성인간호학회지 제25권 제5호, 2013년 10월
Korean J Adult Nurs Vol. 25 No. 5, 539-548, October 2013
ISSN 1225-4886(Print) / ISSN 2288-338X(Online)
http://dx.doi.org/10.7475/kjan.2013.25.5.539

비타민 D 섭취가 여성노인의 생리적 지표, 근육량 및 신체기능에 미치는 영향

김인경[1] · 김옥수[2]

영동대학교 간호학과[1], 이화여자대학교 간호과학부[2]

Effect of Vitamin D Supplementation on the Physiological Indices, Muscle Mass, and Physical Functions of Aged Women

Kim, In Kyung[1] · Kim, Ok Soo[2]

[1]Department of Nursing, Youngdong University, Youngdong
[2]Division of Nursing Science, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of supplemental vitamin D on the physiological indices, muscle mass, and physical functions of aged women. **Methods:** A non-equivalent pretest-posttest design was used. The participants were 65 elderly women with low serum vitamin D levels. This study was conducted for 12 weeks. The experimental group (n=34) received vitamin D and regular exercise whereas the control group (n=31) received only regular exercise. The data were analyzed by the IBM PASW Statistics (SPSS) 19.0 program. **Results:** Serum vitamin D (U=0.00, $p<.001$), parathyroid hormone (U=99.50, $p<.001$) and calcium (U=250.50, $p<.001$) levels were significantly increased in the experimental group after the intervention. The experimental group showed significantly increased scores of muscle mass, strength, physical balance, and gait compared to those of the control group. **Conclusion:** Vitamin D supplementation improved physiological indices, muscle mass, and physical functions. In addition, this program may help to prevent disorders of the musculoskeletal system in aged women.

Key Words: Vitamin D, Aged, Physical, Excercise

서 론

1. 연구의 필요성

비타민 D란 골격근과 평활근 및 많은 조직과 기관에서 발견되는 특정한 핵 호르몬 수용체인 VDR (Vitamin D Receptor)에 결합하여 신체대사를 조절하는 호르몬이다(Bartoszewska, Kamboj, & Patel, 2010). 비타민 D는 음식과 자외선을 통해 흡수되며 혈액 및 림프계를 거친다. 이후 결합 백질과 결합되고 간과 신장을 통해 최종 전환되어 인체의 표적기관에 작용을 한다(Hamilton, 2010). 비타민 D는 수준에 따라 부갑상선호르몬을 변화시키고 칼슘과 인의 흡수를 조절한다.

주요어: 비타민 D, 여성노인, 신체기능, 운동

Corresponding author: Kim, In Kyung
Department of Nursing, Youngdong University, 310, Yeongdong-eup, Yeongdong-gun, Chungcheongbuk-do 370-701, Korea.
Tel: +82-10-6211-7481, Fax: +82-43-740-1386, E-mail: inkyoung19@naver.com

- 제 1저자 김인경의 박사학위논문의 일부를 발췌한 것임.
- This article is based on a part of the first author's doctoral thesis from Ewha womans University.

투고일: 2013년 6월 4일 / 수정일: 2013년 9월 30일 / 게재확정일: 2013년 10월 24일

© 2013 Korean Society of Adult Nursing

또한 골격근 세포의 비타민 D 수용체와 결합하여 골격근의 단백질 생성을 촉진시킴으로써 근력 및 근육 기능의 유지를 위해 중요한 역할을 한다(Ceglia, 2008). 그러므로 비타민 D는 충분히 보충될 시에는 신체기능 향상에 긍정적인 영향을 미치는 반면(Muir & Montero-Odasso, 2011) 결핍 시에는 대상자의 근육 위축과 근력 약화가 초래될 수 있다(Gordon, Sakkas, Doyle, Shubert, & Johansen, 2007).

인체는 노화가 진행되면서 구성이 변화하며 특히 근육량의 감소가 일어나는데 이는 전반적인 신체기능을 감소시켜 독립적인 활동에 제한을 주므로(Park, 2007) 취약계층인 노인에게는 근육의 강화를 위한 적절한 비타민 D 섭취가 반드시 필요하다(Robinson, Cooper, & Aihie Sayer, 2012). 성인의 근육량은 50세 이후부터 감소되기 시작하며 80세가 되면 50%의 감소율을 보인다(Faulkner, Larkin, Claflin, & Brooks, 2007). 특히 여성노인은 남성에 비해 근육이 허약하며 운동 또한 부족하여 기본적인 일상생활을 수행하는데 위협을 받는다(Park & Lee, 2010). 그러므로 노인의 신체기능 향상을 위한 적정량의 비타민 D 섭취와 규칙적인 운동은 권고될 필요가 있다(Kenny et al., 2011). 최근 비타민 D 섭취는 근육을 유지시키고, 신체기능 즉 근력, 신체균형 및 보행능력을 향상시켜 근골격계 문제를 예방하는데 효과적인 방법임이 보고되고 있다(Mastaglia et al., 2011). 국민건강영양조사 결과를 분석한 Kim 등(2011)의 연구에 의하면 우리나라 여성노인의 혈중 비타민 D 수준은 평균 16.6ng/mL로 정상 수준인 30.0ng/mL에 미치지 못하였다. 또한 남성노인의 21.6ng/mL에 비해서도 매우 낮아 국내 여성노인의 비타민 D의 수준은 심각한 부족 상태임을 알 수 있다. 실제 노인은 옥외 활동이 적어 햇빛으로 인한 자외선 흡수가 어렵고 불완전한 구성의 식사를 하여 평균 비타민 D 수준이 일반 성인에 비해 낮으므로(Park & Lee, 2010) 이를 정상 수준으로 유지시키기 위한 대책은 반드시 필요하다. Cannell과 Hollis (2008)는 인체의 혈중 비타민 D 수준을 10 ng/mL 상승시키려면 3개월 이상 매일 1,000 IU의 꾸준한 섭취가 필요하다고 보고하였다. 비타민 D는 노인의 신체기능 향상과 근력 향상에 중요한 영양소이며(Moreira-Pfrimer, Pedrosa, Teixeira, & Lazaretti-Castro, 2009) 운동과 함께 적용하였을 때 신체기능 향상 및 근력 향상에 좀 더 효과적인 것으로 보고되고 있다(Bunout et al., 2006). 비타민 D의 섭취와 관련하여 다양한 분야에서 효과 검증 연구가 최근 국외에서는 이루어지고 있으나 국내에서는 비타민 D의 섭취와 관련한 효과 검증 연구는 아직까지는 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 국내 여성노인을 대상으로 비타민 D를 적용하고 비타민 D가 대상자의 생리적 지표, 근육량, 신체기능 항목인 근력, 신체균형 및 보행능력에 미치는 효과를 검증하기 위해 시행되었다. 본 연구는 병원과 지역사회에서 여성노인의 신체기능 향상을 위한 독자적인 간호중재의 근거가 될 것이다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 비타민 D 섭취가 여성노인의 비타민 D 관련 생리적 지표, 근육량 및 신체기능에 미치는 효과를 검정하는데 있으며 구체적인 연구가설은 다음과 같다.

