

하지근력강화중심 낙상예방운동이 노인의 신체기능 및 근구조 변화에 미치는 영향

양지¹, 이완희¹, 강기산², 김효실^{3*}

¹삼육대학교 물리치료학과, ²제주한라대학교 간호학과, ³제주한라대학교 보건행정과

The Effect of the Fall Prevention Exercise Program Focussed on Strengthening of the Lower Extremity Muscles on the Change of Physical Function and Muscle Architecture of the Elderly

Ji Yang¹, Wan-Hee Lee¹, Ki-Seon Kang², Hyo-Sil Kim^{3*}

¹Department of Physical Therapy, Sahmyook University

²Department of Nursing, Cheju Halla University

³Department of Health Administration, Cheju Halla University

요약 본 연구는 낙상예방운동 프로그램을 적용 후 효과를 검증하고자 수행되었다. J시 A읍 두 보건진료소의 65세 이상 노인 52명 노인을 대상으로 2014년 6월1일부터 7월14일까지 시행되었다. 대상자는 실험군 31명, 대조군 21명으로 무작위로 분류하였다. 실험군은 주 2회, 6주간 낙상예방운동 프로그램을 실시하였고, 대조군 21명은 교육만 실시하였다. 연구결과 신체적 기능의 TUG에서 두 그룹 간에 유의한 차이를 보였다($p=.032$). 정신적 기능의 낙상두려움, 낙상효능감에서는 통계적으로 유의하지 않았다. 하지근육의 초음파 측정은 7항목(RF CSA Contraction, RF DIS Resting, TA Thickness Contraction, TA P-angle Contraction, GCM Thickness Resting, GCM Thickness Contraction, GCM P-angle Contraction)에서 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다($P<.05$). 결론적으로 본 프로그램은 낙상예방에 매우 효과적이다.

Abstract This study was conducted to verify the effect of the fall prevention exercise program (FPEP). From 1st June to 14th July in 2014, 52 subjects above the age of 65 in 2 health clinics of A town, J city were randomly assigned to two groups(exercise 31, control 21). While exercise group performed FPEP twice a week for 6 weeks, control group received education only. The results showed significant difference between the two groups in the TUG of physical function($P=.032$). There were no statistically significant difference between the two groups in the fear of falls, falls efficacy of mental functions. The result of ultrasound measurement of lower extremity muscles showed statistically significant differences between groups in the 7 items(RF CSA Contraction RF DIS Resting, TA Thickness Contraction, TA P-angle Contraction, GCM Thickness Resting, GCM Thickness Contraction, GCM P-angle Contraction)($p <.05$). In conclusion, the FPEP is very effective in the prevention of falls.

Key Words : ADL, TUG, FRT, BBS, Fall Efficacy, Fear of fall, Sono on lower extremities

1. 서론

1.1 연구의 필요성

노인인구의 증가와 고령화는 세계적인 추세이며, 우리

나라도 2010년에 65세 이상 노인인구가 전체 인구의 11.0%를 넘어 고령화 사회(Aging society)로 진입하였고, 2020년에는 65세 이상 노인인구가 15.7%를 차지하여 고령 사회(Aged society)가 될 것이고, 2030년에는 65세 이

*Corresponding Author : Hyo-Sil Kim(Cheju Halla Univ.)

Tel: +82-10-8662-7665 email: pat@chu.ac.kr

Received January 2, 2015

Revised (1st February 16, 2015, 2nd February 23, 2015, 3rd March 4, 2015)

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

상 노인인구가 24.3%를 차지하며 초고령 사회(super-aged society)로 진입할 것으로 전망된다[1]. 고령화는 일반적으로 신체와 정신건강의 급격한 기능저하와 연관되어 있으며[2-4], 이와 같은 건강상태의 저하는 심각한 공중위생 문제 중 하나인 낙상과 깊은 관련이 있다[2, 5, 6]. 또한 노화로 인해 하지 근력이 감소되면 노인은 활동에 큰 어려움을 겪게 되고[7-9], 낙상의 위험성도 증가된다[7, 10]. 65세 이상 노인의 최소 33% 이상이 매년 낙상을 경험하고, 이들 중 50% 이상이 재발하며[2, 5, 6], 한번이라도 낙상을 경험했던 노인은 다시 낙상을 경험할 확률이 2~3배 이상 높다[11, 12]. 더구나 노인이 낙상을 경험하면 일반적으로 두려움이 생기며 다시 낙상의 원인이 되기도 하고[13, 15-17] 낙상에 대한 두려움은 움직임의 저하와 균형에 대한 자신감을 감소시키기 때문에 노인건강의 주요한 요인이 된다[13, 16, 18-21]. 그리고 대부분의 노인의 골절은 낙상으로 발생하며[11, 22] 이는 종종 큰 사고로 이어져 노인의 삶의 질을 감소시키고 의료비를 증가시키게 되며[7, 23], 낙상은 노인들의 상해사망의 가장 큰 원인이 되기도 한다[11, 24-27]. 이 모든 정보들을 종합했을 때, 낙상이 노인들의 삶의 질과 독립에 가장 큰 위협이 되며 개인과 사회와 국민건강에 무거운 짐이 될 수 있음을 알 수 있다[11, 26, 28-30].

반면에 많은 연구논문에서 노인의 하지 근력과 균형 감각을 훈련시키면 움직임이 향상되고 낙상의 위험성을 줄일 수 있으며[7, 31, 32], 운동은 낙상을 예방하기 위한 가장 효과적인 방법으로 밝혀졌다[33, 34]. 유산소 운동[35, 36]이나 기구를 사용한 근력운동, 탄성밴드를 사용한 저항운동[35, 37] 등 다양한 운동을 통해 노인들의 신체적인 기능을 향상시킬 수 있고 낙상을 예방함으로써 노인들이 독립적인 생활을 하고, 삶의 질이 유지될 수 있다[33, 38]. 또한 노인들의 규칙적인 운동으로 유연성과 전반적인 심혈관계 기능을 증진시키고[39] 하지 근력과 신체균형을 향상시켜 낙상의 위험을 감소시켰으며[40-42], 당뇨병 노인들에게 6주간의 균형운동을 실시한 결과 자세동요가 감소되고 균형이 향상되어 낙상의 위험이 감소되었다[43]. 그리고 세라밴드를 이용한 저항운동은 전통적인 웨이트 트레이닝과 비슷한 효과가 있음이 확인되었고[40, 44, 45], 운동교육과 발목운동으로 이루어진 낙상예방 프로그램을 6주간 실시 후 낙상에 대한 경험, 두려움, 지식, 효능감, 예방행위가 모두 상승되었으며[46], 뇌졸중 환자의 낙상 예방을 위해 6주간 발목관절운동과

탄력고무밴드를 이용한 근력운동 실시 결과 보행, 균형, 낙상효능감의 향상을 가져왔다고 보고되었다[47]. 또한 노인이 중. 장년 성인에 비해 발목의 최대 힘 효율이 25~36% 떨어지기 때문에 발목의 근력강화가 평형성 유지에 중요하다고 하였고[48, 49], 발목운동이 발목근육의 기능(발등 쪽, 발바닥 쪽 굽힘과 근력)에 효과가 있다는 보고가 있었다[49]. 따라서 본 연구에서는 낙상예방운동 프로그램을 개발하는데 있어 하지근력의 강화, 특히 발목관절 운동에 초점을 맞추어 개발하였다.

지금까지 선행연구의 방향은 주로 낙상의 발생정도나 낙상으로 인한 손상 등을 중심으로 진행되어 왔으며, 낙상예방을 위한 중재적 측면에서는 근력강화를 위한 운동 프로그램 적용 효과에 관한 연구가 제한적으로 시행되어 왔다[46].

하지만 노인의 낙상예방을 위한 운동프로그램의 효과를 검증하기 위해서 하지근육의 변화를 재할 초음파로 측정하여 비교분석하는 연구는 매우 드물며, 이러한 측정 장비 등을 이용하여 다양한 연구를 수행하는 것은 매우 의미 있는 일이다.

또한 고령화 속도가 특히 빠른 농촌마을에서는 전통 가옥구조와 도로 등 불규칙한 노면으로 구성된 생활환경이 많아 낙상의 위험성이 더욱 높기 때문에 지속적인 낙상예방운동 프로그램에 대한 연구가 절실히 필요한 실정이다[50].

따라서 본 연구에서는 65세 이상 인구비율이 17.2%로 이미 고령사회로 접어들어 전국적인 인구변화 추세에 비해서 고령화 속도가 훨씬 빨라 낙상의 위험에 이미 심각하게 노출되어 있다고 판단되는 J시 A읍의 농촌마을 노인들[51]을 대상으로 낙상예방에 관한 연구를 시행하였다. 이를 통해 낙상예방운동 프로그램을 개발·적용하여 효과를 검증하고, 그 결과를 근거로 농촌 노인들에게 본 프로그램을 확대 및 보급하고자 하였다.

1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 농촌노인을 대상으로 낙상예방운동 프로그램을 6주간 적용하여 이에 대한 효과를 검증하는 것이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 낙상예방운동 프로그램이 노인의 신체적 기능(Activities of Daily Living Scale, Timed up and go test, Functional reach test, Berg balance scale)에 미치는 영향을 규명한다.

