 나타나, Logghe

등(2010)이 결과와 유사하였다. 본 메타분석에 포함된 대상자가 건강한 노인을 비롯하여 낙상 고위험의 만성 질환자들이 포함되었고 운동의 횟수가 주당 1회에서 7회로 다양하였음에도 불구하고 운동 기간이 길어짐에 따라 효과 크기가 증가되었음을 고려할 때 대상자의 신체적 장애에 상관없이 낙상 공포 감소에 타이치 운동이 효과적이며 운동을 지속할수록 효과가 커지는 것으로 볼 수 있다. Rand 등(2011)의 메타분석 연구에서도 낙상 공포감을 감소시키는데 일반 운동($ES=0.28$)보다 타이치 운동($ES=0.48$)이 더 효과적이었다고 보고하였다.

본 연구 결과에서 타이치 운동이 심리적 낙상 위험요인의 수정 효과가 운동 기간에 비례하여 더욱 향상된 것에 비해 신체적 낙상 위험요인은 단기간에 효과가 나타났지만 장기적으로 운동을 해도 효과가 일정하게 향상되지는 않았다. 타이치 운동의 효과는 대상자의 건강 수준이나 연령에 따라 그 효과가 다양하게 나타날 수 있을 것 같다. 본 연구에서는 시도되지 않았지만 대상자의 연령이나 건강 상태를 고려하여 타이치의 효과를 메타 분석해 본다면 운동 강도, 기간, 동작의 수정 등이 포함된 표준 프로토콜 개발이나 맞춤형 타이치 운동 중재를 마련하는데 도움이 될 것으로 생각한다.

한편, 변수의 측정 방법의 선택이 효과 크기에 영향을 미칠 수 있을 것 같다. 예를 들어 노인의 근력은 노화에 따라 감소하게 되는데 배부와 상지보다 하지에서 더 많이 발생한다(Erim, Beg, Burke, & Luca, 1999). 그런데 타이치 운동은 다리를 굽히는 저자세를 유지하고 기공 운동을 병행한다는 특성을 갖기 때문에 하지 근력과 악력의 향상을 기대할 수 있다. 타이치 운동을 한 후에 하지 근력이나 악력을 측정한다면 효과적으로 나타날 수 있으나 복근력이나 배근력 등 다른 부위의 근력 측정은 미미한 것으로 나타날 수 있다.

본 연구 결과는 다음과 같은 제한점을 고려하여 신중하게 해석되어야 한다. 분석에 포함된 대상자의 상태가 동일하지 않았고, 일부 연구에서는 대조군에게 다른 운동 중재를 적용하였으며, 변수에 초점을 두었기에 측정 방법이 다양하게 포함되어 효과 크기에 영향을 주었을 가능성이 있다. 또한 분석에 포함된 논문을 무작위 실험 연구로 제한하였기 때문에 채택된 논문 수가 적었다는 제한점이 있다. 그러나 본 연구 결과에서 메타분석에 포함된 연구의 질이 대부분 좋은 것으로 판단되었고 메타분석을 통해 개별적인 낙상 위험요인들의 수정 효과가 밝혀졌으며, 보다 객관적인 효과 크기 보정을 이용한 출판비돌림 사정 방법을 적용함으로써 메타 분석의 편이 가능성이 비교적 적었으므로 객관적인 근거로 활용할 만하다. 또한 Gillespie 등(2012)의 메타분석 연구에서 타이치가 낙상감소에 효과가 있는 것으로 보고하고 있는 바 본 연구 결과와 종합하여 볼 때 타이치 운동이 낙상 예방 중재로써 적극적으로 활용할 수 있는 안전하고 효과적인 운동임을 확인하고 적용할 수 있는 종합적인 객관

적 근거를 마련하였다는데 간혹학적 의의가 있다. 추후에 무작위 실험 설계를 통한 타이치 운동의 효과 연구가 더욱 축적이 되면 타이치의 유형, 타이치의 운동 강도, 대상자의 건강 상태나 연령, 다른 운동 중재에 따른 운동의 효과크기를 메타분석을 통해 재분석하여 대상자 상황에 맞는 맞춤형 프로토콜 개발의 기초 자료를 마련해 보기를 제언한다.

결론

본 연구는 메타분석을 통해 타이치 운동이 낙상 위험요인 개선 효과에 대한 객관적 근거를 제시하는 것을 목적으로 하였다. 통제군이 있는 사전-사후의 측정이 이루어진 무작위 실험 연구들을 대상으로 3개월 중재 효과 크기와 6개월 중재 효과 크기를 파악하였다. 본 연구에 포함된 건강한 노인과 만성질환을 가진 다양한 신체 조건의 대상자에게 타이치 운동을 3개월 이상 적용하는 것은 균형감, 유연성과 근력, 일상생활활동의 향상을 가져오고 낙상에 대한 공포를 감소시키는데 효과가 있는 것으로 나타났으므로 낙상예방을 위한 중재로서 객관적 근거가 될 수 있다. 다만, 각각의 낙상 위험요인 분석에 포함된 연구가 10편 이내로 적었고, 3개월 중재 후 정적 균형감과 동적 균형감의 효과 크기가 출판비돌림 가능성이 있었으므로 적용에 신중할 필요가 있다.