가설 1. 비타민 D 섭취와 운동을 적용받은 실험군은(이하 실험군) 운동만 적용한 대조군(이하 대조군)에 비해 혈중비타민 D 수준 및 칼슘 수준은 향상될 것이며, 부갑상선호르몬 수준은 낮아질 것이다.

가설 2. 실험군은 대조군에 비해 근육량이 증가할 것이다.

가설 3. 실험군은 대조군에 비해 신체기능인 근력, 신체균형, 보행능력이 향상될 것이다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 비타민 D 섭취가 여성노인의 비타민 D 관련 생리적 지표, 근육량 및 신체기능에 미치는 효과를 규명하기 위해 시도된 비동등성 대조군 전후 설계의 유사 실험연구이다.

2. 연구대상

연구대상자는 D광역시에 위치한 일개 노인복지관과 경로당에 정기적으로 방문을 하고 있는 65세 이상 여성노인으로 혈중 비타민 D에 영향을 줄 수 있는 항정신성 약물, 보충제(비타민 D 및 칼슘) 및 에스트로겐 요법을 받지 않으며 비타민 D와 관련이 있는 기관인 부갑상선질환과 신장질환을 진단 받지 않은 자를 대상으로 하였다. 대상자의 혈중 비타민 D 수준은 정상이나 정상에 가깝게 도달시켜야 하므로 대상자의 혈중 비타민 D 수준은 정상수준 미만, 즉 30ng/mL 미만, 부갑상선 기능의 지표인 부갑상선 호르몬 수준은 정상인 자로 하였다(Moreira-Pfrimer et al., 2009; Smedshaug, Pedersen, & Meyer, 2009). 또한 운동 프로그램을 수행하기 위해서 균형 및 운동 수행에 문제를 줄 수 있는 심장질환, 뇌혈관질환 및 근

골격계 질환을 진단받은 적이 없고 3개월 이내에 골절 경험 및 다른 운동 프로그램에 참여하고 있지 않은 자를 대상으로 하였다. 본 연구에서는 피험자간의 상호효과를 배제하기 위하여 실험군은 경로당에서, 대조군은 복지관에서 선정 하였다. 집단별 표본수는 G*Power 3.1.2 프로그램을 이용하여 실험군과 대조군의 두 집단 유의수준(α)을 .05, 통계적 검정력(power) .80 효과크기(effect size)는 0.4로 각 군당 26명으로 총 52명의 최소 인원을 확인하였다. 탈락률을 고려하여 실제 연구참여 시킨 대상자는 각각 36명이었으며 연구 진행 중 실험군 2명과 대조군 5명의 중도 탈락자가 생겨 최종인원은 실험군 34명 대조군 31명이었다. 대상자의 탈락 원인은 입원 및 개인적인 사정으로 인한 참여 거부였다.

3. 연구도구

1) 비타민 D 관련 생리적 지표

비타민 D와 관련된 요소인 비타민 D (25 (OH)D), 부갑상선호르몬, 칼슘을 혈액 검사를 통해 중재 전과 중재 후에 측정하였다. 혈액검사는 8시간 이상의 공복 상태에서 진행 하였으며 임상병리사가 혈액 배양용기를 사용하여 튜브당 3cc, 총 6cc의 혈액을 상완정맥에서 채혈 후 바로 혈액 분석 전문 기관의 검사실로 보내 신속히 혈청을 분리하여 혈액 자동 분석기(Hitachi 760-210, Hitachi, Japan; Liaisome 2229004142, Diaso riam, Italy)로 분석하였다. 본 연구에서 비타민 D는 10 ng/mL 미만을 심한 결핍(severe deficiency), 10~20 ng/mL를 결핍(deficiency), 21~29 ng/mL를 상대적 부족(relative insufficiency), 30 ng/mL 이상을 충분한(sufficiency) 상태로 정의하였다(Holick et al., 2011).

2) 근육량

부위별 직접 다주파수 측정법을 이용한 생체임피던스기를 사용하여 근육량을 분석하였다(Inbody 520, Biospace Co, Korea). 본 연구에 사용한 항목은 좌우 상·하지 근육량으로 오차를 줄이기 위해 측정에 대한 교육을 받은 훈련된 연구보조원 1인이 측정하였다.

3) 신체기능

대상자의 신체기능을 평가하기 위해 근력, 신체균형, 보행능력을 평가하였다. 본 연구에서 노인의 신체기능은 National Institutes of Health (2012)의 Short Physical Performance Battery (SPPB)로 측정하였다. 이 도구는 미국의 National Institute of Aging에서 기존의 알려진 노인 신체기능 평가 방법들 중 노인에게 쉽게 측정할 수 있으면서 적합하다고 생각되는 항목인 의자에서 일어나기, 균형, 보행을 포함하고 있다(Guralnik, Ferrucci, Simonsick, Salive, & Wallace, 1995). 측정의 일관성과 정확성을 위해 3인의 연구보조원에게 측정 방법 및 유의 사항에 대해 교육하였으며, 측정 오차를 줄이기 위해 한 항목을 1인이 전담하여 측정하도록 하였다.