둘째, 낙상예방운동 프로그램이 노인의 정신적 기능(Fall efficacy scale, Fear of falling questionnaire)에 미치는 영향을 규명한다.

셋째, 낙상예방운동 프로그램이 노인의 하지근육의 변화에 미치는 영향을 규명한다.

1.3 연구가설

가설1. 낙상예방운동 프로그램을 실시한 실험군은 실시하지 않은 대조군보다 신체적 기능이 향상될 것이다.

가설2. 낙상예방운동 프로그램을 실시한 실험군은 실시하지 않은 대조군보다 정신적 기능이 향상될 것이다.

가설3. 낙상예방운동 프로그램을 실시한 실험군은 실시하지 않은 대조군보다 하지근육의 초음파 측정 결과가 향상될 것이다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구는 노인의 낙상예방운동 프로그램이 노인의 낙상에 대한 신체적 기능, 정신적 기능, 하지근육에 미치는 효과를 검증하기 위한 비동등성 대조군 사전 사후 유사 실험 연구이다.

2.2 연구대상

연구대상은 J시 A읍 2곳의 보건진료소에서 건강관리를 받고 있으며, 2개소의 경로당을 이용하는 만 65세 이상의 노인들 중 본 실험에 동의하고 프로그램 참여를 희망하는 자를 대상으로 정신질환이나 인지장애를 진단받은 자를 제외하여 총 65명을 모집하였다. 이들 중 35명을 실험군으로 선정하였으며 6주 동안 프로그램에 빠짐없이 참여한 31명을 최종 실험군으로 정하였다. 대조군은 낙상예방운동 프로그램에 대한 설명을 들은 후 평소대로 일상생활을 하고 6주 후 평가받기를 원하는 30명 중 평가에 불참한 9명을 제외하고 21명을 최종 대조군으로 하였다.

2.3 연구절차

2.3.1 낙상예방운동 프로그램의 개발

낙상예방운동 프로그램은 연구자가 관련 문헌들의 고

찰을 통해 자료를 수집하고 참고하여 프로그램의 내용을 구성하였고, 이를 재활 및 노인 운동프로그램을 전문으로 연구하는 간호학 교수 3인, 보건학 교수 1인, 물리치료학 교수 2인, 초음파 촬영을 전문적으로 담당하는 재활임상의학 연구원 1인과 물리치료사 1인이 보완하여 개발하였다. 본 연구에서 개발한 낙상운동프로그램은 하지근육 강화를 강조하였고, 특히 발목관절운동은 발목근육의 기능 향상을 위하여 thera-band와 체중을 활용한 발목 관절의 배측굴곡과 저측굴곡의 반복적, 점진적 운동을 통해 낙상예방에 더 큰 효과를 보고자 하였다. 또한 개발된 내용을 대상자인 노인들의 건강관리를 담당하고 있는 보건진료소장 2인의 자문을 얻어 노인의 안전과 건강상태에 맞게 다시 수정하였다. 본 프로그램은 대상 노인들의 체력에 맞게 점진적으로 과부하가 되도록 운동의 종류, 빈도, 강도, 지속시간 등의 내용이 구성되었으며, 운동의 종류는 유산소운동, 안정화 운동, thera-band를 이용한 하지근육 강화운동 등의 내용으로 구성되었다[Table 1].

2.3.2 자료수집절차 및 실험처치

본 연구의 자료수집기간은 2014년 5월 27일부터 2014년 7월 14일까지이며 사전평가, 실험처치, 사후평가 순으로 진행하였고, 본 연구를 수행하기 전에 제주한라대학교 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 받아 연구를 시행하였다. 또한 J시 A읍 두 곳의 진료소장과 경로당 노인회장의 협조를 얻어 노인대상자들을 선정하였고 대상자에게 연구 목적을 설명한 후 동의서를 받고 직접면담을 통해 설문지를 작성하였다. 이후 실험처치로는 연구자가 직접 대상자들이 이용하는 경로당으로 6주간 주2회 방문하여 한 곳은 오후 1시부터 2시까지 나머지 한 곳은 2시 30분부터 3시 30분까지 총 60분씩 낙상예방운동 프로그램을 적용하였으며, 연구자가 먼저 시범을 보인 후 대상자들이 적당한 속도로 따라할 수 있도록 구령에 맞추면서 실시하였다. 진행은 스트레칭을 시키고 나서 thera-band를 이용한 하지근력 강화운동과 균형안정 훈련운동을 마친 다음 다시 스트레칭으로 마무리 하였다.

2.4 연구평가도구

2.4.1 신체적 기능 평가도구

2.4.1.1 일상생활수행능력(Activities of Daily Living Scale : ADL)

본 연구에서는 Katz[52]가 개발하고 김소남[54]이 수

[Table 1] Exercise program for fall prevention

	Contents of the exercise	Time
Warning up	Stretching exercise (Trapezius, Sternocleidomastoid muscle, Suboccipital muscles, Splenius Cervicis, Deltoid Muscle, Triceps, Latissimus dorsi, Teres major muscle, wrist flexor and extensor, quadriceps femoris muscle, Rectus Abdominis, Gluteus muscles and Tensor fascia latae, Piriformis, Gastrocnemius and Soleus muscle, Trunk stretching through the cat and camel posture)	10 min
Main exercise	Lower extremities muscle strengthening exercise and balance improving exercise (knee, hip joint flexion and extension, ankle joint exercise) Abdominal muscle strengthening exercise (Rectus Abdominis, Transverse abdominis, Bridge exercise, Side bridge exercise, Dead bug exercise, Pelvic stabilization exercise) Lower extremities muscle strengthening exercise with theraband (knee, hip joint flexion and extension, ankle joint exercise)	40 min
Finishing exercise	Stretching exercise (Trapezius, Sternocleidomastoid muscle, Suboccipital muscles, Splenius Cervicis, Deltoid Muscle, Triceps, Latissimus dorsi, Teres major muscle, wrist flexor and extensor, quadriceps femoris muscle, Rectus Abdominis, Gluteus muscles and Tensor fascia latae, Piriformis, Gastrocnemius and Soleus muscle, Trunk stretching through the cat and camel posture)	10 min

정, 보완하여 강기선[40]이 사용한 도구로 측정하였으며, 자기 관리 능력을 평가하는 12개의 문항으로 구성되어있고 ‘완전 자립’(3점), ‘부분도움’(2점), ‘완전도움’(1점)의 3점 Likert 척도로서 점수가 높을수록 일상생활활동의 정도가 높은 것으로 해석하며, 총점은 36점이다. 본 연구에서 도구의 신뢰도는 Cronbach’s α 0.996이었다.

2.4.1.2 일어서서 걷기 검사(Timed up and go test : TUG)

대상자의 균형능력과 기능적인 운동성을 평가하여 낙상의 위험을 예측하기 위한 목적으로 사용되며, 기능적인 운동성과 이동능력, 그리고 동적균형능력을 평가하는 검사이다[40, 51, 52].

측정방법은 대상자가 팔걸이가 있는 의자에 앉은 후 실험자의 출발신호와 함께 의자에서 일어나 3m 거리를 걸어가 다시 되돌아와서 본래 의자에 앉는 시간을 초시계로 측정하며, 3회 반복 측정하여 평균값을 기록하고 단위는 sec(초)이다. 시간이 짧을수록 균형능력이 좋아짐을 의미한다.

2.4.1.3 기능적 뻗기 검사(Functional reach test : FRT)

기능적 과제 수행 시의 동적 균형 및 유연성을 측정할 수 있는 검사로 안정성의 한계를 평가한다[54, 56]. 선 자세에서 견관절 90° 굴곡하고 평행하게 앞으로 뻗도록 하여 시작자세의 세 번째 중수골두의 끝으로부터 최대한 앞으로 뻗었을 때의 세 번째 중수골두 끝까지의 거리를 측정하며, 3회 반복 측정하여 평균값을 기록한다. 단위는

cm이고 길수록 동적균형이 좋음을 의미한다.

2.4.1.4 버그 균형 척도(Burg balance scale : BBS)

전형적인 일상생활동작을 대표하는 14가지의 이동과제를 수행할 수 있는지에 대한 능력을 측정하는 도구이며, 낙상의 위험이 높은 노인, 급·만성질환이 있는 환자 등 대상자들의 동적 균형능력을 평가하는데 사용된다[54, 57]. 노인의 기능적인 기립균형을 측정하며 최소 0점에서 최대 4점을 적용하고 14개 항목에 대한 총합은 56점이다. 점수가 높을수록 균형 정도가 좋음을 의미한다.

2.4.2 정신적 기능 평가 도구

2.4.2.1 낙상예방 효능감(Fall efficacy scale : FES)

본 연구에서는 Tinetti 등[58]이 개발한 FES를 김소남[54]이 수정, 보완하여 강기선[40]이 사용한 도구로 측정하였으며, 낙상방지와 관련된 자신감 정도를 측정하는 것으로 총 10문항으로 구성되어있고 최저 1에서 최고 10점으로서 점수가 높을수록 낙상을 하지 않을 것이라는 자신감이 높은 것으로 해석한다. 총점은 100점이다. 본 연구에서 도구의 신뢰도는 Cronbach’s α 0.962이었다.

