Check for updates

한국여성체육학회지, 2026. 제40권 제3호. pp. 147-167
Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women
2026. Vol.40, No.3, pp. 147-167
https://doi.org/10.16915/jkapesgw.2026.9.40.3.147(ISSN 1229-6341)

단계적 발 감각 통합 운동이 허약한 여성 노인의 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인에 미치는 영향

심현(국민대학교, 박사수료)·전지현*(국민대학교, 조교수)

국문초록

본 연구는 8주간의 단계적 발 감각 통합 운동이 허약한 여성 노인의 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인에 미치는 영향을 규명하는데 목적이 있다. 연구 대상은 K-FRAIL 척도를 기준으로 선별된 허약한 여성 노인 22명을 표집, 운동군과 대조군에 각각 11명씩 무선 배정하였고 운동군은 단계적 발 감각 통합 운동을 적용하였다. 낙상 관련 신체적 요인은 한 발 서기 (SLBT), 기능적 전방 도달 검사 (FRT), Y-Balance test (YBT), Timed up and go (TUG), 앉았다 일어서기 (30s-STS)를 측정하였고 낙상 관련 심리적 요인은 한국어판 활동 특이적 균형 자신감 척도 (K-ABC), 낙상 효능감 척도 (K-FES)를 평가하였으며 SPSS WIN 29.0 Program을 활용하여 RM-ANOVA/Independent *t*-test/Pearson's correlation analysis를 실시하였다. 그 결과, 운동군의 경우 SLBT (p<.01), FRT (p<.001), YBT (p<.05), TUG (p<.05), 30s-STS (p<.001), K-ABC (p<.001), K-FES (p<.001)에서 유의한 집단×시간 상호작용 효과를 보였으며 변화량 분석 결과 운동군은 대조군에 비해 모든 요인에서 유의하게 큰 개선을 보이는 것으로 나타났다. 상관분석 결과, K-ABC와 K-FES는 YBT를 제외한 대부분의 낙상 관련 신체적 요인과 유의한 상관관계를 보이는 것으로 확인되었다(p<.05, p<.01). 본 연구 결과는 단계적 발 감각 통합 운동이 허약한 여성 노인의 균형능력, 이동성 및 하지 기능과 같은 낙상 관련 신체적 요인뿐만 아니라 균형 자신감과 낙상 효능감과 같은 심리적 요인 개선에도 효과적인 것으로 나타났다. 따라서, 본 중재는 허약 여성 노인의 낙상 위험 감소를 위한 신체적 및 심리적 통합 중재 전략으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

한글주요어 : 발 감각 통합 운동, 허약 여성 노인, 균형 능력, 이동성, 낙상 효능감

* 전지현, 국민대학교, E-mail : chunjh@kookmin.ac.kr

Ⅰ. 서 론

노화가 진행됨에 따라 신체적 예비능력(Physiological reserve)은 점진적으로 감소하며 이러한 변화가 누적될 경우 점차 허약한 상태에 이르게 된다(Romero-Ortuño et al., 2021). 허약(Frailty)은 여러 생리적 시스템 기능 저하와 스트레스에 대한 취약성 증가를 특징으로 하는 대표적인 노인증후군으로(Li et al., 2021) 장애, 입원, 시설 입소 및 사망과 같은 부정적 건강 결과와 밀접한 관련이 있다(Chen et al., 2022). 특히, 여성 노인은 같은 연령대의 남성 노인보다 허약 유병률이 높으며 근감소증을 비롯한 다양한 건강 문제로 인해 건강수명이 상대적으로 짧은 것으로 보고되었다(Gordon & Hubbard, 2020). 또한 허약한 여성 노인은 건강한 여성 노인에 비해 근력, 균형 및 이동능력이 저하되어 있어 낙상 발생 위험이 현저히 높은 것으로 알려져 있다(Yang et al., 2023). 낙상은 노인에게 가장 흔하게 발생하는 손상 관련 사고 중 하나로 허약한 여성 노인에게 발생할 경우 골절 및 신체 손상뿐만 아니라 기능적 독립성의 상실과 장기적인 건강 악화로 이어질 가능성이 높다. 이는 궁극적으로 노년기 삶의 질을 저하시키고 부양 부담 및 의료비 증가 등의 문제를 초래할 수 있다(Fairhall et al., 2011; de la Rica-Escuín et al., 2014).

그러나 허약 노인에게 있어 낙상 위험은 단순히 근력이나 균형능력과 같은 신체적 요인만으로 설명하기 어려우며 최근에는 낙상에 대한 두려움(Fear of falling), 균형 자신감(Balance confidence) 저하와 같은 심리적 요인이 신체기능 저하와 함께 낙상 위험에 영향을 미치는 중요한 요인으로 보고되고 있다(Landers, Oscar, Sasaoka & Vaughn, 2016; Hadjistavropoulos & Delbaere, 2021; MacKay, Ebert, Harbidge & Hogan, 2021). 특히, 허약 노인은 건강한 노인에 비해 일상생활 수행 과정에서 요구되는 다양한 체중 이동 및 자세조절 과제에 대해 적절히 대응할 수 있는 신체적 예비능력이 상대적으로 저하되어 있기 때문에 낙상에 대한 불안과 두려움을 경험하기 쉬우며 이러한 심리적 요인은 신체활동 회피와 활동량 감소를 유발하여 기능 저하를 더욱 가속화하는 요인으로 작용한다(de Souza, Canever, Moreira, Danielewicz & de Avelar, 2022). 이와 같은 특성은 허약에 취약한 여성 노인에게서 더욱 두드러지게 나타나며(Levine et al., 2021) 이에 따라 낙상과 관련된 신체적 및 심리적 문제를 동시에 악화시킬 가능성이 높다. 따라서, 허약한 여성 노인의 낙상 위험을 이해하기 위해서는 신체적 기능 저하뿐만 아니라 심리적 요인을 함께 고려할 필요가 있으며 낙상 예방을 위해서는 신체적 기능 향상과 심리적 안정감 증진을 동시에 도모할 수 있는 안전하고 체계적인 중재 접근이 필요하다.

한편, 노화가 진행됨에 따라 시각 및 전정계 기능이 점진적으로 저하되면서 균형 유지를 위해 체성감각계(Somatosensory system) 의존도가 증가하게 된다(Xie, Wang, Wang & Chien, 2025). 이 과정에서 발은 지면과 직접 접촉하여 자세조절에 필요한 촉각 및 고유수용성 감각 정보를 제공하는 중요한 감각기관으로 작용한다(Wang, Watanabe & Chen, 2016). 따라서, 노년기에는 균형 유지와 보행 안정성

을 위해 발로부터 제공되는 체성감각 정보의 중요성이 더욱 커질 수 있다. 이에 최근 신체적 부담이 적고 상대적으로 안전한 환경에서 수행할 수 있는 발 감각 통합 운동이 발 기능 향상 뿐만 아니라 균형능력 및 이동성 개선에도 효과적인 중재 전략으로 주목받고 있다(Cavlak, Ata & Algun, 2025). 선행연구에 따르면, 지역사회 거주 노인을 대상으로 6일간 발 체성감각 자극을 적용한 결과 TUG 수행 시간 및 동적 균형 능력이 유의하게 개선된 것으로 보고되었으며(Abdullah, Ardi & Tsabita, 2021) 내재적 발 근육 강화 운동과 전기 자극을 병행한 중재에서도 정적 및 동적 균형 능력이 향상에 효과적인 것으로 나타났다(Rodrigues, Borges, Oliveira, Cabreira, Silveira & Hentschke, 2023). 또한, 시설에 거주하는 노인을 대상으로 맨발 운동 상태에서 저강도 복합 운동 프로그램을 진행한 결과 신발 착용 시 보다 발바닥 감각과 균형 능력 향상에 더욱 효과적인 것으로 보고되었다(Korchi, Noé, Bru & Paillard, 2019). 이러한 선행연구 결과를 종합하면 발 감각 통합 운동은 노인의 균형 능력, 이동성과 같은 낙상 관련 신체적 기능 향상에 긍정적인 영향을 미치며 특히, 이러한 접근은 신체적 예비능력이 제한적이고 기능 수준의 개인차가 큰 허약 노인에게 단계적으로 적용 가능한 중재 전략으로 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