근력은 의자에 앉았다 일어나기(sit to stand)로 측정하였다. 손을 가슴에 얹고 '시작'의 지시에 따라 5회 의자에 앉고 일어서는 동작에 걸린 시간을 총 3회 측정하였으며 평균 시간이 감소 할수록 하지근력이 증가됨을 의미한다. 신체균형 능력 및 보행능력은 일반자세(side-by-side -stance), 반일렬자세(semi tandem stance), 일렬자세(tandem stance)의 3가지 항목과 눈 뜨고 외발서기(one leg with eyes opened)의 항목 1가지로서 초시계(HS-3V, Casio, Japan)로 측정하였다.구체적인 검사방법은 다음과 같다(Guralnik et al., 1995). 일반자세(side-by-side-stance)는 대상자가 눈을 뜬 상태에서 두 발을 모아 서있는 자세를 유지한 시간을 측정하였다. 반일렬자세(semi tandem stance)는 대상자가 눈을 뜬 상태에서 두 발을 모으고 한쪽 발을 반쯤 앞으로 보내 두 발이 서로 겹쳐지도록 서있는 자세를 유지한 시간을 측정하였다. 일렬자세(tandem stance)는 대상자가 눈을 뜬 상태에서 한발을 다른 발 앞쪽에 직렬로 놓고 서있는 자세를 유지한 시간을 측정하였다. 눈뜨고 외발서기(standing on one leg with eyes opened)는 대상자가 눈을 뜬 상태에서 두 팔을 들어 올리게 한 후 두 발 중에 한발은 서서 다른 편 다리의 무릎을 구부려서 최대한 위쪽으로 올리고 외다리로 서있는 시간을 측정하였다. 총 3회를 진행하여 평균값을 초(second)로 기록하였다. 보행능력은 4 m 보행하기(usual gait speed)로 측정하였다. 대상자에게 붉은색 선으로 표시한 4 m를 평상시 보행속도로 걷도록 한 후 초시계를 사용하여 측정하였다. 평가는 2회 실시하여 빠른 보행 시간(초)로 기록하였다.

4) 음식에서 섭취한 비타민 D

음식으로 섭취한 비타민 D가 본 연구에 영향을 미칠 수 있음을 고려하여 24시간 회상법을 사용하여 대상자가 평소에 음식으로 섭취하는 비타민 D를 확인하였다. 24시간 회상법은 공휴일, 기념일, 제사와 같은 특별한 날을 제외한 2일의 평균 섭취량을 조사하였으며 구체적으로 하루의 3끼와 간식으로 섭취한 음식과 식품의 종류와 양, 시간과 장소, 식사동반자 등으로 구분하여 면접 조사하였다. 기입한 내용은 한국영양학회

영양분석 프로그램인 CAN pro 4.0 (Computer Aided Nutritional Analysis Program for Professional 4.0)을 사용하여 분석하였다.

4. 실험처치

모든 실험처치는 복지관과 경로당에서 진행하였다. 실험 전 사전 교육에서는 실험에 참여하는 12주 동안은 평상시 행동을 그대로 하도록 교육하였으며 비타민 D를 증가시킬만한 외부 활동이나 관련 음식섭취는 하지 않도록 교육하였다. 연구 기간 동안 매주 1회는 비타민 D에 영향을 미칠만한 외출시간과 섭취된 비타민 D의 양을 설문지를 통해 모니터링 하였다. 실험처치는 2012년 1월부터 4월까지 12주간 진행하였다.

실험군은 일일 1,000 IU의 효과를 볼 수 있는 최소 기간을 근거로(Cannell & Hollis, 2008) 3개월간 구강으로 비타민 D를 섭취하였다. 본 연구에서 사용한 비타민 D는 캡슐형으로 캡슐 당 500IU를 포함하여 일일 총 2캡슐의 비타민 D를 섭취하도록 하였다. 대상자가 섭취 용량을 정확히 지킬 수 있도록 2캡슐씩 개인별 용기에 담아 제공하였다. 실험 중재 전과 후에 비타민 D 관련 변수와 함께 혈청 요소질소, 크레아티닌, 간 효소의 혈액검사를 하여 연구 전 대상자의 상태와 연구 후 부작용 유무를 확인하였다.

실험 전 대상자에게 반드시 일일 섭취 용량을 지켜야 함을 설명하였으며 오심, 구토, 소화불량, 무기력, 근육 떨림, 체중감소 등의 부작용에 대해 설명하고 부작용을 경험할 시 섭취는 중단할 것이며 관련분야 전문의에게 진료를 받을 수 있음을 교육하였다. 비타민 D는 정한 요일 맞춰 연구자가 주 2회 방문하여 직접 제공 및 확인하였으며 확인이 필요한 그 밖의 요일은 대상자의 사전 동의하에 전화로 섭취 여부와 부작용 유무를 확인하였다. 대조군에게는 비타민 D 섭취를 적용하지 않았으나 운동 프로그램은 실험군과 동일하게 적용하였다.

실험군과 대조군에게 제공한 운동 프로그램은 모두 12주간 주 2회 50분씩 진행되도록 구성하였다. 운동 구성 내용은 미국의 National Institute on Aging National Institute of Health (2010)에서 노인의 신체기능 유지를 위해 권고한 운동 프로그램 내용 중의 일부로서 운동 처방 전문가 1인과 가정의학과 전문의 1인, 간호학과 교수 1인의 자문을 받아 구성하였다. 운동 프로그램의 모든 구성 내용은 노인의 신체기능 증진과 안전에 초점을 맞춰 구성하였으며 운동 처방사 1인이 진행하였다. 운동은 근육통과 상해 방지를 위한 준비운동(호흡고르기, 맨손 스트레칭 및 마사지) 10분, 본 운동 30분, 그리고 긴장된 근육의 이완과 피로 회복을 위한 정리 운동(마무리 호흡운동 및 근육 스트레칭) 10분으로 구성하였다.

구체적으로 본 운동에서는 9개의 다른 운동을(Table 1) 10초씩 10회 2세트, 12주 동안 같은 강도로 반복하여 실시하였다. 모든 운동은 통증을 느끼지 않을 정도의 강도로 대상자의 관절 가동 범위 안에서 이루어지도록 하였다. 모든 동작 시에는 대상자가 노인임을 고려하여 안전을 위해 훈련된 연구보조원으로 3인을 투입하고 동작을 도와줄 수 있도록 하였다. 투입된 연구보조원은 대상자의 운동 동작을 관찰하고 교정이 필요하면 도움을 주었다.

Table 1. Contents of Exercise Program

Week	Stage	Contents	Time (min)
1~12	Warm up	Deep breathing, Stretching and massage	10
	Main excercise	Range of motion exercise Side arm raise Arm curl Wall push up Range of motion exercise Half squat Knee curl Back leg raise Ankle dorsiflexion/ plantarflexion/rotation	30
	Cool down	Deep breathing and stretching	10

5. 대상자의 윤리적 고려

본 연구는 A대학교 생명윤리심의위원회의 심의를 거쳐 승인 받은 후 시행하였다(IRB 2011-9-7). 자료수집 전 대상자에게 연구참여 동의서를 설명하고 본 연구참여는 자의로 이루어질 수 있도록 하였다. 연구대상자에게는 어떠한 비용이나 위험이 따르지 않을 것이며 참여도중 원하지 않을 경우 언제든 참여를 거절할 수 있음을 설명하였으며 참여자의 익명을 보장하고 개인적인 비밀은 보장해 줄 것임을 설명하였다. 혈액 검사 시 윤리적 고려를 위해 모든 검체의 폐기는 기관 규정 및 지역의 지침 규정을 지켜 혈액 전용 폐기물 박스에 완전 밀봉 하여 폐기 처리 하였고 실험 종료 후 연구자는 담당자를 통하여 검체물의 최종 폐기 상태를 확인하였다. 연구에 사용된 검체는 대상자가 연구참여 시 연구의 목적을 이해하고 채혈을 허용한 것으로서 연구 용도로만 사용 하였다. 또한 대상자의 모

든 연구자료는 외부로 유출되지 않도록 하였고 연구 후에 모두 폐기하였다. 마지막으로 실험에 참여한 모든 대상자에게 소정의 보상을 하였다.