2.4.2.2 낙상두려움(Fear of falling questionnaire : FO FQ)

본 연구에서는 Tideiksaar[59]가 개발하고 김소남[53]이 수정, 보완하여 강기선[40]이 사용한 도구로 측정하였다. 11가지 일상생활활동에 대한 두려움의 정도를 전혀 피하지 않음(1점), 거의 피하지 않음(2점), 종종 피함(3

점), 항상 피함(4점)의 4점 척도로 구성되었고, 점수가 높을수록 낙상두려움이 높음을 의미한다. 총점은 44점이다. 본 연구에서 도구의 신뢰도는 Cronbach's α 0.944이었다.

2.4.3 하지 근육의 초음파 평가

2.4.3.1 초음파 측정 장비

본 연구에서 사용한 측정 장비는 MYSONO U5(Samsung medicine, Seoul, Korea)를 사용하였다[Fig. 1].



[Fig. 1] MYSONO U5

2.4.3.2 재활 초음파를 활용한 근육평가

초음파 영상은 인간의 근육을 평가하는데 널리 사용되며 sonomyography라고 불리는데[60], 주로 정적, 동적인 상황에서 근육의 두께[61-63], 근 섬유 pennation 각도[64-66], 근 다발의 길이[67], 근육 크기[68, 69]의 변화를 근육 초음파로 생체 내에서 측정 할 수 있으며, 인간이 운동하는 동안 근육의 기능을 명확히 확인하기위해 매우 중요하다(e.g. vastus lateralis; Henriksson Larsen et al.[64]; Rutherford & Jones[70]; Aagaard et al[71]; Kanehisa et al.[72]; Seynnes et al.[73]; triceps brachii; Kawakami et al[74, 75]; medial gastrocnemius; Narici et al.[76, 77]). 그리고 근육 두께는 강도와 관련되고[78], 다발 길이는 근육의 최대 단축 속도[79]와 힘 길이의 관계와 관련되어 있으며, pennation 각도는 힘줄의 근육 섬유로부터의 힘의 전달 효율에 관한 것을 나타낸다[80]. 최근 초음파 측정 관련 선행연구들을 살펴보면 초음파는 근 골격계 조직의 여러 상태를 간편하게 진단하고 치료에도 이용할 수 있는 등 필수적인 도구로 자리매김하고 있고[81], 재활 초음파 측정 장비는 근육질량뿐만 아니라 근 구조 및 근 구성을 평가하기 위해 사용되는 영상방법으로[82] 근육질량의 변화를 감지할 수 있으며 스캔된 영상은 높은 신뢰도의 재현성을 가지고 있고 엑스레이에 비해서 근육질량의 변화에 더욱 민감한 것으로 보고되고

있다[83]. 또한 초음파 측정은 사람이 들을 수 없는 높은 영역의 음파를 이용하여 인체의 혈관 및 장기 형태를 확인하는 검사방법으로 촬영이 간편하고 피검자가 근육의 구조를 정확하게 분석하고 실제 움직이는 구조물을 볼 수 있다[84, 85]. 특히 최근에는 물리치료를 하는 동안 근 구조의 특성 변화과정을 관찰하는 적절한 방법으로도 인정되고 있고[86] Ema 등[87]은 재활초음파를 이용한 내측 비복근의 측정이 다른 일반적인 측정방법에 비해 높은 신뢰도를 나타내었다고 보고하였다. 또한 Chi-Fishman, Hicks, Cintas, Sonies과 Gerbe등[88]도 재활초음파는 다른 영상촬영 방법에 비해 골격근의 구조학적 특징을 평가하는데 유용하다고 보고하였는데 대퇴사두근의 근 두께, 우모각, 에코발생도를 초음파를 이용하여 확인하며 대퇴사두근의 등척성의 최대 부피근력과 상관관계를 분석한 결과 나이가 든 사람과 젊은 사람의 대퇴사두근의 근 두께 측정에서 유의한 상관관계가 있었으며, 초음파에 의한 외측광근의 근두께 측정결과에서도 높은 신뢰도를 보였다[82]. 이상의 선행 연구들을 참고로 하여 본 연구에서는 프로그램 적용 후 하지근육의 변화된 상태를 재활 초음파로 측정하여 그 결과로 프로그램의 효과를 검증하고자 하였다.

2.4.3.3 하지근육 초음파측정 장비 및 측정자

본 연구에서 사용한 재활 초음파측정 장비로 본 프로그램을 6주간 적용한 후의 대퇴직근, 전경골근, 내측 비복근의 근 구조학적 변화 및 특성을 측정하였다.

재활 초음파의 정확한 측정 및 결과 해석의 타당도를 높이고자 재활 초음파 평가에 대한 교육과 연구를 하고 있는 물리치료학과 교수 1인과 초음파 촬영을 전문적으로 담당하는 재활임상의학 연구원 1인, 물리치료사 1인을 평가자로 정하였다.

초음파 측정을 할 때 Rectus femoris(대퇴직근)의 초음파 이미지는 RF의 근육 중 가장 두꺼운 부분에 해당하는 오금 주름에서 대전자에 이르는 허벅지 길이의 약 60~70%지점에서 대상자가 완전히 다리를 펴고 누운 자세를 취한 후 오른쪽 다리를 촬영했으며, 3회 측정 후 평균값을 취하였다[87]. 그리고 Tibialis anterior(전경골근)의 초음파는 측면 복사뼈의 끝에서 비골두 까지 거리의 20%지점에서 거리를 측정하는 테이블프를 사용하여 측정하였으며[89] 세 번 측정 후 평균값을 취하였다. Medial part of Gastrocnemius(내측비복근)의 초음파는 우측 주름에서 외과 부위의 중간 지점까지 경골 길이의 30% 지

점에서 측정하였으며[90] 세 번 측정 후 평균값을 취하였다.

2.5 자료분석방법

수집된 자료의 분석은 SPSS14.0 PC프로그램을 이용하여 분석하였다.

- ① 대상자의 일반적 특성 및 건강관련 특성, 낙상 관련 특성은 빈도와 백분율로 산출하였으며, 실험군·대조군 집단 간 일반적 특성은 독립표본 T-test를 이용하여 비교하였다. 그리고 X2 테스트는 범주형 변수에 사용하였다.
- ② 낙상예방운동 프로그램의 적용효과를 사전·사후 및 그룹 간 비교분석을 위해 독립 표본 T-test를 이용하였고, 그룹 내 비교는 대응 표본 T-test를 이용하였다. 유의수준은 $P < 0.05$ 이다.
- ③ 본 연구의 ADL, 낙상예방 효능감, 낙상두려움 평가도구의 신뢰도는 Cronbach's α 계수를 이용하였다.

3. 연구결과

3.1 동질성 검정

3.1.1 대상자의 일반적 특성의 동질성 검정

실험군 대조군 간의 인구사회학적 특성인 나이, 성별,

결혼상태, 가족주거형태, 종교 등을 조사하였는데, 통계적으로 유의한 차이가 없었다[Table 2].

3.1.2 대상자 그룹 간 대상자의 평가 변수 사이의 동질성 검정

실험군, 대조군 간의 평가 변수 간 동질성 검증은 평균 점으로 연령, BMI, ADL, TUG, FRT, BBS, Fear of fall (낙상공포감), Fall efficacy(낙상 효능감), thigh length, tibia length, circumference of thigh 등을 조사하였는데 통계적으로 유의한 차이가 없었다[Table 3].

3.2 낙상예방운동 프로그램의 적용 효과검증

본 연구에서 낙상예방운동 프로그램 적용 6주 후 신체적 기능 및 정신적 기능, 하지근육의 변화를 사전·사후 및 그룹 간 비교분석 결과는 다음과 같다.

