

계단 오르내리기가 혈압, 혈중 지질 및 건강체력에 미치는 영향

인제대학교 일산백병원 스포츠건강의학센터¹, 가정의학과², 재활의학과³, CS팀⁴

문정화¹ · 윤영숙² · 이홍재³ · 정태호¹ · 황영혜⁴ · 김하성³

Effects of Stair Climbing on Blood Pressure, Lipid Profiles, and Physical Fitness

Jung-Wha Moon¹, Yeong-Sook Yoon², Hong-Jae Lee³, Tae-Ho Jeong¹, Young-Hye Hwang⁴, Ha-Seong Kim³

¹Sports Medical Center, Departments of ²Family Medicine and ³Medicine and Rehabilitation, and ⁴CS Team, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang, Korea

Purpose: The purpose of the study is to identify the effects of worker's stair-climbing on blood pressure, lipid profiles, and physical fitness.

Methods: After recruiting 114 healthy adult women aged 20 to 64 years who have had sedentary for more than 3 months, we divided into two groups: the stair group (SG, n=57) and control group (CG, n=57). SG was supposed to do stair-climbing in daily life like workplace and home for 12 weeks. To investigate the effects of the lifestyle changing of stair-climbing, resting blood pressure, heart rate (HR), and lipid profiles were measured before and after 12-week stair-climbing. Also, physical fitness items such as peak oxygen consumption (VO₂peak), back muscle strength, sit and reach, isokinetic strength of knee joint, static and dynamic balance were measured.

Results: As a result of the 12-week lifestyle changing of stair-climbing, resting systolic blood pressure (SBP; $p < 0.05$) and HR ($p < 0.01$) were significantly decreased in SG. Low-density lipoprotein-cholesterol (LDL-C) was significantly reduced in SG ($p < 0.05$). There was a significant improvement in the VO₂peak ($p < 0.001$). There were a significant improvement in back strength ($p < 0.001$) and bilateral knee extensor (60°/sec: $p < 0.05$, $p < 0.01$, 180°/sec: $p < 0.01$, $p < 0.01$) and knee flexor (180°/sec: $p < 0.01$, $p < 0.05$) of isokinetic strength. There were significant improvements in static balance of one leg standing eye-closed ($p < 0.05$) and dynamic balance of left/right velocity ($p < 0.01$), forward/backward velocity ($p < 0.01$).

Conclusion: In this study, 12 weeks of lifestyle changing of stair-climbing improved SBP, resting HR, LDL-C, VO₂peak, back and knee strength, static and dynamic balance as well as increased physical activity volume of stair-climbing in the daily living.

Keywords: Blood pressure, Lipids, Peak oxygen consumption (VO₂peak), Stair-climbing, Strength

Received: October 15, 2018 Revised: February 23, 2019 Accepted: February 25, 2019

Correspondence: Jung-Wha Moon

Sports Medical Center, Inje University Ilsan Paik Hospital, 170 Juhwa-ro, Ilsanseo-gu, Goyang 10380, Korea

Tel: +82-31-910-7190, Fax: +82-31-910-7889, E-mail: jhmoon@paik.ac.kr

Copyright ©2019 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

생활수준의 향상과 식생활의 서구화, 여가 시간의 증가와 더불어 컴퓨터 및 휴대전화 사용 시간의 증가, 자동화 시스템 등 환경적인 변화로 한국 성인의 신체활동 수준은 급격히 감소하고 있다. 한국은 OECD 국가 중 일하는 시간이 많은 나라 1위, 연중 휴가일이 적은 나라 1위, 여가 시간 중 TV 시청 시간이 가장 긴 나라 1위를 차지하고 있으며, 성인은 여가 시간의 대부분을 수면이나 TV 시청으로 보내고 있다¹. 신체활동의 감소는 비만, 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨병 등^{2,4}의 생활습관병과 심혈관계 질환 및 뇌혈관 질환의 위험 요인을 증가시킨다^{5,6}. Holmstrup 등⁴은 장기간 지속적인 좌식생활(sedentary)은 식후 혈당과 인슐린 농도에 부정적인 영향을 미친다고 보고하였으며, 좌식생활은 신체활동량을 감소시키고 체력 저하로 이어져 특히 하지근력과 허리근력이 감소하며, 신체 근육량의 70% 이상을 차지하고 있는 하지 근육이 소실되고 이러한 결과는 낙상과 골절의 위험을 증가시킬 수 있다^{7,8}. 일상생활에서 좌식생활 시간을 줄이고 신체활동을 증가시키는 노력은 운동만큼 중요하다. 출퇴근할 때 교통수단을 자가용 대신 버스, 지하철 등의 대중교통이나 자전거나 걷기로 하여 신체활동을 증가시키는 노력을 통해⁹ 비만, 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨병 등^{2,4}의 생활습관병 예방과 심혈관질환 및 뇌혈관 질환의 위험요인을 감소시키고^{5,6,10,11}, 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성 등 건강체력 개선에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다^{9,10}. 질환자가 규칙적인 운동으로 질환을 관리하는 것도 중요하지만, 그보다 더 중요한 것은 발병하기 이전에 규칙적인 운동을 통해 대사증후군 및 심혈관계 질환 및 뇌혈관 질환의 위험요인을 감소시키는 것이다. 따라서 이러한 질환의 예방을 위해서는 젊은 시절부터 규칙적인 운동을 해야 한다. 하지만 한국에서 가장 바쁜 20-50대의 직장인들이 규칙적으로 운동을 하려면 현실적으로 많은 제한이 따른다. 또 당장 바쁜 업무 때문에 운동에 소극적이게 되고 우선순위에 밀리게 되므로 건강관리를 위한 규칙적인 운동은 쉽게 포기하게 되어 장기간 유지하기가 어렵다. 운동이 신체 건강 유지를 위해 필요하다는 것을 알지만, 바쁜 한국의 직장인들은 따로 시간을 내서 운동을 하려면 어려울 뿐 아니라 업무 시간을 줄여서 운동을 하기보다는 수면시간을 줄여서 운동을 해야 한다는 심리적 부담감 또한 있다. 이들에게는 운동이 크게 따로 시간을 내지 않고도 일상생활에서 짧은 시간 동안 여러 번 운동을 반복하는 방법⁴을 대안으로 제시하고 충분히 실천할 수 있다는 자가 건강관리 의식을 개선시키는 노력이 필요하다.