6. 자료분석

수집된 자료는 SPSS/WIN 19.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 본 연구는 Kolmogorov-Sminov 검정법으로 변수의 정규분포를 검토하였으며 검정할 주요 변수가 정규분포를 따르지 않았으므로 비모수적 검정을 사용하여 분석하였다. 일반적 특성, 건강 관련 특성, 비타민 D 관련 특성은 기술통계로 분석하였고, 실험군과 대조군의 사전 동질성 검증은 Independent t test, Mann-Whitney U-test, Fisher's exact test를 사용하여 분석하였다. 대상자의 사전·사후 실험처치 효과에 대한 검증은 Mann-Whitney U-test로 분석하였다.

연구결과

1. 실험군과 대조군의 대상자 특성 및 종속 변수에 대한 사전 동질성 검증

본 연구의 전체 대상자는 총 65명으로 평균 연령에서 실험군은 73.7±4.4세, 대조군은 73.2±5.1세였다. 대상자의 평균 키에서 실험군은 153.8±4.2 cm, 대조군은 153.7±4.6 cm이며 평균 몸무게에서 실험군은 58.1±6.8 kg, 대조군은 59.6±7.4 kg이었다. 본 연구대상자의 약물투약 여부에서는 투약하고 있음으로 응답한 자가 실험군은 58.8%, 대조군은 64.5%로 가장 많았으며 1일 평균 햇빛 노출 시간은 30분에서 1시간 이내가 실험군은 52.9%, 대조군은 61.3%로 가장 많았다. 대상자가 음식으로 섭취한 일일 평균 비타민 D는 실험군에서 0.58±0.86 ㎍, 대조군에서 0.51±0.82 ㎍이었으며 칼슘은 실험군에서 203.74±44.51 mg을 대조군에서 198.30±19.22 mg을 섭취하고 있었다. 모든 종속 변수에서 실험군과 대조군은 통계적으로 유의한 차이가 없어 두 그룹이 동질 집단임을 알 수 있었다(Table 2).

평균 혈청 비타민 D 수준은 실험군에서 15.38±2.76 ng/mL, 대조군에서 14.82±2.84 ng/mL로 나타났으며 그 밖의 생리적 지표 및 근육량, 근력, 신체기능의 모든 변수에서 실험군과 대조군은 유의한 차이가 나타나지 않아 두 그룹은 동질한 집단임을 알 수 있었다(Table 3).

2. 비타민 D 섭취 효과 검정

1) 가설 1

'실험군은 대조군에 비해 비타민 D 관련 생리적 지표인 혈청 비타민 D, 부갑상선호르몬, 칼슘 수준에 유의한 차이가 있을 것이다.'를 검정한 결과는 Table 4와 같다. 혈청 검사 결과 혈청 비타민 D (U=0.00, $p<.001$), 부갑상선 호르몬(U=99.50, $p<.001$), 칼슘(U=250.50, $p<.001$)은 실험군이 대조군에 비해 유의한 변화가 있었다. 따라서 가설 1은 지지되었다.

2) 가설 2

'실험군은 대조군에 비해 근육량이 증가할 것이다.'를 검정한 결과는 Table 4와 같다. 근육량 측정 결과 오른쪽 상지(U=30.00, $p<.001$), 왼쪽 상지(U=0.00, $p<.001$), 오른쪽 하지(U=55.50, $p<.001$), 왼쪽 하지(U=69.00, $p<.001$)의

Table 2. Homogeneity test of General Characteristics (*N*=65)

Characteristics	Categories	Exp. (n=34)	Cont. (n=31)	t or U or Fisher's exact	*p*
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Age (year)		73.7±4.4	73.2±5.1	0.43	.664
Height (cm)		153.8±4.2	153.7±4.6	0.08	.929
Weigh (Kg)		58.1±6.8	59.6±7.4	0.82	.415
Medication	Yes No	20 (58.8) 14 (41.2)	20 (64.5) 11 (35.5)	1.05	.436
Exposure time to sun (day)	<30 min 30~<60 min 60~<120 min	13 (38.2) 18 (52.9) 3 (8.8)	8 (25.8) 19 (61.3) 4 (12.9)	0.05	.550
Dietary intakes (day)	Vitamin D (㎍) Calcium (mg)	0.58±0.86 203.74±44.51	0.51±0.82 198.30±19.22	500.00 472.00	.706 .470

Exp.=experimental group; Cont.=control group.

Table 3. Homogeneity test of Vit D related Characteristics (*N*=65)

Characteristics	Categories	Exp. (n=34)	Cont. (n=31)	t	*p*
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Physiological index	25 (OH)D (ng/mL)	15.38±2.76	14.82±2.84	0.80	.424
	PTH intact (pg/mL)	50.25±13.80	50.99±9.83	0.24	.806
	Calcium (mg/dL)	9.06±0.41	9.11±0.32	0.59	.556
Muscle mass (kg)	Right upper limb	1.95±0.16	1.94±0.14	0.10	.914
	Left upper limb	1.89±0.23	1.95±0.20	1.14	.256
	Right lower limb	5.70±2.05	5.75±0.74	0.12	.901
	Left lower limb	5.21±0.59	5.31±0.51	0.71	.480
Muscle strength (second)	Sit to stand	11.93±2.77	11.57±3.34	1.46	.147
Physical balance (second)	Semi tandem stance	21.31±3.14	21.38±2.30	0.30	.759
	Tandem stance	20.63±2.11	21.16±1.74	1.09	.278
	Side by side stance	23.09±3.71	24.95±2.85	1.37	.175
	Standing on one leg	9.49±4.77	10.06±5.56	0.44	.658
Gait (second)	Usual gait speed	6.33±1.10	5.92±1.71	1.14	.258

Exp.=experimental group; Cont.=control group; 25 (OH)D=25-hydroxyvitamin D; PTH=parathyroid hormone.