3.2.1 낙상예방 운동 프로그램 적용 후 신체적 기능의 변화

본 낙상예방운동 프로그램 적용을 6주간 실시한 후 신체적 기능 변화와 관련된 결과를 분석해보면 신체적 기능 중 ADL에서 실험군은 사전 34.84±3.61에서 사후 35.58±2.16로 증가하고 대조군은 사전 35.42±2.62에서 사후 35.38±2.62로 오히려 감소한 것을 알 수 있고, TUG에서는 실험군은 사전 12.61±3.30에서 사후 11.34±3.19로 감

[Table 2] Homogeneity of general characteristics between two groups

Characteristics	Categories	Exp.(n=31)	n(%)	Cont.(n=31)	n(%)	X ² or t	p
Age	71-75 years	6	19.3	10	47.6	1.477	.230
	76-80 years	9	29.0	4	19.0		
	81-85 years	13	41.9	6	28.6		
	over age 86	3	9.7	1	4.8		
Gender	Male	3	9.7	5	23.8	7.88	.017
	Female	28	90.3	16	76.2		
	Single	0	0	0	0		
	Married	24	77.4	19	90.5		
Marital status	Divorce	0	0	0	0	6.989	.021
	Bereavement	7	22.6	2	9.5		
	Other	0	0	0	0		
	Live alone	13	41.9	5	23.8		
Family coresidence	Live with spouse	16	51.6	12	57.1	6.99	.021
	With married children	2	6.5	2	9.5		
	With unmarried children	0	0	2	9.5		
	Other	0	0	0	0		
Religion	Christian	1	3.2	0	0	1.55	.220
	Buddhist	16	51.6	8	38.1		
	Catholic	0	0	0	0		
	Have no religion	14	45.2	13	61.9		
	Other	0	0	0	0		

[Table 3] Homogeneity of measurement variables between groups

(N= 52)

Variables	Exp.(n=31) M±SD		Cont.(n=21) M±SD		F	p
Age	79.84	± 5.40	77.95	± 6.16	1.14	.26
BMI	24.79	± 3.22	24.03	± 3.05	.86	.39
ADL	34.84	± 3.61	35.42	± 2.62	1.74	.193
TUG	12.61	± 3.30	11.56	± 3.79	.014	.841
FRT	23.62	± 7.41	21.84	± 7.54	.136	.714
BBS	53.39	± 2.40	53.86	± 1.77	1.836	.182
Fear of fall	17.35	± 10.31	16.81	± 12.89	2.288	.137
Fall efficacy	79.32	± 19.91	79.33	± 19.03	.169	.683
Thigh length	35.55	± 2.96	35.76	± 3.19	-.24	.81
Tibia length	34.42	± 2.46	35.02	± 2.81	-.80	.43
Circumference of thigh	35.85	± 3.80	34.31	± 2.77	1.69	.10

소하고 대조군은 사전 11.56±3.79에서 사후 10.72±2.30로 감소했으며 두 그룹 간 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. FRT 결과는 유의한 차이가 없었고 BBS 결과에서는 그룹 간 비교에서는 유의한 차이가 없으나 실험군에서 적용 전 사전 53.39±2.40에서 사후 54.58±2.08로 증가했고 대조군에서 사전 53.86±1.77에서 사후 54.43±1.60으로 증가하여 사전·사후에 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. 이를 종합해보면 신체적 기능의 TUG 항목에서 두 그룹 간 유의한 차이(p=.032)가 있는 것으로 나타나서 제1가설은 부분적으로 지지되었다[Table 4].

3.2.2 낙상예방 운동 프로그램 적용 후 정신적 기능의 변화

본 낙상예방운동 프로그램 적용을 6주간 실시한 후 정신적 기능 변화와 관련된 결과를 분석해보면 정신적 기능 중 낙상두려움(Fear of fall)에서 실험군이 사전 17.35±10.31에서 사후 16.35±10.03로 감소되고 대조군이 사전 16.81±12.89에서 사후 16.19±11.11으로 감소되어 개선된 결과를 보이나 통계적으로 유의하지 않았고, 낙상효능감(Fall efficacy)에서도 실험군이 사전 79.32±19.91에서 사후 82.45±21.94로 증가하고 대조군은 사전 79.33±19.03에서 사후 77.81±25.09로 오히려 감소하여 프로그램을 적용한 실험군에서 효과를 보임을 알 수 있으나 통계적으로 유의하지 않아 제2가설은 기각되었다[Table 5].

[Table 4] The physical functional effects of exercise program pre and post, between groups difference

(* p<.05 ** p<.001)

Variables (Score)	Groups	pre - test M±SD		post - test M±SD		t	p
ADL	Exp.	34.84	± 3.61	35.58	± 2.16	-1.37	.180
	Cont.	35.42	± 2.62	35.38	± 2.62	1.00	.329
	t p	.64	.523	-.30	.765		
TUG	Exp.	12.61	± 3.30	11.34	± 3.19	2.51	.018*
	Cont.	11.56	± 3.79	10.72	± 2.30	3.28	.004*
	t p	-1.16	.252	-1.99	.032*		
FRT	Exp.	23.62	± 7.41	23.98	± 5.70	.66	.513
	Cont.	21.84	± 7.54	22.89	± 8.01	-.80	.431
	t p	-.84	.404	-.04	.966		
BBS	Exp.	53.39	± 2.40	54.58	± 2.08	-4.21	.000**
	Cont.	53.86	± 1.77	54.43	± 1.60	-2.25	.036*
	t p	.77	.447	-.28	.778		

[Table 5] The emotional functional effects of exercise program pre and post, between groups difference

(* p<.05 ** p<.001)

Variables (Score)	Groups	pre - test		post - test		t	p
		M	SD	M	SD		
Fear of fall	Exp.	17.35	± 10.31	16.35	± 10.03	-1.13	.898
	Cont.	16.81	± 12.89	16.19	± 11.11		
	t p	-1.17	.866	-.40	.692		
Fall efficacy	Exp.	79.32	± 19.91	82.45	± 21.94	-1.16	.256
	Cont.	79.33	± 19.03	77.81	± 25.69		
	t p	.00	.998	-.70	.488		

3.2.3 낙상예방 운동 프로그램 적용 후 하지근육의 변화

본 낙상예방운동 프로그램 적용을 6주간 실시한 후 하지근육의 초음파 평가에서 사전·사후 및 그룹 간의 결과를 비교분석해보면 사전·사후에서는 모든 항목에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 그룹 간 비교에서는 RF CSA Contraction(수축 시 넙다리곧은근의 횡단면)에서 실험군이 사전 2.31±.40에서 사후 1.79±.23 대조군이 사전 2.19±.38에서 사후 1.86±.31로 통계적으로 유의한 차이(p=.018)가 있었고, RF DIS Resting(휴식 시 넙다리곧은근의 길이)에서는 실험군이 사전 1.59±.25에서 사후 1.88±.24로, 대조군이 사전 1.65±.26에서 사후 1.79±.23로 유의한 차이(p=.001)가 있었다. 또한 TA Thickness Contraction(수축 시 앞정강근의 두께)에서 실험군이 사전 2.88±.43에서 사후 3.37±.30으로 대조군이 사전 2.94±.46에서 사후 3.21±.40으로 유의한 차이(p=.003)가 있었고, TA P-angle Contraction(수축 시 앞정강근의 우모각)에서는 실험군이 사전 14.44±.83에서 사후 15.59±1.05 대조군이 사전 14.51±.81에서 사후 15.23±.95로 유의한 차이(p=.040)가 있었다. 그리고 GCM Thickness Resting(휴식 시 장딴지근 안쪽갈래의 두께)에서 실험군이 사전 2.19±.26에서 사후 2.45±.23 대조군이 사전 2.28±.27에서 사후 2.43±.30로 유의한 차이(p=.016)가 있었으며, GCM Thickness Contraction(수축 시 장딴지근 안쪽갈래의 두께)에서는 실험군이 사전 2.94±.36에서 사후 3.57±.33 대조군이 사전 3.12±.43에서 사후 3.46±.28로 유의한 차이(p=.000)가 있었고, GCM P-angle Contraction(수축 시 장딴지근 안쪽갈래의 우모각)에서는 실험군이 사전 15.45±1.31에서 사후 19.48±.94 대조군이 사전 15.83±1.61에서 사후 18.31±1.41로 유의한 차이(p=.000)가 있었다. 따라서 총 12개의 항목 중 7개의 항목에서 그룹

간 비교가 유의하므로 제3 가설은 부분적으로 지지되었 다[Table 6].

4. 논의

4.1 낙상예방운동 프로그램 적용 결과

본 연구는 농촌노인의 낙상을 예방하기 위해서 낙상 예방운동 프로그램을 개발하여 프로그램 적용 후 신체적 기능, 정신적 기능, 하지근육에 미치는 효과를 검증하였다.

4.1.1 신체적 기능의 결과 논의

ADL 결과에서 사전·사후 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 없지만 실험군은 사전 34.84±3.61에서 사후 35.58±2.16로 증가하고 대조군은 사전 35.42±2.62에서 사후 35.38±2.62로 오히려 감소했는데 이 결과는 본 프로그램이 ADL에 효과적이었음을 알 수 있다. 이는 김소남 [53], 강기선[40]의 결과와는 일치하지 않는다. 하지만 실험군과 대조군 모두 프로그램 적용 전부터 ADL점수가 36점 만점에 가깝게 높은 것을 알 수 있는데, 이는 J도의 특성 상 노인들이 고령임에도 불구하고 혼자서 생활하는 경우가 많았고, 독거노인의 경우에 일상생활의 대부분을 자신의 힘으로 해결할 수밖에 없어서 ADL이 유지되고 있다고 볼 수 있다.