그러나 허약 노인을 대상으로 한 낙상 예방 운동 중재 연구는 상대적으로 부족한 실정이며 신체적 부담이 적고 비교적 안전하게 적용할 수 있는 발 감각 통합 운동의 효과를 검증한 연구들은 대부분 일반 노인을 대상으로 수행되어 허약 노인을 대상으로 한 근거는 제한적이다. 또한 기존 연구들은 주로 균형 및 보행능력, 근력과 같은 낙상 관련 신체기능 개선에 초점을 두고 있어 신체적 요인과 심리적 요인을 함께 고려한 효과는 충분히 검토되지 못하였다. 따라서, 본 연구는 허약에 취약한 여성 노인을 대상으로 단계적 발 감각 통합 운동을 적용하여 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인에 미치는 영향을 체계적으로 검증하고자 한다. 이를 통해 허약 여성 노인을 위한 맞춤형 운동 중재 전략 수립과 지역사회 기반 낙상 예방 프로그램 개발을 위한 실증적 근거 자료를 제시하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구 수행에 앞서 K대학교 생명윤리위원회(IRB)로부터 승인(KMU-202603-HR-572)을 받은 후 진행되었으며 연구 참여 전 대상자들에게 연구의 목적과 내용을 충분히 설명하고 자발적 동의를 얻었다. 연구대상자는 서울특별시 성북구 소재 지역사회에 거주하고 있는 65세 이상 여성 노인 중 독립 보행이 가능하고 중증 신경계 및 근골격계 질환이 없는 자로 하였으며 허약 노인을 대상으로 운동중재를 적용한 선행연구의 표본 규모를 참고하여 총 30명을 모집하였다(김명배 & 진영윤, 2016; 박현영 & 신소희, 2020). 이후 모집된 대상자의 허약 여부를 확인하기 위해 허약 척도(K-FRAIL)를 활용하였다.

해당 척도는 건강군과 취약군(전허약 및 허약)을 구분하는 검증된 선별 도구로 국내 타당도 검증 결과,

민감도 0.90(95% CI: 0.76-0.97), 특이도 0.33(95% CI: 0.22-0.46)으로 보고되었으며(Jung et al., 2015) 피로(Fatigue), 저항(Resistance), 보행(Ambulation), 질병(Illnesses), 체중감소(Loss of weight)의 5개 문항으로 구성되고 각 문항당 1점을 부여하여 총 0~5점으로 채점된다. 총점에 따라 0점은 건강(Robust), 1~2점은 전허약(Pre-frail), 3점 이상은 허약(Frail)로 분류되며 본 연구에서는 총점이 3점 이상인 대상자를 허약 노인으로 정의하였다. 선별 결과, 모집된 30명 중 22명이 허약 기준에 해당하였으며 허약 노인의 특성상 추가적인 대상자 모집과 이후 연구 참여 유지에 현실적인 어려움이 있음을 고려하여 해당 22명을 최종 연구대상자로 선정하였다. 이후 선정된 대상자에게 고유번호를 부여하고 Excel의 난수 생성 기능을 이용하여 무작위 순서를 생성한 후 발 감각 통합 운동군과 대조군에 11명씩 무선 배정(Random assignment)하였으며 모든 대상자들에게는 집단 배정에 대한 정보와 구체적인 연구가설을 제공하지 않았다.

한편, 모든 대상자들은 중재 전 신체활동준비설문지(PAR-Q+)를 통해 운동 참여에 적합한 상태임을 확인하였으며 연구 기간 동안 탈락자 및 결측치가 발생하지 않아 총 22명의 자료를 최종 분석에 활용하였고 인구통계학적 특성은 다음 〈표 1〉과 같다.

표 1. 인구통계학적 특성

Group	Age	BMI	K-frail
TG(n=11)	82.40±6.24	24.32±3.31	3.18±1.25
CG(n=11)	83.30±5.50	25.01±2.80	3.20±0.79

TG; Training Group, CG; Control Group, BMI; Body mass index

2. 측정 도구 및 방법

본 연구의 모든 변인은 중재 전과 중재 후 총 2회에 걸쳐 측정되었으며 특히, 집단 배정 결과와 중재 내용을 알지 못하는 독립된 평가자 2인이 신체적 변인과 심리적 변인을 각각 1명씩 실시하여 평가자 눈가림(Assessor-blinded)을 유지하였다.

낙상 관련 신체적 요인은 한 발 서기(Single leg balance test; SLBT), 기능적 전방 도달 검사(Functional reach test; FRT), Y-Balance test (YBT), 일어나 걸어가기 검사(Timed up and go; TUG) 및 30초 앉았다 일어서기(30s Sit-to-stand; 30s-STS)를 이용하여 평가하였으며 모든 측정은 숙련된 평가자 1명에 의해 실시되었다. 측정 항목 간 상호작용을 최소화하고 결과값의 신뢰성을 확보하기 위해 정적 균형 검사인 SLBT를 시작으로 동적 균형 검사인 FRT 및 YBT, 기능적 이동성 평가인 TUG 및 30s-STS 순으로 측정하였다. 또한, 우세발(Dominant)과 비우세발(Non-dominant)의 구분을 위해 측정 전 설문을 통해 모든 대상자의 우세발이 오른발임을 확인하였다.

한편, 한국어판 활동 특이적 균형자신감 척도(K-ABC)와 낙상 효능감 척도(K-FES) 등 낙상 관련 심리적 요인 평가는 측정의 일관성과 응답의 신뢰성을 확보하기 위해 표준화된 설문 절차에 따라 동일한 환경에서 개별 면담 방식으로 진행되었으며 신체적 요인 평가자와 독립된 평가자 1명에 의해 실시되었다. 특히, 심리적 평가는 대상자의 이해도를 고려하여 필요 시 문항에 대한 설명을 제공하였으며 모든 신체기능 평가 종료 후 실시하였다.

1) 한 발 서기(SLBT)

정적 균형 능력을 평가하기 위하여 한 발 서기 검사(SLBT)를 실시하였다. 대상자는 다음 〈그림 1〉과 같이 맨발 상태에서 양손을 허리에 고정하고 어깨너비로 선 자세를 취한 후 검사자의 구령에 따라 한쪽 다리를 약 20cm 들어 올린 상태에서 가능한 오랫동안 자세를 유지하도록 하였다. 측정은 우세발과 비우세발 각각에 대하여 실시하였으며 최대 측정 시간은 60초로 설정하였다. 측정 도중 들어 올린 발이 지면에 접촉하거나 지지발이 이동하는 경우, 양손이 허리에서 떨어지는 경우 또는 균형을 잃어 자세가 무너지는 경우 측정을 종료하였다. 각 측정은 최대 2회까지 실시하였고 측정된 값 중 가장 높은 값을 사용하였다(Omãna et al., 2021).



그림 1. 한 발 서기(SLBT)

2) 기능적 전방 도달 검사(FRT)

동적 균형 능력을 평가하기 위하여 기능적 전방 도달 검사(FRT)를 실시하였다. 〈그림 2〉와 같이 대상자는 벽면에 닿지 않도록 약 10 cm 떨어진 위치에 발을 어깨너비로 벌리고 선 자세를 취하였다. 이후 측정하고자 하는 측면의 팔을 전방으로 들어 올려 어깨관절 90° 굽힘(Flexion) 자세를 유지하도록 하고 제3중수골두(3rd metacarpal head)를 기준점으로 설정하였다. 대상자는 시작 신호에 따라 발의 위치를 유지한 상태에서 팔을 가능한 한 멀리 전방으로 도달하도록 하였으며 검사자는 줄자를 이용하여 시작 자세와 최대 전방 도달 자세에서의 제3중수골두 위치 차이를 cm 단위로 측정하였다. 측정 중 발이 이동하거나 균형을 상실하는 경우, 벽에 의지하는 경우 또는 몸통의 과도한 회전 및 무릎 관절의 과도한 굽힘이 발생한 경우에는 재측정을 실시하였다. 검사는 총 3회 실시하였으며 측정값 중 가장 높은 값을 기록하였다(Lesch, Tuomisto, Tikkanen & Venojarvi, 2024).