Table 4. Differences in Physiological Indices and Muscle Mass between Experimental and Control Groups (*N*=65)

Variables	Groups	Pretest	Posttest	Difference	
		M±SD	M±SD	M±SD	U (*p*)
25 (OH)D (ng/mL)	Exp.	15.38±2.76	27.64±2.53	12.26±3.28	0.00 (<.001)
	Cont.	14.82±2.84	11.97±3.05	-2.85±2.75	
PTH intact (pg/mL)	Exp.	50.25±13.80	39.80±11.46	-10.46±13.32	99.50 (<.001)
	Cont.	50.99±9.83	57.62±11.67	6.63±9.92	
Calcium (mg/dl)	Exp.	9.06±0.41	9.27±3.98	0.21±0.47	250.50 (<.001)
	Cont.	9.11±0.32	8.97±0.27	-0.15±0.32	
Right upper limb lean mass	Exp.	1.95±0.16	2.21±0.34	0.25±0.26	30.00 (<.001)
	Cont.	1.94±0.14	1.91±0.14	-0.06±0.17	
Left upper limb lean mass	Exp.	1.89±0.23	2.13±0.30	0.24±0.17	0.00 (<.001)
	Cont.	1.95±0.20	1.87±0.24	-0.08±1.23	
Right lower limb lean mass	Exp.	5.70±2.05	6.83±2.67	1.12±2.49	55.50 (<.001)
	Cont.	5.75±0.74	5.53±0.66	-0.21±0.40	
Left lower limb lean mass	Exp.	5.21±0.59	6.65±2.40	1.44±2.21	69.00 (<.001)
	Cont.	5.31±0.51	5.14±0.60	-0.16±0.47	

Exp.=experimental group; Cont.=control group; 25 (OH)D=25-hydroxyvitamin D; PTH=parathyroid hormone.

근육량은 실험군이 대조군에 비해 유의하게 증가하였다. 따라서 가설 2는 지지되었다.

3) 가설 3

'실험군은 대조군에 비해 신체기능인 근력, 신체균형, 보행능력이 향상될 것이다.'를 검정한 결과는 Table 5와 같다. 근력을 측정한 결과 의자에 앉았다 일어나기(U=148.50, $p<.001$)는 실험군이 대조군에 비해 유의하게 향상되었다. 신체균형 측정 결과 반일렬자세(U=130.50, $p<.001$), 일렬자세(U=226.50, $p<.001$), 눈 뜨고 외발서기(U=82.00, $p<.001$) 항목에서 실험군이 대조군에 비해 유의하게 향상되었고 일반자세 항목에서만 유의한 차이가 없었다(U=428.50, $p=.194$). 보행 능력(U=132.50, $p<.001$)은 실험군이 대조군에 비해 유의하게 향상되었다. 따라서 가설 3은 부분적으로 지지되었다.

논 의

본 연구는 비타민 D 섭취가 여성노인의 비타민 D 관련 생리적 지표, 근육량 및 신체기능에 미치는 효과를 규명하기 위해 시도되었다. 대상자는 평균 연령 73세의 여성노인으로 대상자의 약 90%는 1일 평균 햇빛 노출 시간이 1시간 미만이었다. Moyal과 Fourtanier (2008)는 비타민 D를 규칙적으로 합

Table 5. Differences in Physical Functions between Experimental and Control Groups (*N*=65)

Variables	Groups	Pretest	Posttest	Difference	
		M±SD	M±SD	M±SD	U (*p*)
Sit to stand	Exp.	11.93±2.77	9.62±2.00	-2.32±2.15	148.50 (<.001)
	Cont.	11.57±3.34	10.29±2.88	-1.28±1.78	
Semi tandem stance	Exp.	21.31±3.14	24.43±2.50	3.12±2.24	130.50 (<.001)
	Cont.	21.38±2.30	23.01±1.87	1.62±1.98	
Tandem stance	Exp.	20.63±2.11	23.62±2.16	3.08±2.10	226.50 (<.001)
	Cont.	21.16±1.74	22.36±1.36	1.85±1.52	
Side by Side stance	Exp.	23.09±3.71	23.34±3.61	0.25±3.20	428.50 (.194)
	Cont.	24.95±2.85	25.11±3.39	0.17±1.41	
Standing on one leg	Exp.	9.49±4.77	14.16±5.31	4.67±4.23	82.00 (<.001)
	Cont.	10.06±5.56	13.36±4.40	3.30±1.16	
Usual gait speed	Exp.	6.32±1.10	5.76±0.96	-0.75±0.78	132.50 (<.001)
	Cont.	5.92±1.71	5.64±1.39	-0.28±0.25	

Exp.=experimental group; Cont.=control group.

성하기 위해서 최대한 팔, 다리, 몸을 노출하고 햇빛이 있는 옥외에서 매일 1시간 이상 있어야 함을 보고하였고 Diffey (2010)는 12월부터 3월이 1년 중 일조량이 가장 적은 달이기 때문에 겨울철 인체의 비타민 D 합성이 더욱 부족함을 보고하였다.

본 연구의 중재 기간도 일조량이 적으며 상하의를 갖춰 입어 팔, 다리의 노출이 거의 없는 1-3월로서 빛으로 인한 비타민 D 흡수는 어려웠다. 또한 대상자는 농사일이나 외부 일을 하지 않고 활동량이 많지 않은 여성노인으로 일일 햇빛 노출시간은 1시간 미만이었다. 그러므로 본 연구에서 햇빛은 결과에 미치는 영향 변수로 보기 어려웠다. 식이에서는 대상자 대부분이 여성 독거노인으로 골고루 갖춰진 식사를 하지 못하고 있었으며 특히 비타민 D 함유 음식은 거의 섭취하지 않아 식이 변수 또한 결과에 미치는 영향은 거의 없을 것으로 생각된다.

실제 본 연구대상자가 음식으로 섭취한 비타민 D는 Korean Nutrition Society (2010)의 기준으로 국내 노인의 일일 섭취해야 할 비타민 D는 10 ㎍, 칼슘은 570 mg임을 볼 때 평균 노인의 일일 권장량에 비해 낮은 수준을 섭취하고 있음을 확인할 수 있었다. 그러므로 노인의 신체기능을 향상시키기 위해 비타민 D는 필수로 섭취해야 할 영양소이며(Mastaglia et al., 2011) 노인에게 올바른 영양 섭취에 대한 교육이 필요함을 시사하고 있다.