TUG에서는 실험군은 사전 12.61±3.30에서 사후 11.34±3.19로 감소하고 대조군은 사전 11.56±3.79에서 사후 10.72±2.30로 감소했으며 두 그룹 간 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. 이 결과는 TUG 검사가 노인의 기능적인 이동성과 동적 균형능력을 평가하며 TUG시간이 감소하였다는 것은 동적 균형능력이 증가하여 기능적 이동성이 향상되었다는 것이고, 이는 낙상을 예방할 수 있는 기초능력으로 간주

[Table 6] The effects of exercise program pre and post, between groups difference

(* p<.05 ** p<.001)

Variables (Score)	Groups	pre - test M±SD		post - test M±SD		t	p
RF CSA ¹⁾	Exp.	3.26	± .38	3.50	± .35	-5.95	.000
	Cont.	3.17	± .33	3.33	± .34	-5.53	.000
Resting	t	.83	.410	1.76	.085		
	p						
RF CSA Contraction	Exp.	2.31	± .40	1.79	± .23	8.58	.000
	Cont.	2.19	± .38	1.86	± .31	7.13	.000
t	p	1.05	.301	-2.44	.018		
RF Distance Resting	Exp.	1.59	± .25	1.88	± .24	-8.84	.000
	Cont.	1.65	± .26	1.79	± .23	-4.45	.000
t	p	-.88	.384	3.39	.001		
RF Distance Contraction	Exp.	2.21	± .28	2.48	± .25	-7.94	.000
	Cont.	2.35	± .40	2.54	± .28	-2.76	.012
t	p	-1.39	.174	.992	.329		
TA Thickness Resting	Exp.	2.02	± .34	2.27	± .30	-6.98	.000
	Cont.	2.12	± .36	2.35	± .31	-4.60	.000
t	p	-.96	.341	.204	.840		
TA Thickness Contraction	Exp.	2.88	± .43	3.37	± .30	-9.64	.000
	Cont.	2.94	± .46	3.21	± .40	-5.42	.000
t	p	-.46	.646	3.15	.003		
TA P-angle ²⁾ Resting	Exp.	12.22	± .94	12.73	± .76	-6.14	.000
	Cont.	12.58	± .87	13.09	± .75	-3.69	.001
t	p	-1.44	.156	.06	.953		
TA P-angle Contraction	Exp.	14.44	± .83	15.59	± 1.05	-8.72	.000
	Cont.	14.51	± .81	15.23	± .95	-4.56	.000
t	p	-.289	.774	2.11	.040		
GCM Thickness Resting	Exp.	2.19	± .26	2.45	± .23	-7.83	.000
	Cont.	2.28	± .27	2.43	± .30	-4.71	.000
t	p	-1.20	.239	2.51	.016*		
GCM Thickness Contraction	Exp.	2.94	± .36	3.57	± .33	-11.81	.000
	Cont.	3.12	± .43	3.46	± .28	-5.99	.000
t	p	-1.63	.113	3.87	.000		
GCM P-angle Resting	Exp.	13.35	± 1.00	14.39	± .90	-6.72	.000
	Cont.	13.58	± 1.06	14.63	± 1.04	-4.07	.001
t	p	-.78	.439	-.021	.983		
GCM P-angle Contraction	Exp.	15.45	± 1.31	19.48	± .94	-18.31	.000
	Cont.	15.83	± 1.61	18.31	± 1.41	-8.54	.000
t	p	-.88	.382	4.24	.000		

1) CSA : Cross section area

2) P-angle : Pennation angle

될 수 있기 때문에 본 프로그램이 효과적임을 보여주고 있다. 이 결과는 Howe, Rochester, Jackson, Banks, & Blair[91], 강기선[40]의 연구결과와 당뇨 노인 대상의 연구에서 TUG시간의 유의한 감소를 가져온 이선우[55]의 결과, 골다공증 여성노인 대상의 연구에서 TUG 시간의 유의한 감소를 가져온 Madureira 등[92]의 결과와도 일치함을 알 수 있다. 그리고 BBS 결과에서 그룹 간 비교에서는 유의한 차이가 없으나 실험군에서 사전 53.39±2.40에서 사후 54.58±2.08로 증가했고 대조군에서 사전 53.86±1.77에서 사후 54.43±1.60로 증가하여 사전 ·

사후에서 유의한 차이가 있었음을 알 수 있고, 이 결과는 이선우[54], 강기선[40]의 연구결과와도 일치한다. 본 연구의 결과에서 BBS점수는 실험군이 사전 53.39점에서 사후 54.58점으로 대조군의 사전 53.86점에서 사후 54.43점보다 더욱 향상되었는데 이 결과는 이선우[54]의 연구에서 운동 중재 후 실험군에서 사전 51.67에서 사후 53.41점으로 유의한 향상을 보인 결과와 골다공증 여성노인 대상의 균형훈련을 12개월간 실시 후 BBS점수가 사전 48.6점에서 사후 51.95점으로 유의하게 향상된 결과[92]와도 일치한다. 이러한 결과는 본 낙상예방운동 프로그

램이 BBS점수를 증가시켜 낙상을 예견하는 지표를 낮출 수 있다는 가능성을 보여준다고 할 수 있다. 그리고 BBS 점수는 많은 연구에서 낙상을 예견할 수 있는 지표로 활용되어 왔으며 56점 만점에서 45점 이하가 나올 경우에 지팡이와 같은 보조도구가 필요함을 의미하며 낙상 가능성이 높은 것으로 알려져 있다[55, 57]). 따라서 본 연구의 대상자들은 프로그램 적용 전부터 높은 점수를 보이고 있고, 비교적 짧은 6주간의 적용으로 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 없으나, 사전·사후에서 유의한 차이를 보이고 있어 본 프로그램이 낙상예방에 효과적임을 보여주고 있다.

4.1.2 정신적 기능의 결과 논의

본 연구결과, 낙상예방운동 프로그램 적용을 6주간 실시한 후 사전·사후 및 그룹 간 비교분석 결과 낙상두려움과 낙상예방 효능감에 있어 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 그러나 정신적 기능 중 낙상두려움(Fear of fall)에서 실험군이 사전 17.35±10.31에서 사후 16.35±10.03로 감소되었고 대조군은 사전 16.81±12.89에서 사후 16.19±11.11으로 감소되어 실험군에서 좀 더 감소되었음을 알 수 있었고, 또한 본 연구의 대상자가 여자노인이 많고, 고령이면서, 독거노인이 다소 높은 비율인 50%를 차지하는데 이는 여자노인, 고령, 저소득층, 독거노인일수록 낙상에 대한 두려움이 더 컸다는 결과[40, 53]와 관련되었음을 알 수 있었다. 낙상효능감(Fall efficacy)에서 실험군은 사전 79.32±19.91에서 사후 82.45±21.94으로 증가하였으나 대조군은 사전 79.33±19.03에서 사후 77.81±25.69으로 오히려 감소했음을 볼 때 본 연구에서 적용한 낙상예방운동 프로그램이 정신적 기능을 향상시키는데 효과적임을 알 수 있었고 기간을 좀 더 늘려 적용해 본다면 두 그룹 간 통계적으로 유의한 결과가 있을 것이라 사료된다.

4.1.3 하지근육의 초음파 평가 결과 논의

본 연구의 결과에서 낙상예방운동 프로그램 적용을 6주간 실시한 후 실험군에서 사전·사후에서는 모든 항목에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 그리고 그룹 간 비교에서는 RF CSA Contraction(수축 시 넙다리곧은근의 횡단면), RF DIS Resting(휴식 시 넙다리곧은근의 길이), TA Thickness Contraction(수축 시 앞정강근의 두께), TA P-angle Contraction(수축 시 앞정강근

의 우모각), GCM Thickness Resting(휴식 시 장딴지근 안쪽갈래의 두께), GCM Thickness Contraction(수축 시 장딴지근 안쪽갈래의 두께), GCM P-angle Contraction(수축 시 장딴지근 안쪽갈래의 우모각)에서 실험군이 통계적으로 유의한 차이가 있게 향상되었음을 알 수 있다. 이는 6주간의 운동 프로그램이 허벅지 근육의 변화에 영향을 미치기에는 짧은 기간이라고도 볼 수 있지만 고령의 노인들을 대상으로 프로그램을 적용시킨 것이기에 때문에 안전과 건강을 고려하여 연구자가 운동 강도를 낮춘 것이 이런 결과를 초래했다고도 볼 수 있다. 따라서 운동 강도를 더 높이고 적용 기간을 늘린다면 허벅지 근육에서도 통계적으로 유의한 차이를 보일 것이라 사료된다. 한편 전경골근과 내측 비복근의 휴식 시·수축 시 두께와 우모각의 결과에서는 실험군과 대조군 양쪽 모두에서 프로그램 적용 전·후 유의하게 향상이 되었는데 수축 시에 실험군의 값이 대조군보다 유의하게 높아진 것을 알 수 있다. 이는 근육의 수축강도와 힘 전달 효율이 좋아진 것을 의미하며, 본 연구에서 사용한 낙상예방운동 프로그램이 하지의 근수축력의 강화에 도움이 되며 하지근육을 향상시켜 낙상예방에 도움을 줄 수 있음을 보여주는 중요한 결과라고 사료된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 낙상예방운동 프로그램이 노인의 신체적 기능, 정신적 기능, 하지근육에 미치는 효과를 검증하기 위한 비동등성 대조군 사전·사후 유사 실험 연구이다.

연구대상자는 J시 A읍 2곳 보건진료소에서 건강관리를 받고 있으며, 2개소의 경로당을 이용하는 만 65세 이상의 노인들 중 본 실험에 동의한 총 65명을 대상으로 하였으며 최종 연구대상자는 실험군 31명, 대조군 21명, 총 52명 이었다.