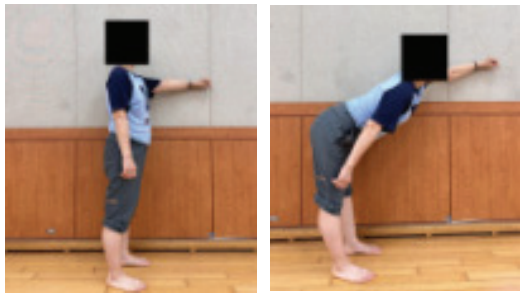


그림 2. 기능적 전방 도달 검사(FRT)

3) Y-Balance test(YBT)

Y-Balance test(YBT)는 한 발 지지 상태에서 다방향 도달 과제를 수행해야 하므로 비교적 높은 수준의 동적 자세조절 능력이 요구되는 평가에 해당하지만 일반적인 균형 능력 평가에서 확인하기 어려운 미세한 동적 자세조절의 결함을 파악하는 데 유용하며(Wang, Jiao, Liang & Lu, 2025) 허약한 여성 노인

을 대상으로도 활용된 바 있다(Jang & Park, 2021). 이에 본 연구에서는 보다 도전적인 환경에서의 동적 균형 능력을 평가하기 위해 YBT를 실시하였으며 측정은 Y-Balance Test Kit (Functional Movement Systems, Chatham, VA, USA)를 이용하여 평가하였다. 대상자는 〈그림 3〉과 같이 맨발 상태에서 측정 장비의 중앙 발판 위에 한쪽 발을 위치시키고 반대측 다리를 이용하여 전방(Anterior), 후내측(Posteromedial), 후외측(Posterolateral) 방향으로 최대한 멀리 도달한 후 시작 자세로 복귀하도록 하였다. 각 방향에 대하여 충분한 연습 시행 후 3회의 본 측정을 실시하였으며 측정 중 양손은 골반에 고정하도록 하고 지지발이 발판에서 이탈하거나 위치가 이동하는 경우, 도달발이 지면에 체중을 지지하는 경우, 측정 후 시작 자세로 복귀하지 못하는 경우 등에는 해당 측정을 무효로 처리하고 재측정을 실시하였다. 또한, 개인 간 신체 특성 차이를 보정하기 위해 전상장골극(Anterior superior iliac spine)부터 내측 복사뼈(Medial malleolus)까지의 거리를 하지 길이로 측정하였으며 전방, 후내측 및 후외측 방향의 최대 도달 거리 합을 하지 길이의 3배로 나눈 후 100을 곱하여 정규화된 Composite Score(%)를 산출하였다(Plisky, Schwartkopf-Phifer, Huebner, Garner & Bullock, 2021).



그림 3. Y-Balance Test(YBT)

4) 일어나 걸어가기 검사(TUG)

기능적 이동성과 보행 능력을 평가하기 위하여 일어서서 걷기 검사(TUG)를 실시하였다. 대상자는 〈그림 4〉와 같이 팔걸이가 없는 의자에 앉은 상태에서 양발을 바닥에 편안하게 위치시킨 후 시작 자세를 취하였다. 검사자의 시작 신호에 따라 의자에서 일어나 3m 전방에 설치된 표지점까지 가능한 빠르고 안전하게 걸어간 후 표지점을 돌아 다시 의자로 돌아와 앉도록 하였다. 측정 시간은 검사자의 시작 신호와 동시에 시작하여 대상자가 의자에 완전히 앉는 시점까지를 초(second) 단위로 기록하였다. 검사는 총 1회 실시하였으며 만일 측정 중 균형을 상실하여 넘어질 위험이 발생하거나 검사자의 안전 통제에 의해 중단된 경우에는 충분한 휴식 후 조건부 재측정을 실시하였다(Nightingale, Mitchell & Butterfield, 2019).



그림 4. 일어나 걸어가기 검사(TUG)

5) 30초 앉았다 일어서기(30s-STS)

하지 근력을 평가하기 위하여 의자에 앉았다 일어서기 검사(30s-STS)를 실시하였다. 대상자는 〈그림 5〉와 같이 등받이가 있는 의자에 앉아 양팔을 가슴 앞에 교차한 후 검사자의 시작 신호와 함께 30초 동안 가능한 빠르게 앉았다 일어서는 동작을 반복 수행하도록 하였으며 의자에서 완전히 일어선 후 다시 앉는 동작을 1회로 간주하였다. 측정 중 양손이 가슴에

서 떨어지거나 의자를 짚어 도움을 받는 경우에는 횟수로 인정하지 않았다. 검사는 총 2회 실시하였으며 측정값 중 가장 높은 반복 횟수를 사용하였다(McAllister & Palombaro, 2020).

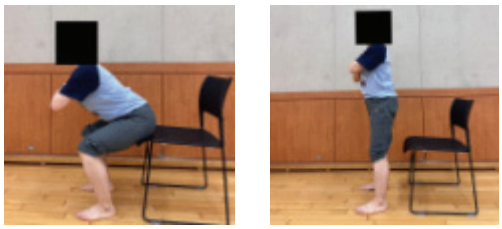


그림 5. 30초 앉았다 일어서기(30s-STS)

6) 한국어판 활동 특이적 균형 자신감 척도(K-ABC)

본 연구에서 낙상 관련 심리적 요인 중 균형 능력에 대한 자신감을 평가하기 위하여 한국형 활동 특이적 균형 자신감 척도(K-ABC)를 사용하였다. K-ABC는 일상생활에서 수행되는 다양한 활동 상황에서 균형을 유지할 수 있는 자신감 정도를 평가하는 자기보고식 설문 도구로 점수가 높을수록 균형 유지에 대한 자신감 수준이 높은 것을 의미한다(Shim, Yoo, Soh, Chon & Won, 2024). 본 연구에서 대상자는 각 문항에 대하여 0%(전혀 자신 없음)부터 100%(완전히 자신 있음)까지 응답하도록 하였으며 각 문항의 점수를 평균하여 최종 점수를 산출하였다. 한편, K-ABC는 한국어판 낙상효능척도와 활동 특이적 균형 자신감 척도의 타당도 및 신뢰도 연구에서 내적일관성 신뢰도(Cronbach's α=.96)와 검사-재검사 신뢰도(r=.82)를 나타내어 신뢰도 및 타당도가 검증된 도구이다(Jang, Cho, Ou, Lee & Baik, 2003).

7) 한국형 낙상 효능감 척도(K-FES)

낙상 관련 심리적 요인 중 낙상에 대한 두려움을 평가하기 위하여 한국형 낙상효능감 척도(K-FES)를 사용하였다. K-FES는 일상생활 활동을 수행하는 과정에서 경험하는 낙상에 대한 걱정 수준을 평가하는 자기보고식 설문도구로 총 16개 문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 1점(전혀 걱정하지 않음)부터 4점(매우 걱정함)까지의 4점 Likert 척도로 평가되며 모든 문항의 점수를 합산하여 총점을 산출하였다. 점수가 높을수록 낙상에 대한 두려움 수준이 높은 것을 의미한다(Ahn, Kang, Choi, Jang, Chung & Jeon, 2019). 또한, K-FES는 내적일치도(Cronbach's α = 0.97)와 검사-재검사 신뢰도(r = 0.96)가 확인된 신뢰도 및 타당도가 검증된 도구이다(박기범 외 2010).