Holmstrup 등⁴은 18-35세의 젊은 비만(체질량지수 $>30 \text{ kg/m}^2$) 성인 여성(11명)을 대상으로 간헐적인 걷기 운동의 효과를 규명하였다. 아침에 60%-65% 최대산소섭취량(peak oxygen consumption [$\text{VO}_{2\text{peak}}$]) 강도로 1시간 동안 걷기 운동을 한 것과, 12시간 동안 같은 강도로 매 2시간마다 5분씩 간헐적으로 걷기 운동을 하고 운동 후 150분과 240분에 혈당을 비교한 결과, 비만인은 짧은 시간 동안 여러 번 간헐적으로 운동을 반복하는 방법이 아침에 1시간 지속적으로 운동을 하는 것보다 혈당과 인슐린 농도가 더 크게 감소되었다고 보고하였다. 따라서 출퇴근 수단으로 자가용 대신 대중교통을 이용하고 가까운 거리는 걸어가거나 자전거를 이용하고⁹, 자동차 셀프 세차나 엘리베이터 대신 계단을 이용하는 등^{3,11-15} 신체활동을 증가시키는 노력은 건강체력을 유지하고 심혈관계 질환 및 뇌혈관 질환의 위험인자를 줄이는데 효과적이다^{5,6,10,11}. 그러므로 직장 및 일상생활에서 쉽게 실천할 수 있는 운동 방안을 마련하여 운동 순응도를 높이고 건강 관리에 도움을 줄 필요가 있다. Jennings 등¹³은 계단 오르내리기는 신체활동량을 증가시키고 건강상의 이점을 얻기 위해 일상생활에서 가장 쉽게 할 수 있는 활동이라고 하였으며, 다수의 선행연구에서 계단 오르내리기가 건강 증진 및 체력 향상에 효과적이라고 보고되고 있다^{3,11-15}. 그러나 일상에서 자연스럽게 엘리베이터를 타는 굳어진 생활습관을 의식적으로 행동하지 않으면 한 번에 바꾸기란 쉽지 않다. 엘리베이터 대신 계단을 이용하여 신체활동을 규칙적으로 증가시키기 위해서는 직장 및 일상생활에서 쉽게 계단으로 접근할 수 있는 환경 조성이 우선시 되어야 한다. 따라서 직장 내에서 계단을 이용하는데 도움을 줄 수 있는 ‘계단 오르내리기 캠페인’을 실시하거나 직장인들이 쉽게 계단으로 접근할 수 있도록 도움을 주고 동기화할 수 있는 적극적인 노력이 필요하다.

계단 오르내리기는 걷기나 자전거 등의 유산소 운동과 비교하여 같은 시간 대비 에너지 소비량이 높다^{3,11}. 계단 오르내리기는 체력을 개선시키는데 효과적이어서 직장인들의 근골격계 질환 예방 및 작업능력 향상에도 도움이 된다. 또한 계단은 바쁜 직장인들에게 따로 운동시설로 이동할 필요 없이 직장 내에서 업무와 관련하여 이동할 때나 출퇴근할 때 등 일상에서 충분히 시행할 수 있으므로 편의성이 높다.

직장과 일상생활, 그리고 출퇴근할 때 공공장소에서 계단 오르내리기를 수행한 선행 연구들을 살펴보면, Jennings 등¹³은 1990년 1월부터 2015년 7월까지 발표된 계단을 이용하여 신체활동을 증가시키는 연구를 리뷰 분석하였는데, 엘리베이터, 에스컬레이터 또는 무빙워크와 비교하여 계단을 이용하는

비율이 증가하였는지 규명하였다. 총 2,136개의 논문 중 54개의 논문에서 67개 연구 결과, 계단을 이용하는 장소는 공공장소에서 75%, 직장에서 21%, 그리고 공공장소와 직장 모두에서 4%가 이용하였으며, 전체 연구의 72%에서 계단 오르기의 유의한 향상을 보고하였다. 그러나 신체활동을 증가시키기 위해 계단을 이용하는 장소로 공공장소에서는 유의한 효과가 있었으나, 직장에서 계단으로 신체활동을 증가시키는 효과는 적었다고 하였다. Bellicha 등¹⁴은 계단을 이용하는 중재 효과에 대한 최신 지견을 제안하고자, 가장 효과적인 계단 이용 방법을 결정하기 위한 목적으로 리뷰 분석하였는데, 2013년까지 총 8,571건의 논문 중 50건의 논문을 분석한 결과 25개의 연구에서는 직장에서 계단을 이용하여 65%가 계단 이용률이 상승했고, 35개의 연구에서는 공공장소에서 계단을 이용하여 76%의 이용률이 증가하였다고 보고하였다. 동기부여와 계단에 방향표시를 하는 등의 개입을 실시한 결과, 83%의 연구에서 직장에서 계단 오르내리기 비율이 증가하였고, 86%의 연구에서 공공장소의 계단 오르내리기 비율이 증가하였다고 보고하였다. 그러나 공공장소의 계단 이용률을 증가시키는데 효과적이지만 직장 내에서는 제한된다고 보고하였다. Honda 등¹²은 일상생활에서 신체활동을 증가시키는 방법으로 단시간 동안 계단 오르내리기가 2형 당뇨병 환자들의 혈당을 급격히 개선시킬 수 있는지를 규명하였다. 연구 결과, 평균 연령 65.4세의 2형 당뇨병 환자 16명을 대상으로 식후 60분, 120분에 3분 동안 분당 80-110 스텝의 속도로 계단 오르내리기를 시행한 결과 식후 150분의 혈당이 휴식 때보다 크게 낮아졌다고 보고하였으며, 식후 짧은 시간 동안의 간헐적 계단 오르내리기 운동이 2형 당뇨병 환자의 식후 2시간 혈당의 감소를 가속화시키는 유용한 전략이 될 수 있다고 보고하였다. Takaishi와 Hayashi³는 합병증이 없는 2형 당뇨병 노인들의 계단 오르내리기 운동의 혈당 감소 효과를 규명하였다. 당뇨병 노인(7명)은 계단 오르내리기 운동과, 평지 걷기 운동, 30 g의 탄수화물 섭취 후 90분, 180분에 6분 30초 동안 앉아서 휴식하며 혈당을 측정된 결과, 계단 오르내리기 운동 후 90분, 105분에 측정된 혈당이 평지 걷기 운동 후 동 시간 때보다 유의하게 낮았고, 탄수화물 섭취 후 90분에서 180분 사이의 혈당은 앉아서 쉴 때보다 계단 오르내리기를 했을 때 15% 더 낮았다고 보고하였다. 계단 오르내리기의 효과는 많은 선행연구에서 검증되고 있어^{3,12-15}, 국내의 크고 작은 기관이나 대중 매체, 지하철과 같은 대중교통에서도 계단 오르내리기의 효과를 적극적으로 홍보하고 있다. 그러나 아직까지 국내의 직장인들을 대상으로 직장 및 일상생활에서 계단 오르내리기 효과를 검증한 연구는

거의 미미한 실정이다. 또 국외에서 선행된 몇몇의 리뷰 연구 결과에 의하면^{13,14}, 직장에서 계단 오르내리기 운동의 효과가 제한된다는 결과들이 있어, 국내 직장인들을 대상으로 직장 및 일상생활에서 계단 오르내리기의 효과를 규명하는 것은 큰 의미가 있다고 하겠다. 더 나아가 직장 내에서 계단 오르내리기로 신체활동을 증가시켜 건강 증진에 도움을 줄 수 있는 방안을 제시하기 위한 연구가 추후에 필수적으로 요구된다.