REFERENCES

- American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, & American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. (2001). Guideline for the prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 664-672.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Chichester, WS: Wiley.
- Carter, N. D., Kannus, P., & Khan, K. M. (2001). Exercise in the prevention of falls in older people: A systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Medicine*, 31(6), 427-438.
- Choi, J. H., Lee, E. O., Lee, H. Y., & Eun, Y. (2005). Analysis of the effects of Tai Chi on muscle strength and flexibility. *Journal of Muscle and Joint Health*, 12(1), 69-80.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York, NY: Academic Press.
- Erim, Z., Beg, M. F., Burke, D. T., & de Luca, C. J. (1999). Effects of aging on motor-unit control properties. *Journal of Neurophysiology*, 82(5), 2081-2091.
- Fransen, M., Nairn, L., Winstanley, J., Lam, P., & Edmonds, J. (2007). Physical activity for osteoarthritis management: A randomized controlled clinical trial evaluating hydrotherapy or Tai Chi classes. *Arthritis and Rheumatism*, 57(3), 407-414. <http://dx.doi.org/10.1002/art.22621>
- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., et al. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database of Systematic Reviews*, 9, CD007146. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub3>
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5(10), 3-8.
- Harling, A., & Sompson, J. P. (2008). A systematic review to determine the effectiveness of Tai Chi in reducing falls and fear of falling in older adults. *Physical Therapy Reviews*, 13(4), 237-248.
- Health Insurance Review & Assessment Service. (2012). *2011 statistics indicators of medical expenses*. Retrieved December 26, 2012, from http://www.hira.or.kr/dummy.do?pgmid=HIRAA020045030000&cmsurl=/cms/information/05/03/03/1214408_13609.html&subject=2011%eb%85%84+%ec%9d%98%eb%a3%8c%ea%b8%89%ec%97%ac+%ec%a7%84%eb%a3%8c%eb%b9%84+%ed%86%b5%ea%b3%84%ec%a7%80%ed%91%9c
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2008). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions: Cochrane book series*. Chichester, WS: John Wiley & Sons Ltd.
- Lam, P. (2000). *A handbook for Tai Chi for arthritis*. Narwee: East Acton Publishing.
- Lee, Y. J. (2008). *The effects of Tai Chi exercise program using transtheoretical model applied to degenerative arthritis patients*. Unpublished doctoral dissertation, Hanyang University, Seoul.
- Liu, B., Liu, Z. H., Zhu, H. E., Mo, J. C., & Cheng, D. H. (2011). Effects of tai chi on lower-limb myodynamia in the elderly people: A meta-analysis. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 31(2), 141-146.
- Logghe, I. H., Verhagen, A. P., Rademaker, A. C., Bierma-Zeinstra, S. M., van Rossum, E., Faber, M. J., et al. (2010). The effects of Tai Chi on fall prevention, fear of falling and balance in older people: A meta-analysis. *Preventive Medicine*, 51(3-4), 222-227. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.06.003>
- Low, S., Ang, L. W., Goh, K. S., & Chew, S. K. (2009). A systematic review of the effectiveness of Tai Chi on fall reduction among the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 48(3), 325-331. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2008.02.018>
- Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R. (2006). Foot and ankle risk factors for falls in older people: A prospective study. *Journals of Gerontology. Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(8), 866-870.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Orwin, R. G. (1983). A fail-safe N for effect size in meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 8(2), 157-159.
- Rand, D., Miller, W. C., Yiu, J., & Eng, J. J. (2011). Interventions for addressing low balance confidence in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 40(3), 297-306. <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/afr037>
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. (Eds.). (2005). *Publication bias in meta-analysis, prevention, assessment and adjustments*. New York, NY: John Wiley and Sons Ltd.
- Scheffer, A. C., Schuurmans, M. J., van Dijk, N., van der Hooft, T., & de Rooij, S. E. (2008). Fear of falling: Measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age and Ageing*,

- 37(1), 19-24. <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/afm169>
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. (2008). *SIGN 50: A guideline developer's handbook*. Retrieved July 1, 2010, from <http://www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/50/>
- Song, R., Lee, E. O., Lam, P., & Bae, S. C. (2003). Effects of tai chi exercise on pain, balance, muscle strength, and perceived difficulties in physical functioning in older women with osteoarthritis: A randomized clinical trial. *Journal of Rheumatology*, 30(9), 2039-2044.
- Stump, T. E., Clark, D. O., Johnson, R. J., & Wolinsky, F. D. (1997). The structure of health status among Hispanic, African American, and white older adults. *Journals of Gerontology. Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 52(Spec No), 49-60.
- Sutton, A. J., Duval, S. J., Tweedie, R. L., Abrams, K. R., & Jones, D. R. (2000). Empirical assessment of effect of publication bias on meta-analyses. *BMJ: British Medical Journal*, 320(7249), 1574-1577.
- Tideiksaar, R. (2002). *Falls in older people: Prevention and management* (3rd ed.). Baltimore, MD: Health Professions Press.
- Wooton, A. C. (2010). An integrative review of Tai Chi research: An alternative form of physical activity to improve balance and prevent falls in older adults. *Orthopaedic Nursing*, 29(2), 108-116; quiz 117-108. <http://dx.doi.org/10.1097/NOR.0b013e3181d243b3>
- World Health Organization. (2012). *Falls*. Retrieved November 26, 2012, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/en/>