3. 단계적 발 감각 통합 운동 중재 방법

본 연구의 발 감각 통합 운동은 발 내재근 및 외재근을 통합적으로 강화하는 중재 방법으로 기존의 선행연구(심현 & 전지현, 2025)를 바탕으로 구성되었다. 특히, 본 연구에서는 허약 노인에게서 나타날 수 있는 발바닥 감각 기능 저하를 고려하여 보다 다양한 발바닥 감각 자극과 발 근육의 활성화를 유도하기 위해 표면이 굴곡진 감각 자극 도구를 일부 활용하였다. 이는 발바닥 감각 수용기에 다양한 기계적 자극을 제공함과 동시에 발의 내재근 및 외재근의 능동적인 사용을 유도할 수 있으며 체중부하 상황에서 발 접지 및 체중 분산 능력을 향상시키는데 도움을 줄 수 있다. 이러한 내용을 기반으로 발 감각 통합 운동

표 2. 단계적 발 감각 통합 운동 프로토콜

주차	강도	운동 유형	시간 및 세트 수
1~8	-	준비운동(웨이브 베개를 활용하여 발바닥 감각 자극 및 근막 이완)	10분
1~4	앉은 자세	(앉은 자세에서) 1. 발가락 쥐기 및 펴기 2. 엄지 및 나머지 발가락 들어올리기 4. 발목 돌리기(시계 및 반시계 방향) 5. 발등 굽힘 및 발바닥 굽힘 6. 안쪽 번짐 및 바깥 번짐 7. 숏 풋 운동 8. 뒤꿈치 들기 9. 전방 및 후방 체중 이동 10. 좌우 체중 이동	30분 (15회 * 3세트)
5~8	선 자세	(1~4주차 운동 1세트씩 실시 후 선 자세에서) 1. 발가락 쥐기 및 펴기 2. 엄지 및 나머지 발가락 들어올리기 3. 뒤꿈치 들기 4. 전방/후방/좌우 체중 이동 5. 한 발로 서서 다른 발로 앞뒤 및 옆으로 다리 흔들기(좌우) 6. 한 발로 서서 다른 발로 시계 및 반시계 방향으로 돌리기(좌우) 7. 한 발로 서서 다른 발로 3-방향 터치하기	
1~8	-	자가 근막 이완(발바닥 마사지 및 발 스트레칭)	10분

군에 해당하는 대상자는 연구자의 지도 하에 발 내재근 운동, 외재근 운동 그리고 두 요소를 통합한 운동으로 구성된 3가지 세부 프로그램을 주 2회, 회당 50분씩 총 8주간 참여하였다.

또한, 점진성의 원리에 따라 1~4주차에는 비체중부하 상태에서 발바닥 감각 인식 및 발 근육 활성화에 초점을 둔 발 감각 통합 운동을 실시하였으며 5~8주차에는 동일한 감각 자극을 체중부하 과제와 결합하여 기능적 움직임 상황에 적용하였다. 이러한 단계적 중재 전략은 허약 노인의 신체적 적응 과정을 고려하여 기초적인 감각 및 근기능 향상에서 체중부하 기반 자세조절 및 기능적 움직임 조절 능력 향상으로의 점진적 전이를 유도하도록 구성하였다(Kang, Yi & Lee, 2015). 자세한 운동 중재 프로토콜은 다음 〈표 2〉와 같다. 한편, 대조군은 연구 기간 동안 구조화된 운동 중재를 제공받지 않았으며 윤리적 고려에 따라 월 1회 건강 교육을 실시하였다. 교육은 상체 스트레칭 및 스포츠 테이핑과 같은 기초적인 건강관리 내용으로 구성되었으며 중재 효과에 대한 영향을 최소화하기 위해 저강도로 제한하였다.

4. 자료처리

본 연구에서 수집된 모든 자료는 통계 프로그램 SPSS 29.0 WIN(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 모든 측정 변수에 대해 평균과 표준편차를 산출하였으며 연구 목적에 부합하는 분

석에 앞서 수집된 모든 종속변인 자료 값의 데이터 검증을 실시한 결과, 정규성을 충족하여 모수 통계기법을 적용하였다. 또한 SLBT, FRT 및 YBT의 좌우 측정값 간 유의한 차이가 나타나지 않아 자료 분석 시 좌우 평균값을 사용하였다.

집단 간 사전 동질성을 확인하기 위하여 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 실시하였다. 이후 운동 중재 효과를 검정하기 위하여 집단(Group)과 시간(Time)을 요인으로 하는 이원반복측정 분산분석(Two-way repeated measures analysis of variance; RM-ANOVA)을 적용하였다. 또한, 집단×시간 상호작용 효과가 유의하게 나타난 변수에 대해서는 변화의 방향성과 집단 간 변화 정도를 추가적으로 확인하기 위하여 변화량(Δ=Post－Pre)을 산출한 후 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 실시하였다. 마지막으로 발 감각 통합 운동 후 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인 간의 관련성을 확인하기 위해 운동군의 중재 후 측정값을 이용하여 피어슨의 상관분석(Pearson's correlation analysis)을 수행하였으며 모든 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

Ⅲ. 결 과

본 연구는 허약 척도(K-FRAIL)를 기준으로 선별된 허약 여성 노인을 대상으로 8주간의 단계적 발 각각 통합 운동이 낙상 관련 신체적 요인 및 심리적 요인에 미치는 영향을 검증하기 위하여 실시되었다. 연구 대상자의 일반적 특성인 연령, BMI 및 K-FRAIL 점수에 대한 집단 간 동질성을 확인한 결과 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 주요 종속변수에 대한 사전 동질성 검정을 위해 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 실시한 결과, 모든 변수에서 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

1. 운동 중재에 따른 낙상 관련 신체적 요인 전후 변화

단계적 발 감각 통합 운동을 실시하고 발 감각 통합 운동군의 낙상 관련 신체적 요인에 대한 중재 전후 변화는 다음 〈표 3〉과 같다.

반복측정 분산분석 결과, SLBT($F=12.453$, $p=.002$, $\eta p^2=.396$), FRT($F=28.758$, $p<.001$, $\eta p^2=.602$), YBT($F=5.327$, $p=.032$, $\eta p^2=.219$), TUG($F=6.958$, $p=.016$, $\eta p^2=.268$) 및 30s-STS($F=28.839$, $p<.001$, $\eta p^2=.603$)에서 모두 유의한 집단×시간 상호작용이 나타났다. 발 감각 통합 운동군의 경우 SLBT는 운동 전 4.33±1.91(s)에서 운동 후 6.61±3.87(s)로 증가하였고 FRT는 운동 전 24.64±4.47(cm)에서 운동 후 29.96±4.94(cm)로 증가하였다. YBT에서도 운동 전 60.94±13.31(%)에서 운동 후 76.59±20.32(%)으로 개선되었으며 TUG 또한 운동 전 10.10±2.30(s)에서 운동 후 8.93±1.97(s)로 감소하였다. 마지막으로 30s-STS 역시 운동 전 10.10±2.39(회)에서 운동 후 13.70±2.49(회)로 증가하였고 집단 간 변화 정도를 보다 구체적으로 확인하기 위하여 실시한 독립표본 t-검정 분석 결과 SLBT($p<.01$), FRT($p<.001$), YBT($p<.05$), TUG($p<.05$), 30s-STS($p<.001$) 등 모든 변인에서 발 감각 통합 운동군이 대조군보다 유의하게 큰 개선을 나타냈다.