이 연구에서는 건강한 직장 여성을 대상으로 직장 및 일상생활에서 이동할 때 엘리베이터 대신 계단을 이용하도록 함으로써, 계단 오르내리기가 건강에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 따라서 이 연구에서는 계단 오르내리기가 혈압, 혈중지질 및 건강체력에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 경기도 고양시 소재 I 대학 병원에 근무하는 직장인으로 최근 3개월 이상, 하루 30분 이상, 주 2회 이상 규칙적인 운동을 하고 있지 않는 건강한 20-64세의 성인 여성으로 실시하였다. 2017년 2월부터 2018년 1월까지 I 대학 병원 내 직원 게시판 포스터^{14,15}, 직원 홈페이지 등을 이용해 ‘계단 오르내리기 효과에 대한 연구’에 참여할 대상을 모집하였다. 사전 설문 조사를 통해 병력, 가족력, 최근 3개월 동안의 운동 여부 등을 고려한 선정 기준 및 제외 기준에 적합한 대상자를 정하고 연구를 진행하였다. 연구 대상 제외 기준은 (1) 운동을 하면 심해지는 중증 정형외과적 질환 및 중증 류마티스성 질환으로 계단 이용이 불가능한 자, (2) 최근 3개월 이내 어지럼 증으로 쓰러지거나 실신한 적이 있는 자, (3) 중대한 심혈관계 질환 및 심장급사 경험자, 중풍 및 뇌혈관 질환자, 신경정신과 질환으로 약물 복용 중이거나 치료중인 자, (4) 연구기간 동안 임신이 하게 되거나 현재 임신 중인 자, (5) 연구기간 중 새로운 운동을 시작하여 하루 30분 이상, 주 2회 이상 규칙적으로 운동을 한 자, (6) 다른 임상시험에 참여 중인 자 혹은 임상시험의 시험약을 복용한 지 3개월 미만인 자, (7) 기타 연구 참여가 부적합하다고 판단되는 자이다. 이 중 한 가지 이상의 항목에 해당되는 자는 위 선정 기준에 부합하더라도 연구에 참여할 수 없도록 하였다. 연구 대상에 선정된 자는 이 연구에 자발적으로 참여하고 계단 오르내리기와 대조군에 무작위로 배치됨에 대해 서면 동의를 받았다. 목표 피험자 수 산출은 G*Power 3.1 (University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany)을 이용하여

산출된 effect size는 $\alpha=0.05$, power=0.8, sample size=64명이며, 계단 오르기군과 대조군 각 64명씩 총 128명이다. 연구 기간 중에 발생할 탈락자를 고려하여 130명을 모집하였다.

2. 연구 방법

1) 계단 오르내리기 프로그램

12주간 계단 오르내리기를 최소 주 5회 이상, 가능한 매일 하도록 교육하였다¹¹. 하루 계단 오르내리기 빈도는 3층 이상의 계단을 10회 이상 이용하는 것을 목표로 권고하였고 ‘계단일지’를 작성하도록 하였다. 이외의 모든 생활은 평소와 같게 하도록 하였고, 연구 기간 동안 계단 오르내리기 외에 다른 새로운 운동을 시작하지 않도록 하였다. 연구 참여자는 12주 동안 직장 및 가정에서 엘리베이터 이용을 중단하고 계단으로 생활하도록 하였다. 계단은 한 계단씩 밟고 오르내리도록 교육하였고 두 세 계단을 한꺼번에 오르지 않도록 하였다. 계단은 평소보다 빠르게 오르내리도록 하였으나 뛰지 않도록 교육하였다. 신발은 운동화나 편안한 신발을 착용하도록 하였다. 계단 오르내리기를 실시할 직장 건물은 지하 6층, 지상 12층으로 이루어진 18층 건물이다. 특히 출퇴근할 때에는 건물 내 주차장에서부터 근무지까지 계단을 이용하고, 점심시간과 업무와 관련하여 이동할 때 계단을 이용하도록 하였다. 또한 주말이나 근무하지 않는 날은 집과 일상생활에서 계단을 이용하도록 하였다. 직장 내 근무 부서가 3층 미만인 경우에는 점심시간이나 휴식시간, 퇴근시간에 3층 이상의 계단을 10회 이상 오르도록 목표를 안내하고 독려하였다. 계단을 이용 목표를 달성하도록 동기 유발시키기 위해, 직장 건물 내 비상계단과 벽에 계단 오르기 캠페인 홍보물을 설치하였으며^{14,15}, 매주 초 문자메시지와 전화, 이메일로 계단 이용을 독려하였다. 매일 3층 이상의 계단을 오른 내용을 ‘계단일지’에 작성하여 1-4주, 4-8주, 8-12주 간격으로 기록한 것을 4주마다 제출하도록 하였으며(Fig. 1), 피험자가 일지 제출을 위해 방문할 때 계단 이용 순응도를 확인하여 목표치를 달성할 수 있도록 교육하였다. 이 연구의 제한점은 실험군의 직장 외 일상생활에서 이용하는 계단 높이를 통제할 수 없는 점, 계단 오르내리는 속도를 통제할 수 없는 점, 하루에 계단을 오르내리는 회수와 주당 계단을 이용하는 빈도를 통제할 수 없는 점, 계단 오르기 순응도를 확인할 수 있는 방법이 계단일지와 신체활동설문(International Physical Activity Questionnaire, Short Form [IPAQ])으로 제한된다는 점이다.

시간	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	합계
00																									
01																									
02																									
03																									
04																									
05																									
06																									
07																									
08																									
09																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									

Fig. 1. Stair climbing daily record.

2) 건강 관련 측정 항목들

12주간의 계단 오르내리기 전후에 혈압 및 안정 시 심박수, 비만도, 혈중 지질, 최대산소섭취량, 유연성, 허리 근력, 무릎 관절의 등속성 근기능, 정적 및 동적 발란스, 신체활동 설문 검사를 시행하였다¹¹. 모든 검사는 인제대학교 일산백병원 윤리위원회(IRB No. ISPAIK 2016-12-025-017)의 허가를 얻었고 사전에 충분한 설명과 피험자의 사전 동의 하에 검사를 시행하였다. 검사 복장은 센터에 비치된 반팔 상하의 운동복과 운동화를 착용하고 실시하였다.