본 프로그램 실시 전 실험군과 대조군의 인구사회학적 특성, 건강관련 특성, 낙상 관련 특성, 평가 변수 사이의 동질성 검정 결과 유의한 차이가 없었다. 또한 낙상예방운동 프로그램 실시 후 두 그룹 간의 신체적 기능, 정신적 기능, 하지근육의 변화는 다음과 같았다.

첫째, 낙상예방운동 프로그램 적용 후 신체적 기능 변화는 TUG에서 실험군은 사전 12.61±3.30에서 사후 11.34±3.19로 감소하고 대조군은 사전 11.56±3.79에서 사후 10.72±2.30로

감소했으며 두 그룹 간 유의한 차이($p=.032$)가 있는 것으로 나타나서 제1가설은 부분적으로 지지되었다.

둘째, 낙상예방운동 프로그램 적용 후 정신적 기능 변화는 낙상두려움(Fear of fall)에서 실험군이 사전 17.35 ± 10.31 에서 사후 16.35 ± 10.03 로 감소되었고 사전 16.81 ± 12.89 에서 사후 16.19 ± 11.11 로 감소되었으나 통계적으로 유의하지 않았고, 낙상효능감(Fall efficacy)에서도 실험군이 사전 79.32 ± 19.91 에서 사후 82.45 ± 21.94 로 증가하고 대조군은 사전 79.33 ± 19.03 에서 사후 77.81 ± 25.69 로 오히려 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않아 제2가설은 기각되었다.

셋째, 낙상예방운동 프로그램 적용 후 하지근육의 변화는 사전·사후에서는 모든 항목에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 그룹 간 비교에서도 12개의 항목 중 7개인 RF CSA Contraction(수축 시 넙다리곧은근의 횡단면), RF DIS Resting(휴식 시 넙다리곧은근의 길이), TA Thickness Contraction(수축 시 앞정강근의 두께), TA P-angle Contraction(수축 시 앞정강근의 우모각), GCM Thickness Resting(휴식 시 장딴지근 안쪽갈래의 두께), GCM Thickness Contraction(수축 시 장딴지근 안쪽갈래의 두께), GCM P-angle Contraction(수축 시 장딴지근 안쪽갈래의 우모각)에서 통계적으로 유의한 차이가 있어서 제3 가설은 부분적으로 지지되었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 본 연구에서 개발하고 적용한 프로그램이 낙상예방에 효과적임을 알 수 있고 하지근육의 개선에 매우 유효함이 검증되었다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구는 J시의 농촌지역 노인을 대상으로 한 연구 결과이므로 다른 지역의 노인을 대상으로 프로그램을 적용 및 확대할 경우에는 이 점을 고려하여야 하며, 6주간의 프로그램 적용기간은 목표로 하는 연구결과를 얻기에 다소 짧은 기간인 것으로 사료되므로 12주 이상의 적용기간이 바람직하다고 생각한다. 그리고 노인의 신체조건 및 안전에 초점을 맞춰서 운동 강도를 설정하고 프로그램을 구성하였기 때문에 안정감은 있었지만 연구자가 의도했던 대로 신체적 기능 및 정신적 기능, 허벅지근육에서 만족할 만한 결과를 볼 수 없었으므로 이 결과를 근거로 하여 본 프로그램을 좀 더 세분화하고 필요한 부분을 보강하여 적용하도록 제안하는 바이다.

References

- [1] Statistic Korea, 2011
- [2] Y. J. Gschwind, R. W. Kressig, A. Lacroix, T. Muehlbauer, B. Pfenninger, U. Granacher, "A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength/power, and psychosocial health in older adult: study protocol for a randomized controlled trial", *BMC Geriatrics*, 13, pp. 105, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2318-13-105>
- [3] N. K. Latham, C. S. Anderson, A. Lee, D. A. Bennett, A. Moseley, I. D. Cameron, Fitness Collaborative Group, "A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects(FITNESS)", *J Am Geriatr Soc*, 51(3), pp. 291-299, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51101.x>
- [4] G. C. Henderson, B. A. Irving, K. S. Nair, "Potential application of essential amino Acid supplementation to treat sarcopenia in elderly people", *J Clin Endocrinol Metab*, 94(5), pp. 1524-1526, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2009-0458>
- [5] L. Z. Rubenstein, "Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention", *Age Ageing*, 35(2) pp. ii37-ii41, 2006.
- [6] J. Moreland, J. Richardson, D. Chan, J. O'Neill, A. Bellissimo, R. Grum, L. Shanks, "Evidence-based guidelines for the secondary prevention of falls in older adults", *Gerontology*, 49(2), pp. 93-116, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000067948>
- [7] G. R. Regterschot, M. Folkersma, W. Zhang, H. Baldus, M. Stevens, W. Zijlstra, "Sensitivity of sensor-based sit-to-stand peak power to the effects of training leg strength, leg power and balance in older adults", *Gait&Posture*, 39(1), pp. 303-307, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.07.122>
- [8] D. A. Skelton, C. A. Greig, J. M. Davies, A. Young, "A Strength: power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years", *Age Ageing*, 23(5), pp. 371-377, 1994.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/23.5.371>
- [9] J. F. Bean, D. K. Kiely, S. Herman, S. G. Leveille, K. Mizer, W. R. Frontera, R. A. Fielding, "The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people", *J Am Geriatr Soc*, 50(3), pp. 461-467, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50111.x>
- [10] M. C. Perry, S. F. Carville, I. C. Smith, O. M. Rutherford,

- D. J. Newham, "Strength, power output and symmetry of leg muscles : effect of age and history of falling", *Eur J Appl Physiol*, 100(5), pp. 553-561, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-006-0247-0>
- [11] F. Li, P. Harmer, "Protocol for disseminating an evidence-based fall prevention program in community senior centers: evaluation of translatability and public health impact via a single group pre-post study", *Implementation Sci*, 9, pp. 63, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1748-5908-9-63>
- [12] J. A. Stevens, E. D. Sogolow, "Preventing Falls: What Works. A CDC Compendium of Effective Community-Based Interventions from Around the World", National Center for Injury Prevention and Control Atlanta, Georgia, 2008. [http://www.cdc.gov/homeandrecreationalafety/images/cdccompendium_030508-a.pdf].
- [13] F. F. Camargos, R. C. Dias, J. M. Dias, M. T. Freire, "Cross-cultural adaptation and evaluation of the psychometric properties of the Falls Efficacy Scale - International Among Elderly Brazilians (FES-I-BRAZIL)", *Rev Bras Fisioter*, 14(3), pp. 237-243, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010000300010>
- [14] M. R. Perracini, L. R. Ramos. "Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade", *Rev Saude Publica*, 36(6), pp. 709-716, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102002000700008>
- [15] M. E. Tinetti, D. Richman, L. Powell, "Falls efficacy as a measure of fear of falling", *J Gerontol*, 45(6), pp. 239-243, 1990.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/geronj/45.6.P239>
- [16] J. Howland, M. E. Lachman, E. W. Peterson, J. Cote, L. Kasten, A. Jette, "Covariates of fear of falling and associated activity curtailment", *Gerontologist*, 38(5), pp. 549-555, 1998.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/geront/38.5.549>
- [17] J. E. Walker, J. Howland, "Falls and fear of falling among elderly persons living in the community: occupational therapy interventions", *Am J Occup Ther*, 45(2), pp. 119-122, 1991.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5014/ajot.45.2.119>
- [18] S. L. Murphy, C. S. Williams, T. M. Gill, "Characteristics associated with fear of falling and activity restriction in community-living older persons", *J Am Geriatr Soc*, 50(3), pp. 516-520, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50119.x>
- [19] A. M. Myers, L. E. Powell, B. E. Maki, P. J. Holliday, L. R. Brawley, W. Sherk, "Psychological indicators of balance confidence: relationship to actual and perceived abilities", *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 51(1), pp. M37-43, 1996.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/51A.1.M37>
- [20] G. A. Zijlstra, J. C. van Haastregt, J. T. van Eijk, E. van Rossum, P. A. Stalenoef, G. I. Kempen, "Prevalence and correlates of fear of falling, and associated avoidance of activity in the general population of community-living older people", *Age Ageing*, 36(3), pp. 304-309, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/afm021>
- [21] C. L. Arfken, H. W. Lach, S. J. Birge, J. P. Miller, "The prevalence and correlates of fear of falling in elderly persons living in the community", *Am J Public Health*, 84(4), pp. 565-570, 1994.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2105/AJPH.84.4.565>
- [22] A. J. Bell, J. K. Talbot-Stern, A. Hennessy, "Characteristics and outcomes of older patients presenting to the emergency department after a fall: a retrospective analysis", *Med J Aust*, 173(4), pp. 179-182, 2000.
- [23] K. A. Hartholt, E. F. van Beeck, S. Polinder, N. van der Velde, E. M. van Lieshout, M. J. Panneman, T. J. van der Cammen, P. Patka, "Societal consequences of falls in the older population: injuries, healthcare costs, and long-term reduced quality of life", *J Trauma*, 71(3), pp. 748-753, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e3181f6f5e5>
- [24] Centers for Disease Control and Prevention, "Falls among older adults: an overview", [<http://www.cdc.gov/HomeandRecreationalSafety/Falls/adultfalls.html>]
- [25] S. L. Murphy, Division of Vital Statistics, "Deaths: Final Data from 1998", National Vital Statistics Reports: 48(11), Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics; 2000.
- [26] J. A. Stevens, P. S. Corso, E. A. Finkelstein, T. R. Miller, "The costs of fatal and nonfatal falls among older adults", *Inj Prevent*, 12, pp. 290-295, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/ip.2005.011015>
- [27] K. E. Thomas, J. A. Stevens, K. Sarmiento, M. M. Wald, "Falls-related traumatic brain injury deaths and hospitalizations among older adults-United States, 2005", *J Safety Res*, 39(3), pp. 269-272, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2008.05.001>
- [28] American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention, "Guideline for the prevention of falls in older persons", *J Am Geriatr Soc*, 49, pp. 664-672,