표 3. 낙상 관련 신체적 및 심리적 변인의 RM-ANOVA와 Independent *t*-test 결과

Variables	Group	pre	post	△ (post-pre)	F, *p* value, η^2			Independent *t*-test	
					Time	Group	T×G	t	*p*
K-FRAIL Score	TG (n=11)	3.18±1.25	2.73±0.47	−0.46±1.37	F=.263 p=.614 η^2=.014	F=3.733 p=.068 η^2=.164	F=5.812 p=.026* η^2=.234	−2.410	0.26*
	CG (n=11)	3.20±0.79	3.90±0.88	0.70±0.68					
SLBT	TG (n=11)	4.33±1.91	6.61±3.87	2.28±2.35	F=5.705 *p*=.027* η^2=.231	F=.865 *p*=.364 η^2=.044	F=12.453 *p*=.002** η^2=.396	3.530	.002**
	CG (n=11)	4.59±2.58	4.15±2.65	−0.44±0.64					
FRT	TG (n=11)	24.64±4.47	29.96±4.94	5.32±2.99	F=22.943 *p*=.000*** η^2=.547	F=.536 *p*=.473 η^2=.027	F=28.758 *p*=.000*** η^2=.602	5.363	.000***
	CG (n=11)	25.5±7.72	25.2±7.3	−0.3±1.49					
YBT	TG (n=11)	60.94±13.31	76.59±20.32	15.65±21.56	F=4.790 *p*=.041* η^2=.201	F=.375 *p*=.548 η^2=.019	F=5.327 *p*=.032* η^2=.219	2.317	.032*
	CG (n=11)	64.96±15.67	64.55±17.74	−0.42±4.37					
TUG	TG (n=11)	10.10±2.30	8.93±1.97	−1.15±0.62	F=5.850 p=.026* η^2=.235	F=0.763 p=.393 η^2=.039	F=6.958 p=.016* η^2=.268	−2.648	.016*
	CG (n=11)	10.30±1.91	10.40±2.61	0.05±1.37					
30s-STS	TG (n=11)	10.10±2.39	13.70±2.49	3.64±2.11	F=16.580 p=.001** η^2=.466	F=0.060 p=.809 η^2=.003	F=28.839 p=.000*** η^2=.603	5.378	.000***
	CG (n=11)	11.9±2.77	11.4±2.68	−0.50±1.27					
K-ABC	TG (n=11)	24.45±4.38	34.34±7.4	9.89±5.80	F=15.044 *p*=.001** η^2=.442	F=4.965 *p*=.038* η^2=.207	F=43.207 *p*=.000*** η^2=.695	6.577	.000***
	CG (n=11)	26.42±3.43	23.87±2.49	−2.55±1.50					
K-FES	TG (n=11)	53.18±5.31	44.45±4.57	−8.73±4.22	F=4.554 p=.046* η^2=.193	F=24.397 *p*=.000*** η^2=.562	F=27.830 p=.000*** η^2=.594	−5.275	.000***
	CG (n=11)	55.0±4.90	58.7±3.27	3.7±6.45					

(M ± SD), *p<.05, **p<.01, ***p<.001, TG; Training Group, CG; Control Group, SLBT; Single-Leg Balance Test, FRT; Functional Reach Test, YBT; Y Balance Test, TUG; Timed Up and Go Test, 30s-STS; 30Second Sit-to-Stand Test, K-ABC; Korean Activities-specific Balance Confidence Scale, K-FES; Korean Falls Efficacy Scale

2. 운동 중재에 따른 낙상 관련 심리적 요인 전후 변화

8주간의 단계적 발 감각 통합 운동을 실시하고 발 감각 통합 운동군의 낙상 관련 심리적 요인 전후 변화는 〈표 3〉과 같다.

반복측정 분산분석 결과, K-ABC(F=43.207, p<.001, ηp^2=.695) 와 K-FES(F=27.830, p<.001, ηp^2=.594)에서 모두 유의한 집단×시간 상호작용 효과가 나타났다. 균형 자신감을 평가하는 K-ABC는 운동 전 24.45±4.38(점)에서 운동 후 34.34±7.4(점)으로 증가하였으며 낙상 효능감 수준을 평가하는 K-FES 역시 발 감각 통합 운동 전 53.18±5.31(점)에서 운동 후 44.45±4.57(점)으로 감소하였다. 이는 점수가 낮을수록 낙상에 대한 우려 수준이 낮고 낙상 효능감이 높은 상태를 의미한다. 한편, 변화량

표 4. 운동 중재에 따른 낙상 관련 신체적 및 심리적 변인 간 Pearson's correlation analysis 결과

Variable	SLBT	FRT	YBT	TUG	30s-STS	K-ABC	K-FES
SLBT	1						
FRT	.818**	1					
YBT	.018	.605*	1				
TUG	-.570*	-.551*	-.163	1			
30s-STS	.021	.473*	.217	-.661*	1		
K-ABC	.804**	.698*	.039	-.690*	.452*	1	
K-FES	-.545*	-.541*	-.136	.825**	-.690*	-.405	1

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, SLBT; Single-Leg Balance Test, FRT; Functional Reach Test, YBT; Y Balance Test, TUG; Timed Up and Go Test, 30s-STS; 30 Second Sit-to-Stand Test, K-ABC; Korean Activities-specific Balance Confidence Scale, K-FES; Korean Falls Efficacy Scale

분석 결과에서도 발 감각 통합 운동군의 K-ABC와 K-FES 점수가 대조군보다 유의하게 개선된 것으로 나타났다(p<.001).

3. 낙상 관련 신체적 요인 및 심리적 요인 간 상관관계 분석 결과

본 연구의 종속변수인 낙상 관련 신체적 요인과 심리적 요인 간의 관련성을 확인하기 위해 발 감각 통합 운동군의 중재 후 측정값을 이용하여 피어슨 상관관계분석(Pearson's correlation analysis)을 실시한 결과는 다음 〈표 4〉와 같다. 분석 결과 K-ABC는 SLBT(p<.01), FRT 및 30s-STS(p<.05)와 유의한 정(+)적 상관관계를, TUG와는 유의한 부(-)적 상관관계를 나타냈다(p<.05). K-FES의 경우 TUG(p<.01)와 유의한 정(+)적 상관관계를, SLBT, FRT 및 30s-STS와는 유의한 부(-)적 상관관계를 나타냈다(p<.05).

Ⅳ. 논 의

본 연구는 신체적 예비능력이 낮고 기능 수준의 개인차가 큰 허약 여성 노인을 대상으로 8주간 발 감각 통합 운동을 적용하였다. 운동은 발과 발목 전략 중심의 기초 과제에서 고관절 전략 및 동적 균형 과제로 난이도를 단계적으로 확장하는 방식으로 구성하였으며 이를 통해 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인에 대한 효과를 종합적으로 규명하고자 하였다. 연구 결과, 단계적 발 감각 통합 운동군은 대조군과비교하여 낙상 관련 신체적 요인에 해당하는 SLBT(p<.01), FRT(p<.001), YBT(p<.05), TUG(p<.05) 및 30s-STS(p<.001)와 낙상 관련 심리적 요인에 해당하는 K-ABC(p<.001) 및 K-FES(p<.001)에서 유의한 집단×시간 상호작용 효과를 나타냈으며 특히, 허약 척도(K-FRAIL)에서도 집단 간 상이한 변화 양상이 확인되었다(p<.05). 또한 상관분석 결과 K-ABC는 SLBT(p<.01), FRT 및 30s-STS(p<.05)는 유의한 정(+)적 상관관계를 나타내었으며 TUG와

는 유의한 부(-)적 상관관계를 보였다(p<.05). K-FES와 TUG는 유의한 정(+)적 상관관계를 보였고(p<.01) SLBT, FRT 및 30s-STS와는 유의한 부(-)적 상관관계를 나타냈다(p<.05). 이러한 결과는 단계적 발 감각 통합 운동이 허약 노인의 균형능력, 이동성 및 하지 기능과 같은 낙상 관련 신체적 요인뿐 아니라 균형 자신감과 낙상효능감과 같은 심리적 요인에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며 나아가 허약 상태와 관련된 부정적인 변화 양상을 완화할 가능성을 시사한다.