3) 안정 시 심박수 및 혈압

안정 시 심박수와 혈압은 모든 검사를 시작하기 전에 실시하였다. 피험자는 앉아서 5분 동안 휴식을 취한 후 자동혈압측정기(BP-203RV II; COLIN, Japan)를 이용하여 안정 시 심박수와 혈압을 측정하였다. 측정은 2회 측정하여 최소값을 결과값으로 하였다.

4) 비만도

비만도 검사는 체질량지수, 허리둘레, 체지방량, 체지방률, 체지방률을 측정하였다. 모든 비만도 검사는 공복상태로 검사 당일 오전 9시 이전에 실시하였다. 체질량지수는 신장과 체중을 측정한 결과값으로 환산하였다. 허리둘레는 마지막 늑골 하부와 장골능(ASIS) 사이 1/2지점을 수평으로 줄자(measuring tape, Sports storage, China)를 이용하여 2회 측정하여 평균값을 결과값으로 하였다. 체지방량, 체지방률, 체지방률은 생

체전기저항 분석 장비(Inbody 15.0; Biospace, Seoul, Korea) 위에 올라서서 손잡이를 잡고 팔을 옆으로 벌린 후 검사를 실시하였다.

5) 혈중 지질

혈중 지질 검사는 혈액검사장비(Advia 1650, Bayer, Tokyo, Japan; G7, Tosoh, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였는데 검사 48시간 전부터 금주하고, 검사 12시간 전부터 금식하여 검사 당일 오전 9시 이전에 실시하였다. 검사 항목은 혈당(glucose), 총콜레스테롤(total cholesterol), 고밀도 지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol), 저밀도 지단백 콜레스테롤(low-density lipoprotein cholesterol), 중성 지방(triglyceride)을 측정하였다.

6) 건강체력

건강체력 검사는 기초체력검사 장비(TAKEI, Tokyo, Japan)를 이용하여 최대산소섭취량, 앉아서 윗몸 앞으로 굽히기, 배근력 검사를 측정하였다. 최대산소섭취량 검사를 제외한 모든 검사는 2회 측정하여 최고 값을 결과값으로 하였다. 최대 산소섭취량은 심폐지구력 검사로 고정식 자전거(Health guard Active 10 II, TAKEI)를 이용한 최대하 운동부하검사를 실시하였다. 자전거 운동부하검사 프로토콜은 Åstrand-Ryhming의 6분 프로토콜(Åstrand in work test with the bicycle ergometer)¹⁶을 이용하여 측정하였다. 검사는 먼저 피험자가 고정식 자전거에 앉은 후 안정 시 심박수 수준으로 맥박이 떨어지도록 3분 이상 휴식을 하였다. 자전거 운동부하검사의 강도는 검사 프로토콜에 따라 피험자의 연령과 체중을 입력하면 신체적 능력을 고려하여 300-450 kgm/min으로 설정되는데, 50 rpm으로 유지하며 6분 동안 실시한다. 이때 측정된 최대 심박수로 추정공식에 의해 산출된 최대산소섭취량을 결과값으로 하였다. 앉아서 윗몸 앞으로 굽히기는 유연성 검사로 앉아서 윗몸 앞으로 굽히기 측정기(TAKEI)를 이용하여 측정하였다. 측정기에 앉아서 두 다리를 앞으로 펴고 발바닥을 측정기에 붙인 후 두 손을 모아 윗몸을 앞으로 굽히면서 손으로 측정기를 최대한 앞으로 미는 거리를 측정하였다. 배근력은 허리근력 검사로 배근력계(TAKEI)를 이용하여 측정하였다. 피험자는 배근력계에 올라서서 허리를 앞으로 구부려(15°-20° trunk flexion) 손잡이를 잡고 '시작' 소리가 들리면 허리를 쭉 펴고 손잡이를 최대한 위로 잡아당기게 하여 그 힘을 측정하였다.

7) 등속성 근력

등속성 근력 검사(isokinetic test)는 무릎관절의 등속성 근력을 측정하는 검사로 등속성 근력 검사 장비(CYBEX 770; CYBEX, Medway, MA, USA)를 이용하여 앉은 자세로 실시하였다. 등속성 근력 검사는 통증이 없는 범위 내에서 관절가동 범위(range of motion)를 정하고 무릎관절의 굽힘과 펴름 60°/sec과 180°/sec 각속도로 측정하였다. 60°/sec 측정은 2회 연습과 1분 휴식을 취한 후 4회 반복 측정 하였고, 180°/sec 측정은 2회 연습과 1분 휴식 후 10회 반복 측정하여 발현되는 최대 우력(peak torque)을 결과값으로 채택하였다¹⁷. 검사자는 사전에 검사에 대해 충분히 설명하고 검사 후 약간의 근육통이 생길 수 있음을 설명하였다. 또한 정확한 평가를 위해 피험자가 검사 중 최대 근력을 발휘하도록 독려하였다.

8) 발란스

발란스 검사 장비(Balance Master, NeuroCom System 7.0.9, Pennsylvania, USA)를 이용하여 선 자세에서 균형유지 능력을 객관적으로 평가하기 위해 정적 발란스와 동적 발란스를 측정하였다. 발란스 검사는 컴퓨터와 연결된 발판 위에 올라서서 컴퓨터 모니터를 보고 검사자의 지시 하에 실시하는 검사이다. 모든 검사는 각 2회 측정하여 평균값을 결과값으로 하였다. 정적 발란스는 한 발 서기 능력을 측정하는 것으로 눈 뜨고 한 발 서기와 눈 감고 한 발 서기를 통해 좌우 하지의 평균 체중심 흔들림 정도를 측정하였다. 동적 발란스는 컴퓨터 화면에 나오는 지시를 따라서 피험자가 체중심의 전후방과 좌우방향으로 이동하도록 하면서, 방향 전환 속도와 방향조절능력을 저속, 중속, 고속으로 이동하는 능력을 측정하였다.

9) 신체활동

신체활동은 한국어판 단문형 국제신체활동설문(IPAQ)¹⁸을 이용하여 피험자에게 직접 하루 24시간 동안의 격렬한 신체활동과 중등도 신체활동을 체크하도록 하였고, 하루에 걷는 시간과 앉아서 생활하는 시간을 기록하도록 하여 신체활동량을 분석하였다. 신체활동량(metabolic equivalent [MET] · min/wk) 범주는 걷기 실천자, 중등도 신체활동 실천자, 고강도 신체활동 실천자로 분류되고, 신체활동 점수는 비활동, 최소한의 활동, 건강증진형 활동 점수로 나누어 분석하였다. 계단일지는 하루에 3층 이상의 계단을 이용한 것을 매일 기록하게 하여 4주마다 제출하도록 하였으며, 일일 계단 오르내리는 횟수와 주당 계단 이용 빈도를 분석하였다.