실제 본 연구대상자의 혈중 비타민 D는 평균 15 ng/mL로 '결핍' 수준이었다. 이는 Zhu 등(2010)의 연구에서 70~90세 노인의 17 ng/mL에 비해 낮았으나 Lee 등(2011)의 연구결과 16 ng/mL과는 비슷한 수준이었다. 연구결과를 종합해보면 본 연구대상자를 포함한 국내외 여성노인들은 비타민 수준이 모두 '결핍' 상태로서 비타민 D의 추가적인 보충이 필요한 상태였으며 햇빛으로 체내 합성되는 비타민 D의 양이나 음식으로의 섭취되는 비타민 D의 양이 낮으므로 이 외에 보충을 위한 다른 방법이 모색되어야 함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 실험군에게 비타민 D 섭취를 적용한 결과 실험군의 혈중 비타민 D 수준이 중재 전보다 12.26 ng/ml 상승하였으며 대조군은 2.85 ng/ml 감소하였다. Zhu 등(2010)의 연구결과 오스트리아 70세에서 90세 노인을 대상으로 1년 여간 비타민 D를 적용하였을 때 중재 전에 비해 혈중 비타민 D 수준이 유의하게 향상되었고 Moreira-Pfrimer 등(2009)의 연구에서도 60세 이상의 노인을 대상으로 6개월간 비타민 D 섭취를 적용하였을 때 혈중 비타민 D는 유의하게 향상되어 본 연구결과와 일치하였다. 유사한 결과로서 국내 Park 등(2005)의 연구에서도 비타민 D 결핍 대상자에게 비타민 D 보충제 사용 후 중재 12주시점에 대상자의 혈중 비타민 D 수준이 56.1 % 증가하였다. 본 연구에서도 대상자에게 비타민 D를 3개월간 섭취시킨 결과 기준시점보다 혈중 비타민 D가 80% 증가되어 여성노인에게 보충제를 사용하여 비타민 D를 최소 3개월 정도만 꾸준히 복용한다면 혈중 비타민 D 수준은 충분히 향상시킬 수 있다는 것을 확인 할 수 있었다.

국외 연구 보고에서는 노인에게 적용할 수 있는 일일 비타민 D 섭취량은 4,000 IU였으며(Holick et al., 2011) Muir와 Montero-Odasso (2011)의 비타민 D 섭취와 근력, 보행, 균형에 대한 체계적 문헌고찰에서는 근력 및 신체기능 향상을 위해 노인에게 매일 800 IU에서 1,000 IU의 비타민 D를 사용

하는 것이 효과적인 것으로 보고되었다. 선행연구에서의 비타민 D 사용에서 Zhu 등(2010)은 여성노인의 근력 및 기동성을 향상시키기 위해 1,000 IU가 사용하였고 Stockton 등(2011)의 메타분석 연구에서 노인이 근력 향상의 효과를 볼 수 있는 최소 사용용량은 1일 1,000 IU로 나타났다.

본 연구에서는 선행연구를 근거로 여성노인에게 비타민 D 1일 1,000 IU의 비타민 D를 섭취시켰다. 이는 여성노인의 근기능 향상을 위해 사용될 수 있는 적정한 섭취수준으로 판단되며 연구기간동안 대상자에게는 어떠한 부작용도 나타나지 않았다. 연구결과를 근거로 국내 여성노인에게 1일 비타민 D 1,000 IU 적용은 안전한 범위임을 확인할 수 있었다. 향후 본 연구를 근거로 비타민 D 보충제 섭취에 대한 사용 교육에서 최소 기간 및 적정용량에 대한 기준을 제시할 수 있을 것이다.

비타민 D는 근육에서 단백질을 합성하여 근육조직을 발달시키는 기능을 하며(Ceglia, 2008; Hamilton, 2010) Muir와 Montero-Odasso (2011)는 비타민 D가 인간의 신체기능을 향상시키는 영양소임을 보고하였다. 따라서 비타민 D의 결핍은 대상자의 근육 위축과 근력 약화의 원인이 될 수 있을 것이다(Gordon et al., 2007). 본 연구에서 실험군은 대조군에 비해 12주 후에는 근육량이 증가하였다. 이는 운동과 함께 매일 적용한 비타민 D 섭취가 여성노인의 근육량 상승에 긍정적인 효과를 주었을 것으로 판단된다. 즉 여성노인이 적정량의 비타민 D를 운동과 함께 규칙적으로 적용한다면 평소 보유하고 있는 근육량을 유지시키는데 효과가 있을 것으로 판단된다.

Kim 등(2011)의 2009년 국민영양조사를 분석한 자료에서 혈중 비타민 D 수준이 낮은 대상자는 근육량 또한 낮아 혈중 비타민 D 수준과 근육량은 상관관계가 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 신체기능 중 근력은 실험군이 대조군에 비해 12주 후 유의하게 향상되었다. 대조군에게도 기본적으로 규칙적인 운동을 적용했으므로 근력은 향상된 것으로 보이지만 실험군과 비교했을 때 실험군이 좀 더 향상되어 있었다. 이는 매일 섭취된 비타민 D가 노인의 근력 상승에 효과적으로 작용했을 것으로 판단된다. 선행연구에서는 규칙적인 운동과 비타민 D를 함께 적용하거나 근력 측정 시 본 연구와 같은 도구로 근력을 측정한 연구가 없어 정확한 비교는 어려웠다.

Mastaglia 등(2011)의 연구에서는 혈중 비타민 D 수준이 20 ng/mL 이상인 대상자가 20 ng/mL 미만인 대상자에 비해 근력수준이 높았으며 Zhu 등(2010)의 연구에서도 여성노인에게 적용한 비타민 D 1,000 IU는 대상자의 하지근력을 향상시켜 비타민 D 섭취가 여성노인의 근력유지에 효과적인 중재임을 지지해 주었다. 뿐만 아니라 본 연구와 같은 운동을 적용한 연구는 아니나 Bunout 등(2006)의 노인을 대상으로 한 연구에서는 9개월 간 운동과 비타민 D 400 IU를 적용한 군이 운동만을 적용한 군보다 근력과 보행능력이 향상되어 비타민 D를 운동과 함께 적용하였을 때 좀 더 효과를 볼 수 있음을 보고하였다. 따라서 이 같은 선행연구결과 및 본 연구결과를 근거로 임상 및 지역사회 간호사는 여성노인에게 현재 진행하고 있는 운동과 함께 비타민 D 섭취를 적극적으로 권장한다면 근육감소 예방과 근력 향상에 도움을 줄 수 있을 것이라 판단된다.