선행연구에서는 허약 노인을 대상으로 한 다양한 신체활동 중재가 균형능력, 이동성 및 하지 기능 향상에 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 보고하였다(Savvakis, Adamakidou & Kleisiaris, 2024). 특히, 허약 노인은 신체적 예비능력이 저하된 상태로 인해 작은 기능 저하에도 일상생활 수행능력이 크게 영향을 받을 수 있지만 반대로 적절한 운동 자극이 제공될 경우 비교적 큰 기능적 향상을 나타낼 수 있다고 설명하였다(de Souza et al., 2022). 본 연구에서도 8주간의 단계적 발 감각 통합 운동에 참여한 운동군은 대조군과 비교하여 SLBT(ηp^2=.396, p<.01), FRT(ηp^2=.602, p<.001), YBT(ηp^2=.219, p<.05), TUG(ηp^2=.268, p<.05) 및 30s-STS(ηp^2=.603, p<.001)에서 유의한 시간×집단 상호작용 효과를 나타냈다. 특히 FRT(ηp^2=.602)와 30s-STS(ηp^2=.603)에서 상대적으로 큰 효과크기가 확인되어 단계적 발 감각 통합 운동이 허약 여성 노인의 기능적 균형능력과 하지기능 향상에 실질적으로 기여했을 가능성을 시사한다. 이러한 결과는 허약 노인이 일반 노인에 비해 신체기능 수준과 생리적 예비능력(Physiological reserve)이 감소된 상태이기 때문에(Li et al., 2021) 상대적으로 적은 운동 자극에도 기능적 적응이 크게 나타났을 것으로 생각된다. 특히 본 연구에서 적용한 단계적 발 감각 통합 운동은 단순한 신체활동 제공에 그치지 않고 발 접지, 체중 분산, 발가락 활용 및 발목 안정화 전략을 반복적으로 수행하도록 구성되었다. 발은 체중부하 상황에서 신체의 지지기반(Base of support)을 형성하고 지면반발력을 상위 관절로 전달하는 역할을 수행하므로(Wang et al., 2016) 이러한 중재 접근은 안정적인 지지기반 형성에 기여하였을 가능성이 있으며 결과적으로 자세조절 능력뿐 아니라 체중 이동 및 이동 수행능력 향상에도 긍정적으로 작용하였을 것으로 판단된다. 또한, K-FRAIL에서도 유의한 집단×시간 상호작용 효과가 확인되었으며(ηp^2=.234, p<.05) 발 감각 통합 운동군에서는 점수가 감소한 반면 대조군에서는 증가하는 양상을 나타냈다. 이러한 상반된 결과는 단계적 발 감각 통합 운동을 통해 향상된 균형능력, 이동성 및 하지 기능이 허약한 여성 노인의 허약 상태 악화를 완화하는데 긍정적으로 작용한 반면, 구조화된 운동 중재가 제공되지 않은 대조군에서는 자연 경과에 따른 허약 진행이 나타났을 가능성을 시사한다. 그러나 연구 기간 중 대상자의 신체활동량과 건강상태 변화를 별도로 조사하지 않았기 때문에 대조군의 점수 증가 원인을 명확하게 설명하기에는 제한이 있다. 따라서 본 연구에서 나타난 K-FRAIL의 시간×집단 상호작용 효과에는 대조군의 허약 수준 악화로 인해 집단 간 차이가 상대적으로 확대된 결과가 일부 반영되었을 가능성이 있으므로 신중하게 해석할 필요가 있다.

또한, 본 연구에서는 신체적 낙상 위험요인의 개선과 함께 심리적 낙상 위험요인에서도 유의한 변화가 확인되었다. 노인의 낙상은 근력이나 균형능력과 같은 신체적 요인뿐 아니라 낙상에 대한 두려움과 균형 자신감과 같은 심리적 요인에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Hadjistavropoulos et al., 2021; MacKay et al.,, 2021). 특히, 허약한 여성 노인은 일반 여성 노인에 비해 신체기능 저하와 낙상 경험으로 인해 낙상에 대한 불안이 높고 신체활동을 회피하는 경향이 큰 것으로 보고되고 있다(de Souza et al., 2022). Papalia et al.(2020)의 연구에서 허약 노인을 대상으로 한 신체활동 중재는 균형 자신감에 중간 수준의 유의한 효과를 나타냈다고 보고하였으며(SMD=−.52, 95% CI [−1.01, −.03], p=.04) 허약 지역사회 노인을 대상으로 12주간 가정 기반 운동 프로그램을 적용한 Kapan et al.(2017)의 연구에서도 FES-I 점수가 44.1(점)에서 39.9(점)으로 유의하게 감소하여 운동 중재가 낙상에 대한 우려를 완화할 수 있음을 보고하였다. 본 연구에서도 K-ABC(ηp^2=.695, p<.001)와 K-FES(ηp^2=.594, p<.001)에서 유의한 집단×시간 상호작용과 큰 효과크기가 확인되었다. 이러한 결과는 참여자들이 중재 기간 동안 다양한 균형 과제와 체중지지 활동을 반복적으로 수행하면서 자신의 움직임을 성공적으로 경험하고 신체에 대한 통제감과 자신감을 회복하였기 때문으로 생각된다. 또한, 허약한 노인에게서 낙상 두려움의 감소와 균형 자신감의 향상은 단순한 심리적 변화에 그치는 것이 아니라 신체활동 참여를 촉진하고 기능 저하의 악순환을 예방하는 측면에서도 중요한 의미를 가질 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 상관분석 결과에서 K-ABC는 SLBT(r=.804, p<.01), FRT(r=.698, p<.05), 30s-STS(r=.452, p<.05) 및 TUG(r=−.690, p<.05)와 유의한 상관관계가 나타났다. K-FES의 경우 TUG(r=.825, p<.01), SLBT(r=−.545, p<.05), FRT(r=−.541, p<.05) 및 30s-STS(r=−.690, p<.05)와 유의한 상관관계가 나타났다. 이는 균형능력과 하지기능이 우수하고 이동 수행시간이 짧을수록 균형 자신감이 높고 낙상에 대한 우려가 낮다는 것을 의미한다. Portegijs et al.(2012) 연구에서도 노인의 균형 자신감이 이동성(ρ=−.56, p<.001) 및 균형 수행능력(ρ=.72, p<.001)과 중간 이상의 상관관계를 보였다고 보고하였으며 Khodadadi et al.(2024)의 연구에서도 FES-I는 TUG(ρ=.53, p<.05), 눈을 뜨고 실시한 한발서기(ρ=−.50, p<.05)와 눈을 감고 실시한 한발서기(ρ=−.58, p<.05) 및 30s-STS(ρ=−.48, p<.05)와는 중간 수준의 상관관계를 나타내었다. 특히, 허약 노인의 경우 낙상에 대한 두려움으로 인해 신체활동을 회피하게 되고 이는 다시 신체기능 저하를 초래하는 악순환으로 이어질 수 있다고 하였다(Baek, Min, Ji, Park & Kang, 2024). 따라서, 허약한 여성 노인의 낙상 예방을 위해서는 신체기능 향상뿐 아니라 낙상 두려움 감소와 균형 자신감 향상을 함께 고려한 통합적 접근이 필요할 것으로 생각된다.

한편, YBT는 K-ABC 및 K-FES와 유의한 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타났다. YBT는 지지기저면을 벗어난 방향으로 최대 도달거리를 측정하는 고난도의 동적 균형 과제로 균형 자신감이나 낙상에 대한 두려움보다는 하지 근력, 관절가동범위 및 운동조절 능력과 같은 신체적 수행능력의 영향을 상대적으