3. 분석 방법

이 연구에서 측정된 모든 결과값의 통계분석은 IBM SPSS ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 모든 변인의 평균과 표준편차를 산출하였다. 실험군과 대조군 간의 계단 오르기 전 후 차이 분석을 위하여 two-way repeated measured analysis of variance (ANOVA)를 적용하였다. 실험군과 대조군 간의 사후 검증은 Bonferroni test를 적용하였다. 모든 결과의 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 정하였다.

Table 1. Physical characteristic of subjects

Variable	Stair group (n=57)	Control group (n=57)	p-value
Age (yr)	36.0±10.2	35.9±11.3	0.94
Height (cm)	160.8±5.1	160.3±4.7	0.56
Weight (kg)	57.0±5.7	57.8±6.7	0.98

Values are presented as mean±standard deviation.

Table 2. Resting heart rate and blood pressure

Variable	Stair group		Control group		Comparison between 2 groups after 12 week	
	Pre	Post	Pre	Post	F	p-value
Resting heart rate (beat/min)	82.0±10.0	76.4±8.3*	79.7±10.3	80.5±11.5	9.89	0.00
Systolic blood pressure (mmHg)	121.0±11.1	114.6±11.9***	119.2±10.3	116.5±12.6	3.98	0.04
Diastolic blood pressure (mmHg)	73.7±7.8	70.2±8.5***	72.5±6.4	71.3±7.2	3.68	0.05

Values are presented as mean±standard deviation.

Significantly different from value of pre-test: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

Table 3. Obesity degree

Variable	Stair group		Control group		Comparison between 2 groups after 12 week	
	Pre	Post	Pre	Post	F	p-value
Weight (kg)	57.0±5.7	56.7±5.5	57.8±6.7	57.6±6.8	0.98	0.32
Body mass index (kg/m ²)	22.0±2.1	21.9±2.0*	22.5±2.5	22.4±2.4	0.99	0.32
Waist circumference (cm)	72.6±4.7	71.7±4.6	73.1±5.7	71.8±9.2	0.13	0.71
Fat free mass (kg)	40.8±3.7	40.9±3.7	40.6±3.0	40.7±3.2	0.00	0.96
Fat mass (kg)	16.2±4.1	15.9±4.1**	17.1±5.0	16.8±4.9	0.08	0.77
Percent fat (%)	28.2±5.2	27.8±5.3	28.7±5.8	28.7±5.3	0.81	0.37

Values are presented as mean±standard deviation.

Significantly different from value of pre-test: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

결 과

1. 연구 참가자의 특성

초기 연구 참가자는 계단운동군 68명, 대조군 62명으로 총 130명이었다. 이 중 실험기간 동안 사직, 이사, 이직, 임신, 변심 등으로 사전에 동의한 준수사항을 이행하지 못하여 연구 포기 의사를 밝힌 인원은 총 16명이었다. 계단운동군 중에 12주간의 실험 종료 후 계단 오르내리기 빈도가 주 2회 미만이거나, 대조군 중에 연구기간 동안 다른 새로운 종류의 운동을 시작하여 주 2회 이상 규칙적인 운동을 한 경우 최종 분석 대상에서 제외하였다. 그 결과 계단 오르기군 57명, 대조군 57명으로 총 114명이다. 계단 오르기군, 대조군 피험자 간의 사전 평균연령, 신장, 체중은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이 연구 대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. 안정 시 심박수 및 혈압 검사 결과

20-64세의 성인 여성 직장인을 대상으로 12주간의 계단 오르내리기 전후 안정 시 심박수 및 혈압 검사 결과는 Table 2와

같다. 안정 시 심박수는 계단 오르기군에서 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 12주 후 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이를 보였다($p<0.01$). 안정 시 혈압은 수축기 혈압의 유의한 감소를 보였고($p<0.001$), 두 그룹 간의 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 이완기 혈압은 유의한 감소를 보였으나($p<0.001$), 두 그룹 간의 비교에서는 유의한 차이가 없었다.

1) 비만도 검사 결과

12주간의 계단 오르내리기 전후 체질량지수와 허리둘레, 체지방량과 체지방률, 체지방률 검사 결과는 Table 3과 같다. 체질량지수는 계단 오르기군에서 유의하게 감소하였으나($p<0.05$), 12주 후의 두 그룹 간의 비교에서는 유의한 차이는 없었다. 체지방량은 유의하게 감소하였으나($p<0.01$), 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이는 없었다. 허리둘레, 체지방량, 체지방률은 두 그룹 모두 유의한 차이가 없었다.

2) 혈중 지질 검사 결과

12주간의 계단 오르내리기 전후 혈당, 총콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방

검사 결과는 Table 4와 같다. 저밀도 지단백 콜레스테롤은 계단 오르기군에서 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 12주 후의 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 반면, 혈당과 총콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방은 두 그룹 모두 유의한 차이를 보이지 않았다.

3) 건강체력 검사 결과

12주간의 계단 오르내리기 전후 건강체력인 최대산소섭취량, 앉아서 윗몸 앞으로 굽히기, 배근력 검사 결과는 Table 5와 같다. 최대산소섭취량은 계단 오르기군에서 유의한 증가를 보였으며($p<0.001$), 12주 후 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 배근력은 유의한 향상을 보였으며($p<0.001$), 두 그룹 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 앉아서 윗몸 앞으로 굽히기는 두 그룹 모두 유의한 차이가 없었다.

4) 등속성 근력 검사 결과

12주간의 계단 오르내리기 전후 등속성 근력 검사 결과는 Table 6과 같다. 무릎관절 $60^\circ/\text{sec}$ 의 좌우측 무릎 펴기 근력은

Table 4. Lipid profiles

Variable	Stair group		Control group		Comparison between 2 groups after 12 week	
	Pre	Post	Pre	Post	F	p-value
Glucose (mg/dL)	92.9±9.6	95.1±7.3	93.6±9.6	93.8±8.5	1.59	0.20
Total cholesterol (mg/dL)	181.0±33.5	172.1±27.8	179.8±31.0	183.0±28.6	9.56	0.00
HDL-C (mg/dL)	67.9±11.6	66.9±11.7	67.2±18.8	69.7±15.3	4.02	0.04
LDL-C (mg/dL)	100.1±32.6	91.6±27.2*	96.4±30.2	96.2±27.1	4.53	0.03
Triglyceride (mg/dL)	80.3±38.0	77.7±29.4	88.1±38.8	95.3±56.0	1.28	0.26

Values are presented as mean±standard deviation. Pre- and post-test participants: glucose (SG, n=55; CG, n=52), total cholesterol (SG, n=56; CG, n=52), HDL-C and LDL-C (SG, n=55; CG, n=51), triglyceride (SG, n=55; CG, n=51). HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, SG: stair group, CG: control group. Significantly different from value of pre-test: * $p<0.05$.