- 2001.
- [29] Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society, "Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons", *J Am Geriatr Soc*, 59(1), pp. 148-157, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03234.x>
- [30] F. Englander, T. J. Hodson, R. A. Terregrossa, "Economic dimensions of slip and fall injuries", *J Forensic Sci*, 41(5), pp. 733-746, 1996.
- [31] T. E. Howe, L. Rochester, F. Neil, D. A. Skelton, C. Ballinger, "Exercise for improving balance in older people", *Cochrane Database of Syst Rev*, 11, CD004963, 2011.
- [32] C. G. Horlings, B. G. van Engelen, J. H. Allum, B. R. Bloem, "A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls", *Nat Clin Pract Neurol*, 4(9), pp. 504-515, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/ncpneuro0886>
- [33] Y. J. Gschwind, S. Eichberg, H. R. Marston, A. Ejupi, H. de Rosario, M. Kroll, M. Drobnics, J. Annegam, R. Wieching, S. R. Lord, K. Aal, K. Delbaere, "ICT-based system to predict and prevent falls(iStoppFalls): study protocol for an international multicenter randomized controlled trial", *BMC Geriatr*, 14, pp. 91, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2318-14-91>
- [34] C. Sherrington, J. C. Whitney, S. R. Lord, R. D. Herbert, R. G. Cumming, J. C. Close, "Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis", *J Am Geriatr Soc*, 56(12), pp. 2234-2243, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x>
- [35] H. S. Song, S. D. Park, J. Y. Kim, "The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation integration pattern exercise program on the fall efficacy and gait ability of the elders with experienced fall", *J Exerc Rehabil*, 10(4), pp. 236-240, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12965/jer.140141>
- [36] F. A. Aragão, K. Karamanidis, M. A. Vaz, A. Arampatzis, "Mini-trampoline exercise related to mechanisms of dynamic stability improves the ability to regain balance in elderly", *J Electromyogr Kinesiol*, 21(3), pp. 512-518, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.01.003>
- [37] L. N. Persch, C. Ugrinowitsch, G. Pereira, A. L. Rodacki, "Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: a randomized controlled trial", *Clin biomech*, 24(10), pp. 819-825, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.07.012>
- [38] G. Salkeld, I. D. Cameron, R. G. Cumming, S. Easter, J. Seymour, S. E. Kurrle, S. Quine, "Quality of life related to fear of falling and hip fracture in older women: a time trade off study commentary", *BMJ*, 320(7231), pp. 341-346, 2000.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.320.7231.341>
- [39] B. Resnick, "Promoting exercise for older adults", *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, 21(2), pp. 77-78, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2165/11539920-000000000-00000>
- [40] K. S. Kang, H. S. Kim, "Effects of an exercise program for fall prevention of the elderly in rural communities", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(8), pp. 5186-5194b, 2014.
- [41] U. Granacher, T. Muehlbauer, L. Zahner, A. Gollhofer, R. W. Kressig, "Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults". *Sports Medicine*, 41(5), pp. 377-400, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2165/11539920-000000000-00000>
- [42] H. A. Yeom, C. Keller, J. Fleury, "Intervention for promoting mobility in community-dwelling older adults", *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, 21(2), pp. 95-100, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-7599.2008.00390.x>
- [43] S. Morrison, S. R. Colberg, M. Mariano, H. K. Parson, A. I. Vinik, "Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes", *Diabetes Care*, 33(4), pp. 748-750, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/dc09-1699>
- [44] E. Sillanpaa, A. Hakkinen, K. Nyman, M. Mattila, S. Cheng, L. Karavirta, D. E. Laaksonen, N. Huuhka, W. J. Kraemer, K. Hakkinen, "Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men", *Medicine Science Sports Exercise*, 40(5), pp. 950-958, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e318165c854>
- [45] B. J. Hwang, "(The) Effect of Exercises Types for Strengthening Lumbar Muscles of Elderly on Fall-related Variables", Department of Physical Education Graduate School Keimyung University, 2010.
- [46] K. R. Shin, S. J. Shin, J. S. Kim, J. Y. Kim, "The Effects of Fall Prevention Program on Knowledge, Self-efficacy, and Preventive Activity Related to Fall, and Depression of Low-income Elderly Women", *Journal of Korean Academy of Nursing*, 35(1), pp. 104-112, 2005.
- [47] J. H. Hwang, H. M. Jung, M. H. Lee, S. J. Lee, "Effects of Fall Prevention Program on Gait, Balance and Falls Efficacy in Stroke Patients", *Journal of Korean Clinical*

- Nursing Research*, 16(1), pp. 27-37, 2010.
- [48] D. G. Thelen, J. A. Ashton-Miller, A. B. Schultz, N. B. Alexander, "Do neural factors underlie age differences in rapid ankle torque developments", *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(7), pp. 804-808, 1996.
- [49] Y. S. Oh, "The effect of isokinetic exercise training to ankle reinforce on muscular function and lower limbs bone mineral density in elderly with falling", *Korean Journal of Exercise Rehabilitation*, 7(3), pp. 89-97, 2011.
- [50] J. S. Lee, B. J. Jeon, "A Study on the Balance Ability and Obesity of Rural Elderly Persons in Nonsan", *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 16(1), pp. 55-66, 2008.
- [51] Jeju Special Self-Governing Province: Community Health Statistics, 2012.
- [52] S. Katz, A. B. Ford, R. W. Moskowitz, "Studies of illness in the aged", *JAMA*, 185, pp. 914-919, 1963.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1963.03060120024016>
- [53] S. N. Kim, "Development and Evaluation of Multifactorial Fall Prevention Program for Community dwelling Low- Income Elderly people", *Unpublished doctoral dissertation*, Korea University, 2010.
- [54] S. W. Lee, "The Effects of a virtual reality exercise program on physical function and falls - efficacy in elderly persons with type 2 diabetes", *Unpublished doctoral dissertation*, Ewha Womans University, 2011.
- [55] C. C. Persad, S. Cook, B. Giordani, "Assessing falls in the elderly : should we use simple screening tests or a comprehensive fall risk evaluation?" *European Journal of physical and rehabilitation medicine*, 46(3), 457-460, 2010
- [56] P. W. Duncan, D. K. Weiner, J. Chandler, S. Studenski, "Functional reach: a new clinical measure of balance" *Journal of Gerontology*, 45(6), 192-197, 1990
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/geronj/45.6.MI92>
- [57] K. O. Berg, S. L. Wood-Dauphinee, J. I. Williams, B. Maki, "Measuring balance in the elderly: validation of an instrument" *Canadian Journal of Public Health. Revue Canadienne de Sante Publique*, 83(2), pp. 7-11, 1992
- [58] M. E. Tinetti, M. Speechley, S. F. Ginter, "Risk factors for falls among elderly persons living in the community" *Journal of Med*, 320, 1055-1059, 1988.
- [59] R. Tideiksaar, "Falls in older persons : Prevention and management"(2nd ed) Baltimore, Health Professions Press, 1997.
- [60] J. Shi, Y. P. Zheng, X. Chen, "Assessment of muscle fatigue using sonomyography : muscle thickness change detected from ultrasound images", *Med Eng Phys*, 29, pp. 472 - 479, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2006.07.004>
- [61] Y. P. Zheng, M. M. Chan, J. Shi, X. Chen, Q. H. Huang, "Sonomyography : monitoring morphological changes of forearm muscles in actions with the feasibility for the control of powered prosthesis", *Med Eng Phys*, 28, pp. 405 - 415, 2006
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2005.07.012>
- [62] P. Brancaccio, F. M. Limongelli, A. D'Aponte, M. Narici, N. Maffulli, "Changes in skeletal muscle architecture following a cycloergometer test to exhaustion in athletes", *J Sci Med Sport*, 11(6), pp. 538 - 541, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2007.05.011>
- [63] K. Legerlotz, H. K. Smith, W. A. Hing, "Variation and Reliability of ultrasonographic quantification of the architecture of the medial gastrocnemius muscle in young children", *Clin Phys Func Imaging*, 30(3), pp. 198 - 206, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-097X.2010.00925.x>
- [64] O. M. Rutherford, D. A. Jones, "Measurement of fibre pennation using ultrasound in the human quadriceps in vivo", *Euro J Appl Physiol Occupat Physiol*, 65(5), pp. :433 - 437, 1992
- [65] R. L. Lieber, J. Friden, "Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture", *Muscle Nerve*, 11, pp. 1647 - 1666, 2000
DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/1097-4598\(200011\)23:11<1647::AID-MUSI>3.0.CO;2-M](http://dx.doi.org/10.1002/1097-4598(200011)23:11<1647::AID-MUSI>3.0.CO;2-M)
- [66] M. Klimstra, J. Dowling, J. L. Durkin, "The effect of ultrasound probe orientation on muscle architecture measurement", *J Electromyogr Kinesiol*, 17(4), pp. 504 - 505, 2007
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.04.011>
- [67] T. Fukunaga, Y. Ichinose, M. Ito, Y. Kawakami, S. Fukashiro, "Determination of fascicle length and pennation in contracting human muscle in vivo", *J Appl Physiol*, 82, pp. 354 - 358, 1997a
- [68] T. Fukunaga, Y. Kawakami, S. Kuno, K. Funato, S. Fukashiro, "Muscle architecture and function in humans", *J Appl Biomech*, 30(5), pp. 457 - 463, 1997.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9290\(96\)00171-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9290(96)00171-6)
- [69] N. D. Reeves, C. N. Maganaris, M. V. Narici, "Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size", *Eur J Appl Physiol*, 91, pp. 116 - 118, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-003-0961-9>
- [70] K. Henriksson-Larsen, M. L. Wretling, R. Lorentzon, L. Oberg, "Do muscle fibre size and fibre angulation correlate in pennated human muscles?", *Eur J Appl*