로 더 크게 받을 수 있다고 설명하였다(Plisky et al., 2021). 이러한 선행 연구 결과와 본 연구 결과를 종합하면 허약 노인의 심리적 요인이 높은 수준의 동적 균형 수행능력보다는 일상생활에서 빈번하게 요구되는 정적 균형능력, 이동성 및 하지 기능과 더욱 밀접하게 관련되어 있을 가능성을 시사한다. 다만 본 연구에서 운동 중재 후 YBT가 유의하게 향상된 결과는 발 감각 통합 운동이 동적 균형 능력 향상에도 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한, 허약한 여성 노인을 대상으로 YBT를 적용한 선행연구와 본 연구에서 확인된 유의한 변화를 고려할 때 충분한 사전 연습과 안전관리가 전제된다면 YBT는 허약한 여성 노인의 동적 균형능력 변화를 평가하는 데 활용될 수 있을 것으로 판단된다(Jang et al., 2021; Wang et al., 2025). 그러나 이러한 변화가 심리적 요인 변화와 어떠한 기전을 통해 연결되는지에 대해서는 명확히 설명하기 어려운 측면이 있다. 따라서 향후 연구에서는 허약 노인을 대상으로 보다 다양한 동적 균형 평가와 심리적 요인을 함께 고려하여 발 감각 통합 운동이 신체적 기능과 심리적 요인에 미치는 상호작용 기전을 추가적으로 검증할 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가진다. 첫째, 본 연구는 소규모 표본을 대상으로 수행되었으며 연구대상 또한 허약 여성 노인으로 한정되어 있어 연구 결과를 남성 노인 또는 일반 노인 집단에 일반화하는 데에는 제한이 있다. 둘째, 본 연구에서는 단계적 발 감각 통합 운동의 효과를 균형능력, 이동성, 하지 기능 및 심리적 요인을 중심으로 확인하였으나 발바닥 감각 기능, 고유수용성 감각 또는 신경근 활성도와 같은 기전적 변인을 직접 측정하지 못하였다. 마지막으로 본 연구는 8주간의 중재 직후 나타난 단기 효과만을 확인하였으며 중재 종료 이후 효과의 지속 여부는 확인하지 못하였다. 따라서 향후 연구에서는 표본 수를 확대하고 다양한 성별 및 기능 수준을 가진 대상자를 모집하여 본 연구 결과를 재검증할 필요가 있다. 또한, 발 감각 기능, 고유수용성 감각, 족저압 분포 및 근활성도와 같은 기전적 지표와 함께 실제 낙상 발생 여부 및 빈도를 종합적으로 평가하고 장기 추적관찰을 실시함으로써 단계적 발 감각 통합 운동이 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인을 개선하고 향후 낙상 예방을 위한 중재로 활용될 가능성이 있는지 확인할 필요가 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 허약한 여성 노인을 대상으로 8주간 이루어진 단계적 발 감각 통합 운동의 효과를 규명한 연구로써 단계적 발 감각 통합 운동이 허약한 여성 노인의 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인을 통합적으로 개선하기 위한 운동 중재 전략으로 활용될 수 있음을 확인하였다.

본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 8주간의 단계적 발 감각 통합 운동이 허약한 여성 노인의 균형능력(SLBT, FRT, YBT), 이동성(TUG) 및 하지 기능(30s-STS)과 같은 낙상 관련 신체적 요인을 유의하게 향상시켰으며 균형 자신감(K-ABC)과 낙상 효능감(K-FES)과 같은 심리적 요인 또한 유의

하게 개선시키는 것으로 나타났다. 둘째, 발 감각 통합 운동 후 낙상 관련 심리적 요인이 일부 신체적 요인과 유의한 관련성이 있는 것으로 나타나 허약 노인의 낙상 위험은 신체적 요인과 심리적 요인이 상호 연관되어 있음을 확인하였다. 이러한 결과는 신체적 예비능력이 저하되고 기능 수준의 개인차가 큰 허약 여성 노인에게 단계적으로 감각 자극과 과제 난이도를 증가시키는 발 감각 통합 운동이 낙상 관련 신체적 및 심리적 요인을 효과적으로 개선할 수 있음을 시사한다. 실제 낙상 발생에 미치는 효과에 대해서는 추가적인 검증이 필요하지만, 본 운동은 향후 노인복지관의 집단운동, 방문운동 프로그램 및 요양시설의 기능 증진 프로그램 등 다양한 임상 및 지역사회 현장에서 허약 여성 노인의 낙상 예방 관련 요인을 개선하기 위한 중재로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

김명배 & 진영윤. (2016). 저강도 복합운동이 허약여성노인의 신체조성, 기능체력, 뇌신경성장인자 및 인지기능에 미치는 영향. **한국체육과학회지, 25**(1), 1303-1314.

박기범, 조비룡, 권인순, 박병주, 김태곤, 조광연, 박언진 & 김미정. (2010). 한국어판 낙상효능척도-국제형의 신뢰도 및 타당도 (KFES-I). **대한재활의학회, 34**(5), 554-559.

박현영 & 신소희. (2020). 허약노인의 복합운동프로그램 참여가 체력, 일상생활수행능력 및 인지상태에 미치는 영향. **한국노년학, 40**(3), 429-442.

심현 & 전지현. (2025). 발 내재근 및 외재근 통합 운동이 지역사회 여성 노인의 엄지발가락 관절 가동범위 및 균형능력에 미치는 영향. **한국여성체육학회지, 39**(2), 165-182.

Jang, S. N., Cho, S. I., Ou, S. W., Lee, E. S., & Baik, H. W. (2003). The validity and reliability of Korean fall efficacy scale (FES) and activities-specific balance confidence scale (ABC). *Journal of the Korean Geriatrics Society, 7*(4), 255-268.

Jung, H. W., Yoo, H. J., Park, S. Y., Kim, S. W., Choi, J. Y., Yoon, S. J., Kim, C. H., & Kim, K. I. (2015). The Korean version of the FRAIL scale: clinical feasibility and validity of assessing the frailty status of Korean elderly. *The Korean Journal of Internal Medicine, 31*(3), 594-600.

Kang, J. E., Yi, K. O., & Lee, T. Y. (2015). The effect of multisensory exercise on foot pressure sensitivity, balance for the elderly. *Korean Journal of Sport Biomechanics, 25*(1), 95-101.

Lee, H., Chong, J., Jung, H. W., Baek, J. Y., Lee, E., & Jang, I. Y. (2021). Association of the FRAIL scale with geriatric syndromes and health-related outcomes in Korean older adults. *Annals of Geriatric Medicine and Research, 25*(2), 79.

Abdullah, K., Ardi, Y. G., & Tsabita, J. (2021). Pengaruh Stimulasi Somatosensorik Pada Kaki Terhadap Perubahan Keseimbangan Dinamis Lansia: Foot Somatosensory Stimulation on Dynamic Balance in Elderly. *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing), 7*(2), 220-225.

Ahn, B. R., Kang, H. J., Choi, E. J., Jang, S. W., Chung, H. S., & Jeon, K. S. (2019). Correlation of the Korean version of falls efficacy scale-international with quantitative balance and gait parameters through

exercise program in elderly men. *Annals of Rehabilitation Medicine, 43*(2), 195-203.

Baek, W., Min, A., Ji, Y., Park, C. G., & Kang, M. (2024). Impact of activity limitations due to fear of falling on changes in frailty in Korean older adults: a longitudinal study. *Scientific Reports, 14*(1), 19121.

Cavlak, M., Ata, E., & Algun, Z. C. (2025). Effect of plantar sensory exercises on balance and fall risk in nursing home elderly. *Foot (Edinburgh, Scotland), 62*, 102156.

Chen, B., Wang, M., He, Q., Wang, Y., Lai, X., Chen, H., & Li, M. (2022). Impact of frailty, mild cognitive impairment and cognitive frailty on adverse health outcomes among community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine, 9*, 1009794.

de la Rica-Escuín, M., González-Vaca, J., Varela-Pérez, R., Arjonilla-García, M. D., Silva-Iglesias, M., Oliver-Carbonell, J. L., & Abizanda, P. (2014). Frailty and mortality or incident disability in institutionalized older adults: the FINAL study. *Maturitas, 78*(4), 329-334.

de Souza, L. F., Canever, J. B., Moreira, B. D. S., Danielewicz, A. L., & de Avelar, N. C. P. (2022). Association between fear of falling and frailty in community-dwelling older adults: a systematic review. *Clinical Interventions in Aging, 129-140*.

Fairhall, N., Langron, C., Sherrington, C., Lord, S. R., Kurrle, S. E., Lockwood, K., Monaghan, N., Aggar, C., Gill, L., & Cameron, I. D. (2011). Treating frailty--a practical guide. *BMC Medicine*, 9, 83.

Gordon, E. H., & Hubbard, R. E. (2020). Differences in frailty in older men and women. *Medical Journal of Australia, 212*(4).

Hadjistavropoulos, T., & Delbaere, K. (2021). The psychology of fall risk: Fear, anxiety, depression, and balance confidence. *Falls in older people: Risk factors, strategies for prevention and implications for practice, 160-71*.