Table 5. Physical fitness

Variable	Stair group		Control group		Comparison between 2 groups after 12 week	
	Pre	Post	Pre	Post	F	p-value
VO ₂ peak (mL/kg/min)	37.10±9.54	43.30±9.59***	39.91±9.62	40.12±9.18	19.89	0.00
Sit and reach (cm)	8.8±13.0	10.0±8.9	8.5±9.9	8.9±10.0	0.29	0.59
Back strengthening (kg)	53.9±10.2	63.2±10.9***	54.7±12.3	56.7±14.0	15.01	0.00

Values are presented as mean±standard deviation. VO₂peak: peak oxygen consumption. Significantly different from value of pre-test: *** $p<0.001$.

Table 6. Isokinetic muscular function of knee

Angular velocity	Classify		Stair group		Control group		Comparison between 2 groups after 12 week	
			Pre	Post	Pre	Post	F	p-value
60°/sec (NM)	Extension	Left	88.5±18.4	101.0±20.3***	85.6±21.3	88.9±24.3	7.74	0.00
		Right	89.2±18.6	98.7±20.1***	84.9±21.8	87.3±25.9	4.84	0.02
	Flexion	Left	42.4±8.9	46.2±10.2*	42.2±10.7	42.6±11.9	3.39	0.06
		Right	45.0±10.1	46.0±12.4	44.3±12.2	42.4±13.0	2.50	0.11
180°/sec (NM)	Extension	Left	48.4±12.6	63.8±15.1***	48.0±14.3	53.2±16.6	12.96	0.00
		Right	49.1±10.1	63.1±11.5***	48.4±14.3	54.3±17.0	11.83	0.00
	Flexion	Left	28.6±7.7	33.1±8.8***	28.2±10.5	29.4±11.5	5.86	0.01
		Right	29.6±8.7	33.4±8.2	30.2±10.8	29.5±12.3	8.01	0.00

Values are presented as mean±standard deviation.

Significantly different from value of pre-test: *p<0.05, ***p<0.001.

Table 7. Static balance and dynamic balance

	Variable		Stair group		Control group		Comparison between 2 groups after 12 week	
			Pre	Post	Pre	Post	F	p-value
SB Unilateral stance	Eye open	Left	0.79±0.43	0.71±0.34	0.83±0.37	0.88±0.49	1.80	0.18
		Right	0.84±0.46	0.67±0.31*	0.88±0.43	0.82±0.38	1.20	0.27
	Eye closed	Left	1.56±0.47	1.34±0.36*	1.55±0.62	1.56±0.53	5.34	0.02
		Right	1.62±1.47	1.42±1.47	1.55±0.73	1.56±0.61	2.27	.13
DB Rhythmic weight shift	Lt/Rt velocity	Slow	3.72±0.77	3.15±0.67**	3.33±0.92	3.32±0.99	9.39	0.00
		Moderate	4.99±1.32	4.44±0.90**	4.80±1.09	4.63±1.07	2.61	0.10
		Fast	8.97±2.58	8.64±1.99	9.15±2.50	8.91±2.25	0.04	0.83
	Lt/Rt directional control (%)	Slow	81.9±5.3	81.9±5.9	80.3±8.7	80.7±6.6	0.05	0.81
		Moderate	84.7±5.7	85.0±6.8	85.1±5.1	85.1±4.8	0.16	0.69
		Fast	88.1±5.8	89.3±3.6	88.5±5.1	88.2±4.8	1.62	0.20
	F/B velocity	Slow	2.79±0.81	2.38±0.52*	2.54±0.74	2.56±0.75	7.33	0.00
		Moderate	3.67±1.08	3.24±0.73	3.48±0.94	3.56±0.99	6.58	0.01
		Fast	6.32±2.05	6.00±1.36	6.18±1.99	6.24±1.83	1.09	0.29
	F/B directional control (%)	Slow	76.1±12.3	78.2±8.3	76.9±11.5	77.6±12.3	0.45	0.50
		Moderate	79.4±15.9	81.9±7.0	81.2±9.9	82.5±8.9	0.25	0.61
		Fast	83.0±13.0	85.4±5.6	84.4±8.5	84.9±9.9	0.75	0.38

Values are presented as mean±standard deviation.

SB: static balance, DB: dynamic balance, Lt: left, Rt: right, F: forward, B: backward.

Significantly different from value of pre-test: *p<0.05, **p<0.01.

계단 오르기군에서 유의한 향상을 보였고(좌측 p<0.001, 우측 p<0.001), 12주 후 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다(좌측 p<0.01, 우측 p<0.05). 무릎 굽힘 근육은 좌측의 유의한 향상을 보였으나(p<0.05), 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이는 없었다. 무릎관절 180°/sec의 좌우측 무릎 펴기 근육은 계단 오르기군에서 유의한 향상을 보였으며(좌측 p<0.001, 우측 p<0.001), 12주 후 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다(좌측 p<0.001, 우측 p<0.001). 무릎 굽힘 근육은 좌측

의 유의한 향상을 보였고(좌측 p<0.001, 우측 p>0.05), 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다(좌측 p<0.05, 우측 p<0.01).

5) 발란스 검사 결과

12주간의 계단 오르내리기 전후 정적 발란스 및 동적 발란스 검사 결과는 Table 7과 같다. 정적 발란스인 눈 뜨고 한 발 서기는 계단 오르기군에서 유의한 향상을 보였으나(p<0.05),

Table 8. Physical activity volume and stair climbing rate

Variable	Stair group		Control group		Comparison between 2 groups after 12 week	
	Pre	Post	Pre	Post	F	p-value
Physical activity volume (MET·min/wk)	509.5±445.9	1,156.1±622.8***	489.1±465.4	459.5±361.3	8.82	0.00
Stair climbing times (times/day)	0.9±1.8	4.3±1.6**	0.5±1.7	0.3±1.3	4.43	0.03
Stair climbing duration (rep/wk)	1.1±1.7	4.8±1.9*	1.3±1.3	1.5±1.2	5.90	0.01

Values are presented as mean±standard deviation.

MET: metabolic equivalent.