신체균형 중 실험군의 반일렬자세, 일렬자세, 외발서기 기능은 대조군에 비해 12주 후에 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 그러나 일반자세는 유의한 향상을 보이지 않았다. 보행능력에서도 실험군은 대조군에 비해 12주 후에 유의하게 기능이 향상되었다. 이는 대조군도 실험군과 같이 운동을 기본적으로 적용하였으므로 신체기능의 부분적인 면에서 향상을 보였을 것으로 판단된다. 그러나 결과적으로 매일 비타민 D를 섭취한 실험군이 대조군에 비해 신체기능의 각 항목에서 유의한 향상을 보여 비타민 D가 대상자의 신체기능향상에 효과적이었음을 확인할 수 있었다. 이는 구조상 비타민 D 수용체가 인체의 근육조직에 위치해 있으며 근육의 근섬유는 인체의 균형변화 상황에서 가장 먼저 작용하므로(Pfeifer, Begerow, & Minne, 2002) 섭취된 비타민 D로 인해 높아진 혈청 비타민 D가 수용체에 작용하여 근육조직을 활성화 시키고 활성화된 근섬유는 근육에 작용하여 대상자의 신체균형 능력을 향상시켰을 것으로 판단된다.

본 연구에서 혈청 비타민 D 수준을 높이는 것이 대상자의 신체기능을 향상시키는데 효과적으로 나타난 것과 같이 Zhu 등(2010)의 연구에서도 여성노인에게 적용한 비타민 D 1,000 IU는 대상자의 보행능력을 17.5% 향상시켰으며 Houston 등(2011)과 Okuno 등(2010)의 연구에서 또한 비타민 D의 수준이 높은 그룹이 낮은 그룹에 비해 신체기능 정도가 상대적으로 높게 평가되고 있음을 보고하여 본 연구결과를 지지하였다. 그러므로 여성노인의 신체기능을 향상시키기 위해 비타민 D를 보충해주는 문제는 중요하게 고려되어야 할 것이다.

Janssen 등(2013)이 40세에서 80세까지 폐경여성을 대상으로 비타민 D의 수준에 따른 근육량, 근력과 신체기능인 신체균형과 보행능력을 분석한 연구에서도 혈청 비타민 D의 수준이 24 ng/mL 미만인 대상자가 24 ng/mL 이상인 대상자에 비해 근육량, 상지 및 하지근력, 신체기능점수가 모두 유의하게 낮았다. 그러므로 결과를 종합해 볼 때 본 연구에서 운동과 함께 적용한 일일 1,000 IU의 비타민 D 섭취는 혈청 비타민 D의 수준을 올리는 것은 물론 근육에 작용하여 대상자의 신체

기능 향상에 도움을 주었을 것으로 판단된다. 그러므로 인체의 혈중 비타민 D는 정상 수준을 유지해야 하며 향후 이를 위한 대책을 마련해야 하는 것이 여성노인의 신체기능 유지 및 관리에 있어 중요한 문제임을 알 수 있다.

본 연구의 결과를 근거로 적정량의 비타민 D의 섭취는 여성노인의 근육량과 신체기능 유지에 긍정적인 역할을 했음을 알 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 연구대상자를 두 개의 그룹으로 설정하였으므로 이를 연구의 제한점으로 둘 수 있겠다. 추후 연구에서는 운동과 비타민 D 섭취에 대한 상호작용을 정확하게 판단하기 위해서는 비타민 D를 단독으로 섭취한 그룹을 포함하여 효과를 확인할 필요가 있을 것이다.

이상의 결과로 여성노인의 비타민 D 관련 생리적 지표, 근육량 및 신체기능을 향상 시키는데 비타민 D의 섭취는 매우 효과적인 중재임을 알 수 있었다. 그러므로 여성노인에게 꾸준한 비타민 D의 섭취의 독려가 필요할 것으로 판단되며 대상자에게 비타민 D의 섭취 방법, 기준 용량 및 부작용을 정확히 교육하고 사용한다면 본 중재는 최근 증가하고 있는 노인, 가정 및 병원 임상간호 분야에서 노인의 근육 유지 및 신체기능 향상을 위한 독자적인 간호중재로서 활용 될 수 있을 것이라 기대된다.

결론 및 제언

본 연구는 비타민 D 섭취와 운동이 여성노인의 비타민 D 관련 생리적 지표, 근육량 및 신체기능에 미치는 효과를 규명하기 위해 시도되었다. 결과적으로 비타민 D의 섭취는 여성노인의 혈중 비타민 D의 수준, 근육량 및 신체기능을 향상시키는 것으로 나타났다. 본 연구에서 여성노인은 칼슘과 부갑상선호르몬이 정상 수준이나 비타민 D는 결핍 수준이었다. 실제 비타민 D의 부족 상태로는 칼슘의 흡수가 어려우므로 간호사는 칼슘 보충을 권장하기에 앞서 대상자에게 비타민 D의 섭취를 우선 권장해야 할 것이다.

본 연구는 임상 및 지역사회 간호사에게 여성노인의 비타민 D 섭취에 대한 긍정적 인식을 주고 임상에서 여성노인의 비타민 D의 수준에 간호사가 관심을 갖고 측정해야 하는 이유에 대한 근거를 제시하였다고 판단된다. 또한 여성노인에게 운동만을 단독으로 진행했던 기존 지역사회 프로그램에 비타민 D를 함께 적용해 보는 것 또한 의미가 있을 것으로 사료된다. 앞으로 병원을 포함한 지역사회에서 여성노인의 신체기능 향상을 위한 독자적인 간호중재로서 비타민 D를 활용한다면 노인간호 실무 발전에 기여 할 수 있을 것이라 보며 이를 여성노인뿐 아니라 비타민 D의 수준이 낮은 중년 대상자에게 활용하기를 제언한다. 그러나 비타민 D 섭취와 운동 프로그램의 정확한 효과 확인을 위해 추후 연구에서는 비타민 D만을 섭취한 군을 포함하여 검증하고 비타민 D의 흡수 기전이 사람마다 다를 수 있음을 고려하여 추후 다양한 그룹의 대상자에게 섭취량과 기간을 달리하여 효과를 검증할 것을 제언한다.

REFERENCES

Bartoszewska, M., Kamboj, M., & Patel, D. R. (2010). Vitamin D, muscle function, and exercise performance. *Pediatric Clinics of North America, 57*(3), 849-861. http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2010.03.008

Bunout, D., Barreraa, G., Leviaa, L., Gattasa, V., Avendañoa, M., Hirscha, S., et al. (2006). Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. *Experimental Gerontology, 41*(8), 746-752.

Cannell, J. J., & Hollis, B. W. (2008). Use of vitamin D in clinical practice. *Alternative Medicine Review, 13*(1), 6-20.