Jang, E. M., & Park, S. H. (2021). Effects of neuromuscular electrical stimulation combined with exercises versus an exercise program on the physical characteristics and functions of the elderly: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(5), 2463.

Kapan, A., Luger, E., Haider, S., Titze, S., Schindler, K., Lackinger, C., & Dorner, T. E. (2017). Fear of falling reduced by a lay led home-based program in frail community-dwelling older adults: A

randomised controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 68*, 25-32.

Khodadadi, Z., ShahAli, S., Hejazi, A., & Shanbehzadeh, S. (2024). Association of fear of falling with performance-based physical function and low back pain in older adults: a cross-sectional study in Iran. *BMJ Open, 14*(8), e086970.

Korchi, K., Noé, F., Bru, N., & Paillard, T. (2019). Optimization of the Effects of Physical Activity on Plantar Sensation and Postural Control With Barefoot Exercises in Institutionalized Older Adults: A Pilot Study. *Journal of Aging and Physical Activity, 27*(4), 452-465.

Landers, M. R., Oscar, S., Sasaoka, J., & Vaughn, K. (2016). Balance confidence and fear of falling avoidance behavior are most predictive of falling in older adults: prospective analysis. *Physical Therapy, 96*(4), 433-442.

Lesch, K. J., Tuomisto, S., Tikkanen, H. O., & Venojärvi, M. (2024). Validity and reliability of dynamic and functional balance tests in people aged 19-54: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy, 19*(4), 381.

Levine, D. A., Gross, A. L., Briceño, E. M., Tilton, N., Giordani, B. J., Sussman, J. B., Hayward, R. A., Burke, J. F., Hingtgen, S., Elkind, M. S. V., Manly, J. J., Gottesman, R. F., Gaskin, D. J., Sidney, S., Sacco, R. L., Tom, S. E., Wright, C. B., Yaffe, K., & Galecki, A. T. (2021). Sex Differences in Cognitive Decline Among US Adults. *JAMA Network Open, 4*(2), e210169.

Li, Y., Liu, M., Miyawaki, C. E., Sun, X., Hou, T., Tang, S., & Szanton, S. L. (2021). Bidirectional relationship between subjective age and frailty: a prospective cohort study. *BMC Geriatrics, 21*(1), 395.

MacKay, S., Ebert, P., Harbidge, C., & Hogan, D. B. (2021). Fear of Falling in Older Adults: A Scoping Review of Recent Literature. *Canadian Geriatrics Journal : CGJ, 24*(4), 379-394.

McAllister, L. S., & Palombaro, K. M. (2020). Modified 30-second sit-to-stand test: reliability and validity in older adults unable to complete traditional sit-to-stand testing. *Journal of Geriatric Physical Therapy, 43*(3), 153-158.

Nightingale, C. J., Mitchell, S. N., & Butterfield, S. A. (2019). Validation of the timed up and go test for assessing balance variables in adults aged 65 and older. *Journal of Aging and Physical Activity, 27*(2), 230-233.

Omaña, H., Bezaire, K., Brady, K., Davies, J.,

Louwagie, N., Power, S., Santin, S., & Hunter, S. W. (2021). Functional Reach Test, Single-Leg Stance Test, and Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment for the Prediction of Falls in Older Adults: A Systematic Review. *Physical Therapy, 101*(10), pzab173.

Papalia, G. F., Papalia, R., Diaz Balzani, L. A., Torre, G., Zampogna, B., Vasta, S., Fossati, C., Alifano, A. M., & Denaro, V. (2020). The Effects of Physical Exercise on Balance and Prevention of Falls in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine, 9*(8), 2595.

Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021). Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International Journal of Sports Physical Therapy, 16*(5), 1190-1209.

Portegijs, E., Edgren, J., Salpakoski, A., Kallinen, M., Rantanen, T., Alen, M., Kiviranta, I., Sihvonen, S., & Sipilä, S. (2012). Balance confidence was associated with mobility and balance performance in older people with fall-related hip fracture: a cross-sectional study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 93*(12), 2340-2346.

Rodrigues, M. M., Borges, D. C., Oliveira, L. V. D., Cabreira, M. T., Silveira, M. F. D., & Hentschke, V. S. (2023). Intrinsic foot strengthening and electrostimulation in older adults-Randomized clinical trial. *Fisioterapia em Movimento, 36*, e36127.

Romero-Ortuño, R., Martínez-Velilla, N., Sutton, R., Ungar, A., Fedorowski, A., Galvin, R., Theou, O., Davies, A., Reilly, R. B., Claassen, J., Kelly, Á. M., & Ivanov, P. C. (2021). Network Physiology in Aging and Frailty: The Grand Challenge of Physiological Reserve in Older Adults. *Frontiers in Network Physiology, 1*, 712430.

Savvakis, I., Adamakidou, T., & Kleisiaris, C. (2024). Physical-activity interventions to reduce fear of falling in frail and pre-frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *European Geriatric Medicine, 15*(2), 333-344.

Shim, G. Y., Yoo, M. C., Soh, Y., Chon, J., & Won, C. W. (2024). Obesity, physical performance, balance confidence, and falls in community-dwelling older adults: results from the Korean frailty and aging cohort study. *Nutrients, 16*(5), 614.

Wang, C., Jiao, X., Liang, J., & Lu, A. (2025).

The impact of muscle mass, strength, and physical functioning on postural balance in older adults with sarcopenia. *Clinics, 80*, 100784.

Wang, Y., Watanabe, K., & Chen, L. (2016). Effect of plantar cutaneous inputs on center of pressure during quiet stance in older adults. *Journal of Exercise Science and Fitness, 14*(1), 24-28.

Xie, H., Wang, Z., Wang, C., & Chien, J. H. (2025). Ageing changes the proprioceptive contribution to balance control under different types of mastoid vibration: A cross-sectional study. *Experimental Physiology, 110*(10), 1431-1446.

Yang, Z. C., Lin, H., Jiang, G. H., Chu, Y. H., Gao, J. H., Tong, Z. J., & Wang, Z. H. (2023). Frailty Is a Risk Factor for Falls in the Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Nutrition, Health & Aging, 27*(6), 487-595.

Effects of Stepwise Foot Sensory Integration Exercise on Fall-Related Physical and Psychological Factors in Frail Older Women

Hyeon Sim(Kookmin University, Doctoral Candidate) · Ji-Hyun Chun(Kookmin University, Assistant Professor)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of an 8-week stepwise foot sensory integration exercise program on fall-related physical and psychological factors in frail older women. Twenty-two frail older women, identified using the K-FRAIL scale, were recruited and randomly assigned to either an exercise group (n=11) or a control group (n=11). The exercise group participated in a stepwise foot sensory integration exercise program for 8 weeks. Fall-related physical factors were assessed using the SLBT, FRT, YBT, TUG, and 30s-STS. Fall-related psychological factors were evaluated using the K-ABC and the K-FES. Data were analyzed using RM-ANOVA, independent t-tests, and Pearson's correlation analysis with SPSS WIN 29.0. The results showed significant time×group interaction effects in the exercise group for SLBT (p<.01), FRT (p<.001), YBT (p<.05), TUG (p<.05), 30s-STS (p<.001), K-ABC (p<.001), and K-FES (p<.001). Furthermore, change score analyses indicated that the exercise group demonstrated significantly greater improvements than the control group across all outcome variables. Correlation analysis showed that K-ABC and K-FES were significantly correlated with most fall-related physical factors, except YBT (p<.05, p<.01). These findings suggest that stepwise foot sensory integration exercise is effective in improving not only fall-related physical factors, including balance ability, mobility, and lower-extremity function, but also psychological factors such as balance confidence and falls efficacy in frail older women. Therefore, this intervention may serve as an effective integrated strategy for reducing fall risk by simultaneously addressing both physical and psychological fall-related factors in frail older women.

Key words: foot sensory integration exercise, frail older women, balance ability, mobility, falls efficacy

논문 접수일 : 2026. 08. 08
논문 승인일 : 2026. 09. 08
논문 게재일 : 2026. 09. 30