Significantly different from value of pre-test: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

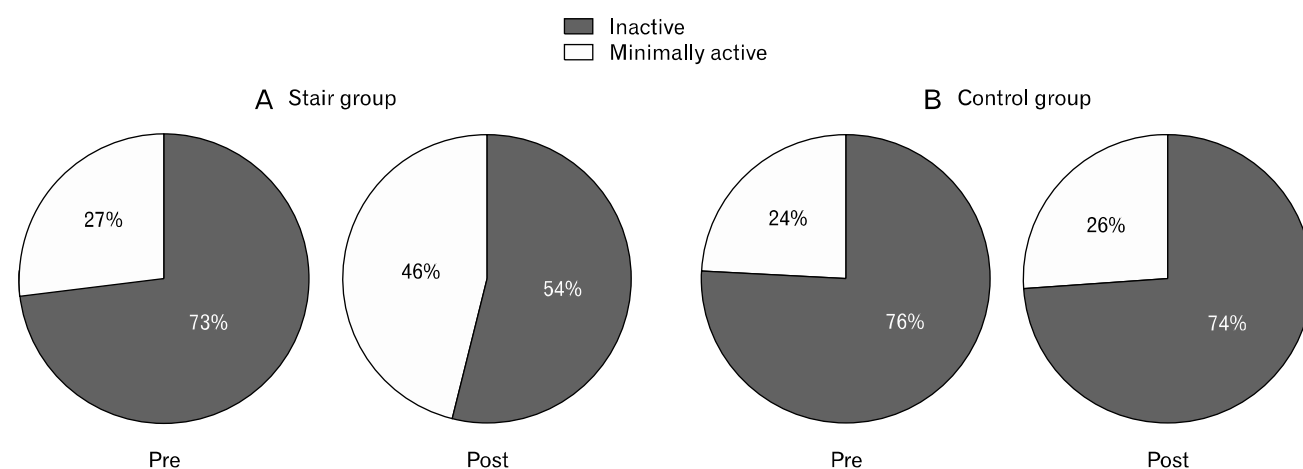


Fig. 2. Physical activity. (A) Stair group. (B) Control group.

12주 후 두 그룹 간 비교에서 유의한 차이는 없었다. 눈 감고 한 발 서기는 계단 오르기군에서 유의한 향상을 보였으며($p < 0.05$), 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 동적 발란스인 좌우방향 이동 속도는 계단 오르기군이 저속도에서 유의한 향상을 보였으며($p < 0.01$), 12주 후 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 중속도, 고속도에서 좌우방향 이동 속도와 방향조절의 향상은 보이지 않았다. 전후 방향 이동 속도는 계단 오르기군이 저속도에서 유의한 향상을 보였으며($p < 0.05$), 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 중속도, 고속도에서 전후방향 이동 속도와 방향조절의 유의한 향상은 보이지 않았다.

6) 신체활동량 변화

12주간의 계단 오르내리기 전후 IPAQ와 계단일지를 이용한 신체활동량, 일일 계단 이용 횟수, 주당 계단 오르기 빈도 분석 결과는 Table 8과 Fig 2와 같다. 계단 오르기군의 신체활동량은 유의한 향상을 보였으며($p < 0.001$), 12주 후 두 그룹 간의

비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). IPAQ를 이용한 신체활동량 변화에서 계단 오르기군의 비활동 점수가 73.4%에서 54.3%로 감소하였고, 최소한의 신체활동 점수는 26.6%에서 45.7%로 1.7배 이상 증가하였다(Fig. 2). 계단일지의 일일 계단 이용 횟수가 유의하게 증가하였고($p < 0.05$), 12주 후 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 주당 계단 오르기 빈도가 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 두 그룹 간의 비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$).

고 찰

좌식생활에 익숙한 현대인들의 신체활동을 증가시키기 위한 여러 방법들 중 계단 오르내리기는 건강한 사람들뿐만 아니라 비만, 고지혈증, 2형 당뇨병 환자의 혈당 강하에도 효과적이다^{3,4,12,19}. 이 연구에서는 12주간의 계단 오르내리기 전후에 여러 항목들을 측정하여 비교 분석하였는데, 국내외

선행연구와 이 연구 결과를 측정 항목별로 대별하여 토의하고 자 한다.

안정 시 심박수와 혈압의 변화에서는 계단 오르내리기를 통한 신체활동의 증가가 안정 시 심박수와 수축기 혈압의 감소에 효과가 있었다. 이러한 분석결과는 유산소성 운동의 안정 시 심박수와 혈압의 변화를 본 선행 연구들과 일치한다. 즉 직장과 일상생활에서 계단 오르내리기 같은 신체활동을 증가시키는 작은 변화가 유산소성 운동의 효과와 유사하며 고혈압, 심장질환, 뇌졸중 등의 대혈관질환의 위험을 줄이고^{10,20} 건강 개선에 도움이 된다는 데 큰 의의가 있다.

체질량지수와 체지방량의 변화에서는 계단 오르기군에서 유의한 감소를 보였으나 두 집단 간의 차이는 없었다. 이는 두 집단 대상의 연령이 30대로 비교적 젊고 질환이 없는 건강한 사람들로, 사전에 체질량지수가 이미 정상이었기 때문에 계단 오르기 전후로 집단 간에 큰 차이가 없었던 것으로 생각된다. 혈중 지질 관련 측정 항목의 비교에서, 계단 오르기군의 12주 전후를 비교한 결과 저밀도 지단백 콜레스테롤이 유의하게 감소하였다. 운동과 관련된 혈중 지질 변화는 여러 논문에서 서로 다른 결과를 보이고 있다. Cho 등²¹의 연구에서는, 건강한 성인을 대상으로 걷기, 자전거 등의 유산소성 운동 프로그램 수행 후 혈중 지질의 개선이 유의하지 않았다고 하였다. 반면, 신체활동의 증가로 혈중 콜레스테롤이 유의하게 개선되었다고 보고한 연구들도 있어 이 연구 결과를 입증해 주고 있다.^{3,19,22} Korean Diabetes Association¹⁹은 최근 10년간 한국 성인의 대사증후군이 급격히 증가하고 있다고 보고하였다. 신체활동 수준이 낮은 성인들은 높은 중성지방과 복부비만을 특징적으로 가지고 있으며, 신체활동이 점점 낮아지면서 고밀도 지단백 콜레스테롤의 감소를 초래하여 결국, 대사증후군이 생긴다고 하였다. 이 연구에서는 12주간의 계단 오르내리기로 신체활동을 증가시켜 저밀도 지단백 콜레스테롤의 유의한 감소를 확인했다. 이 연구 대상의 평균 연령은 30대 중반의 건강한 여성으로 혈당, 총 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방 모두 혈중 지질 수치가 이미 정상 범주에 속한다. 이 연구 결과는 12주간의 계단 오르내리기가 이상지질혈증 환자가 아닌 정상인의 저밀도 지단백 콜레스테롤도 개선시킨다는 데 큰 의미가 있다고 생각한다. 이러한 결과는 계단 오르내리기를 통해 이상지질혈증과 대사증후군의 예방에 도움이 될 것으로 생각된다.