- Physiol Occup Physiol*, 64, pp. 68 - 72, 1992
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00376443>
- [71] P. Aagaard, J. L. Andersen, P. Dyhre-Poulsen, A. M. Leffers, A. Wagner, S. P. Magnusson, J. Halkjaer- Kristensen, E. B. Simonsen, "A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture", *J Physiol*, 534, pp. 613 - 623, 2001
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00613.x>
- [72] H. Kanehisa, Y. Muraoka, Y. Kawakami, T. Fukunaga, "Fascicle arrangements of vastus lateralis and gastrocnemius muscles in highly trained soccer players and swimmers of both genders", *Int J Sports Med*, 24, pp. 90 - 95, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2003-38197>
- [73] O. R. Seynnes, M. de Boer, M. V. Narici, "Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training", *J Appl Physiol*, 102, pp. 368 - 373, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00789.2006>
- [74] Y. Kawakami, T. Abe, T. Fukunaga, "Musclefiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles", *J Appl Physiol*, 74, pp. 2740 - 2744, 1993
- [75] Y. Kawakami, T. Abe, S. Y. Kuno, T. Fukunaga, "Training-induced changes in muscle architecture and specific tension", *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 72, pp. 37 - 43, 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00964112>
- [76] M. V. Narici, T. Binzoni, E. Hiltbrand, J. Fasel, F. Terrier, P. Cerretelli, "In vivo human gastrocnemius architecture with changing joint angle at rest and during graded isometric contraction", *J Physiol*, 496(Pt 1), pp. 287 - 297, 1996a.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.1996.sp021685>
- [77] M. V. Narici, C. N. Maganaris, N. D. Reeves, P. Capodaglio, "Effect of aging on human muscle architecture", *J Appl Physiol*, 95, pp. 2229 - 2234, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00433.2003>
- [78] R. J. Freilich, R. L. Kirsner, E. Byrne. "Isometric strength and thickness relationships in human quadriceps muscle", *Neuromuscul Disord*, 5, pp. 415 - 422, 1995.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0960-8966\(94\)00078-N](http://dx.doi.org/10.1016/0960-8966(94)00078-N)
- [79] S. C. Bodine, R. R. Roy, D. A. Meadows, R. F. Zernicke, R. D. Sacks, M. Fournier, V. R. Edgerton, "Architectural, histochemical, and contractile characteristics of a unique biarticular muscle: the cat semitendinosus", *J Neurophysiol*, 48, pp. 192 - 201, 1982.
- [80] R. Alexander, A. Vernon, "The dimensions of knee and ankle muscles and the forces they exert", *J Hum Mov Stud*, 1, pp. 115 - 123, 1975
- [81] K. H. Jo, "Basics of musculoskeletal ultrasound" proceedings. Ultrasound Medicine Neurology Conference for the first time studied. Seoul. Korea. Ganguirok 2000. pp. 43-48
- [82] E. M. Strasser, T. Draskovits, M. Praschak, M. Quittan, A. Graf, "Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly", *Age (Dordr)*, 2013
- [83] M. K. Menon, L. Houchen, S. Harrison, S. J. Singh, M. D. Morgan, M. C. Steiner, "Ultrasound assessment of lower limb muscle mass in response to resistance training in COPD", *Respir Res*, 13, pp. 119, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1465-9921-13-119>
- [84] N. M. Maurits, E. A. Beenakker, D. E. van Schaik, J. M. Fock, J. H. van der Hoeven, "Muscle ultrasound in children: normal values and application to neuromuscular disorders", *Ultrasound Med Biol*, 30(8), pp. 1017-27, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2004.05.013>
- [85] G. Y. Kim, "Physiological characteristics of muscle structure in patients with total knee replacement", Department of Physical therapy Graduate School Sahmyook University, 2014
- [86] M. Uremovic, M. B. Pasic, V. Seric, V. V. Solter, R. Budic, B. Bosnjak, S. Cvijetic-Avdagic, D. Solter, V. Demarin, "Ultrasound measurement of the volume of musculus quadriceps after knee joint injury", *Coll Antropol*, 28 Suppl 2, pp. 227-233, 2004.
- [87] R. Ema, T. Wakahara, Y. Mogi, N. Miyamoto, T. Komatsu, H. Kanehisa, Y. Kawakami, "In vivo measurement of human rectus femoris architecture by ultrasonography: validity and applicability", *Clin Physiol Funct Imaging*, 33(4), pp. 267-273, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12023>
- [88] G. Chi-Fishman, J. E. Hicks, H. M. Cintas, B. C. Sonies, L. H. Gerber, "Ultrasound imaging distinguishes between normal and weak muscle", *Arch Phys Med Rehabil*, 85(6), pp. 980-986, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2003.07.008>
- [89] M. Karen, E. Sinead, "Ultrasound measurement of the size of the anterior tibial muscle group: the effect of exercise and leg dominance", *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3, pp. 18, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1758-2555-3-18>

[90] I. S. Raj, S. R. Bird, A. J. Shield, "Reliability of ultrasonographic measurement of the architecture of the vastus lateralis and gastrocnemius medialis muscles in older adults", *Clin Physiol Funct Imaging*, 32(1), pp. 65-70, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01056.x>

[91] T. E. Howe, L. Rochester, A. Jackson, P. M. H. Banks, V. A. Blair, "Exercise for improving balance in older people", *Cochrane database of systematic reviews*, (4), pp. 1-147 2007.

[92] M. M. Madureira, L. Takayama, A. L. Gallinaro, V. F. Caparbo, R. A. Costa, R. M. Pereira, "Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly woman with osteoporosis: a randomized controlled trial", *Osteoporosis International*, 18(4), 19-425, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-006-0252-5>

양 지(Ji Yang)

[정회원]



- 2010년 8월 : 삼육대학교 일반대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2014년 8월 : 삼육대학교 일반대학원 물리치료학과 (박사수료)
- 2009년 6월 ~ 2012년 3월 : 제주한라병원 재활의학과
- 2012년 6월 ~ 2014년 5월 : 삼성서울병원 임상의학연구소

<관심분야>

물리치료, 노인재활

이 완 희(Wan-Hee Lee)

[정회원]



- 1997 2월 : 연세대학교 보건대학원 (재활보건학석사)
- 2005년 2월 : 한양대학교 의학대학원 (의학박사)
- 1990년 3월 ~ 1999년 8월 : 서울대학교병원 재활의학과
- 1999년 9월 ~ 현재 : 삼육대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

근골격계노인재활

강 기 선(Ki-Seon Kang)

[정회원]



- 1987년 8월 : 이화여자대학교 간호대학원 (간호학석사)
- 1997년 8월 : 중앙대학교 대학원 간호학과(간호학박사)
- 1977년 3월 ~ 1981년 4월 : 서울대학교 병원 간호사
- 2014년 4월 ~ 현재 : 제주도 간호사회 회장
- 1984년 9월 ~ 현재 : 제주한라대학교 간호학과 교수

<관심분야>

기본 간호학, 활동과 운동, 호스피스 간호, 간호와 영양

김 효 실(Hyo-Sil Kim)

[정회원]



- 1989년 2월 : 서울대학교 보건대학원 보건관리학과 (보건학 석사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 제주한라대학교 의료복지교육연구원장
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대한보건협회 제주지부 감사
- 1999년 3월 ~ 현재 : 제주한라대학교 보건행정과 교수

<관심분야>

보건교육, 병원관리, 암 등록