Ceglia, L. (2008). Vitamin D and skeletal muscle tissue and function. *Molecular Aspects of Medicine, 29*(6), 407-414. http://dx.doi.org/10.1016/j.mam.2008.07.002

Diffey, B. L. (2010). Is casual exposure to summer sunlight effective at maintaining adequate vitamin D status? *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine, 26*, 172- 176.

Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Claflin, D. R., & Brooks, S. V. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscle. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, 34*, 1091-1096. http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1681.2007.04752.x

Gordon, P. L., Sakkas, G. K., Doyle, J. W., Shubert, T., & Johansen, K. L. (2007). Relationship between vitamin D and muscle size and strength in patients on hemodialysis. *Journal of Renal Nutrition, 17*(6), 397-407.

Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Salive, M. E., & Wallace, R. B. (1995). Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *The New England Journal of Medicine, 332*(9), 556-561.

Hamilton, B. (2010). Vitamin D and human skeletal muscle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 20*(2), 182-190. http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01016.x

Holick, M. F., Binkley, N. C., Bischoff-Ferrari, H. A., Gordon, C. M., Hanley, D. A., Heaney, R. P., et al. (2011). Evaluation, treatment, and prevention of Vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 96*(7), 1911-1930. http://

dx.doi.org/10.1210/jc.2011-0385

Houston, D. K., Tooze, J. A., Davis, C. C., Chaves, P. H., Hirsch, C. H., Robbins, J. A., et al. (2011). Serum 25-hydroxyvitamin D and physical function in older adults: The Cardiovascular Health Study All Stars. *Journal of the American Geriatrics Society, 59*(10), 1793-1801. http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03601.x

Janssen, H. C., Emmelot-vonk, M. H., Verhaar, H. J. & van der Schouw, Y. T. (2013). Vitamin D and muscle function: Is there a threshold in the relation? *Journal of American Medical Directors Association, 14*(8), 13-18. http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda. 2013.05.012

Kenny, R. A., Rubenstein, L. Z., Tinetti, M. E., Brewer, K., Cameron, K. A., Capezuti, E. A., et al. (2011). Summary of the updated American geriatrics society/British geriatrics society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society, 59*(1), 148-157. http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03 234.x

Kim, M. K., Baek, K. H., Song, K. H., Kang, M. I., Park, C. Y., Lee, W. Y., et al. (2011). Vitamin D deficiency is associated with sarcopenia in older Koreans, regardless of obesity: The fourth Korea national health and nutrition examination surveys (KNHANES IV) 2009. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 96*(10), 3250-3256. http://dx.doi.org/10.1210/jc.2011-1602

Korean Nutrition Society. (2010). *Dietary reference intakes for Koreans*. Seoul: The Korean Nutrition Society.

Lee, M. K., Yoon, B. K., Chung, H. Y., & Park, H. M. (2011). The Serum Vitamin D nutritional status and its relationship with skeletal status in Korean postmenopausal women. *Obstetrics & Gynecology Science, 54*(5), 241-246. http://dx.doi.org/10.5468/ KJOG.2011.54.5.241

Mastaglia, S. R., Seijo, M., Muzio, D., Somoza, J., Nunez, M., & Oliveri, B. (2011). Effect of vitamin D nutritional status on muscle function and strength in healthy women aged over sixty-five years. *Journal of Nutrition, Health & Aging, 15*(5), 349-354.

Moreira-Pfrimer, L. D., Pedrosa, M. A., Teixeira, L., & Lazaretti-Castro, M. (2009). Treatment of vitamin D deficiency increases lower limb muscle strength in institutionalized older people independently of regular physical activity: A randomized double-blind controlled trial. *Annals of Nutrition & Metabolism, 54*(4), 291-300. http://dx.doi.org/10.1159/000235874

Moyal, D. D. & Fourtanier, A. M. (2008). Broad-spectrum sunscreens provide better protection from solar ultraviolet-simulated radiation and natural sunlight-induced immunosuppression in human beings. *Journal of the American Academy of Dermatology, 58*(5), S149-S154. http://dx.doi.org/10.1016/j.jaad.2007.04.035

Muir, S. W. & Montero-Odasso, M. (2011). Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society, 59*(12), 2291-2300. http://dx.doi.org/10.1111/ j.1532-5415.2011.03733.x

National Institute on Aging National Institute of Health. (2010). *Excercise and physical activity*. Retrieved March 21, 2012, from National Institute on Aging National Institute of Health Web site: www.nia.nih.gov/Go4Life.

Okuno, J., Tomura, S., Yabushita, N., Kim, M. J., Okura, T., Tanaka, K., et al. (2010). Effects of serum 25-hydroxyvitamin D (3) levels on physical fitness in community-dwelling frail women. *Archives of Gerontology and Geriatric, 50*(2), 121-126. http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.

Park, B. J. & Lee, Y. J. (2010). Integrative approach to elderly frailty. *Journal of Family Medicine, 31*, 747-754. http://dx.doi.org/10.4082/kjfm.2010.31.10.747

Park, S. W. (2007). Sarcopenia of the old age. *Journal of Korean Society of Endocrinology, 22*(1), 1-7.

Park, T. J., Cho, Y. E., Choi, Y. J., Kim, Y. K., Ahn, S. M., Jung, S. H., et al. (2005). The effects of oral vitamin D supplement in vitamin D inadequacy. *Journal of The Korean Society of Osteoporosis, 3*(2), 121-125.

Pfeifer, M., Begerow, B., & Minne, H. W. (2002). Vitamin D and function. *Osteoporosis International, 13*(3), 187-194.

Robinson, S., Cooper, C., & Aihie Sayer, A. (2012). Nutrition and sarcopenia: A review of the evidence and implications for preventive strategies. *Journal of Aging Research, 2012*, 1-6. http://dx.doi.org/10.1155/2012/510801

Smedshaug, G. B., Pedersen, J. I., & Meyer, H. E. (2009). Can vitamin D supplementation improve grip strength in elderly nursing home residents? A double-blinded controlled trial. *Scandinavian Journal of Food & Nutrition, 51*(2), 74-78. http://dx.doi.org/10.1080/ 03461230701422528

Stockton, K. A., Mengersen, K., Paratz, J. D., Kandiah, D., & Bennell, K. L. (2011). Effect of vitamin D supplementation on muscle strength: A systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis International, 22*(3), 859-871. http://dx.doi.org/10.1007/s00198-010-1407-y

Zhu, K., Austin, N., Devine, A., Bruce, D., & Prince, R. L. (2010). A randomized controlled trial of the effects of vitamin D on muscle strength and mobility in older women with vitamin D insufficiency. *Journal of the American Geriatrics Society, 58*(11), 2063-2068. http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03142.x