심폐지구력을 측정하는 자전거 운동부하검사 결과에서 최대산소섭취량의 유의한 향상을 보였다. 이는 12주 동안 직장 및 일상에서 계단을 오르내리는 신체활동의 증가로 심폐지구

력의 향상을 가져왔다는 것을 의미한다. Paffenbarger 등²³의 연구에서, 심폐지구력 수준이 낮으면 심장혈관질환과 뇌혈관 질환 등의 대혈관질환으로 인한 조기 사망률이 증가한다고 하였다. 심폐지구력을 향상시키기 위해서는 무산소성 역치 이상의 강도로 운동을 해야 한다. 계단 오르내리기는 걷기나 자전거보다 운동 강도가 높는데^{3,4,11} 같은 시간 대비 에너지 소비량이 높고 강도가 무산소성 역치 수준에 도달하기 때문에 심폐지구력을 증가시키기에 좋은 운동이다. 또한 계단 오르내리기는 일상에서 접근성이 좋고, 운동 시간이 짧기 때문에 계단 이용으로 생긴 피로가 빨리 회복되며, 여러 번 자주 반복할 수 있다. ACSM 부록¹¹에 제시된 MET표에 따르면 4 km/hr 속도로 60분 걷기와 20분의 계단 오르기 운동량이 비슷한 것을 알 수 있듯이, 같은 시간에서 계단 오르기가 걷기보다 심폐지구력 향상에 더 효과적임을 알 수 있다.

앞아서 윗몸 앞으로 굽히기는 계단 오르내리기 전후 및 집단 간 비교에서 유의한 차이가 없었다. 선행연구를 살펴보면 노인인과 관절염 환자^{24,26}의 유산소성 운동 후 무릎 관절의 유연성이 향상된 연구들과는 달리, 이 연구는 건강한 성인을 대상으로 계단 오르내리기를 실시한 연구로 유연성의 변화는 크지 않았던 것으로 생각된다. 배근력은 계단 오르기군에서 유의한 향상을 보였는데, 이는 계단 오르기가 좌식생활을 하는 직장인들의 허리 근력 향상에 도움이 되었다는 것을 의미한다.

무릎관절의 등속성 근력은 모든 항목에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이전의 여러 선행연구 결과들^{24,26}과 일치하며 계단 오르내리기가 무릎관절의 근력 향상을 가져왔을 것이라 생각한다. 이와 관련하여 선행연구를 살펴보면, Jee²⁴는 퇴행성 관절염 환자에게 유산소 운동과 등척성 운동을 병행하여 60°/sec와 180°/sec의 펌근에서 근력이 향상되었다고 하였고, Chang²⁷은 12주간 수중운동과 무릎관절 운동을 적용한 결과 60°/sec와 180°/sec에서 우측 굽힘근과 펌근, 좌측 펌근의 유의한 향상을 보고하였다. 12주간의 계단 오르내리기 후 두 그룹 간의 비교에서는 계단 오르기군의 60°/sec에서 좌우측 무릎관절의 펌 근력이 유의하게 향상되었고, 180°/sec에서는 좌우측 무릎관절의 펌 근력과 좌측 무릎관절 굽힘 근력이 유의하게 향상되었다. 이러한 결과는 계단 오르내리기가 무릎관절의 근력을 향상시킬 뿐만 아니라, 약한 쪽의 근력을 더 강화시켜 좌우 근력의 차이를 줄인다는 데 의미가 있다고 생각된다.

발란스는 자세조절 능력을 결정하는 것으로 정확한 동작을 수행할 수 있는지를 평가하는데, 이 연구에서는 정적 발란스와 동적 발란스를 평가하였다. 노화 과정에서 정적 발란스의 감소

는 낙상의 가장 큰 위험요인이다. 노인에게서 발란스 저하는 낙상은 물론 골절 사고의 위험, 사망과도 매우 밀접한 관계가 있다^{24,25,28,29}. Vellas 등²⁸은 눈 감고 한 발 서기와 낙상의 관련성에 대해서 3년간 추적 조사를 한 결과, 한 발 서기와 낙상과의 관련성이 아주 높다고 하였다. 이 연구에서 정적 발란스를 대표하는 눈감고 한 발 서기 검사에서 계단 오르내리기군의 유의한 향상을 보여주고 있다. 또한 동적 발란스인 체중심의 전후방, 좌우방 움직임 속도가 유의하게 향상되었다. 이러한 결과는 일상생활에서 넘어질 수 있는 낙상 위험이 감소할 수 있음을 의미한다. 이는 계단 오르내리기를 통한 신체활동의 증가가 정적 발란스와 동적 발란스 향상에 효과적이며 낙상 위험 감소에 도움이 될 것으로 생각된다.

Bellicha 등¹⁴은 계단을 이용한 신체활동의 증가가 매우 효과적이라고 하였다. 하지만 임신 등의 사유로 업무 중단, 퇴사, 이주 등으로 계단 오르내리기의 지속성에 제한이 따르고 동기 유발의 연속성이 떨어지므로 환경적인 중재가 필수적이라고 하였다. 따라서 이 연구에서는 계단 오르내리기를 하루 3층 이상의 계단을 10회 오르내리는 것을 목표로, 주 5회 이상 실행 할 수 있도록 독려하였다. 계단 오르내리기 목표 달성과 동기 강화를 위해서, 직장 건물 내 비상계단과 직원계시판에 계단 오르기 캠페인 스티커를 부착하였으며, 매주 초 문자메시지와 전화, 이메일로 계단 이용을 권장하였다. 계단 오르내리기군은 매일 계단일지를 작성하여 4주마다 제출하게 하였으며, 일지 제출을 위해 방문할 때 계단 이용 순응도를 확인하여 목표치를 달성할 수 있도록 독려하였다. 그 결과 계단 오르내리기군은 12주 연구기간 동안 3층 이상의 계단을 하루 평균 4.3회, 주당 평균 4.8회 오르내렸다.

IPAQ는 신체활동량을 분석하는 국내외 많은 연구에서 쓰이고 있다. 이 연구를 시작 하기 전, 연구 참여자들은 계단 오르내리기군과 대조군 모두 신체활동이 가장 낮은 1단계로, ‘비활동 단계’였으나 12주 후 계단 오르내리기군의 신체활동이 두 배 이상 증가하여 2단계인 ‘최소한의 신체활동 단계’로 향상되었다. 이러한 결과는 따로 운동을 할 시간이 없는 20-64세의 성인 여성들이 직장 및 일상에서 계단 오르내리기로 신체활동량을 증가시키는데 효과가 있다는 것을 증명한 것이다. 이 연구에서는 20-64세의 직장 여성들이 12주간 계단 오르내리기로 신체활동량을 증가시켜 혈압과 안정 시 심박수의 개선은 물론 혈중 지질 수치의 개선 효과를 가져왔다. 또한, 최대산소섭취량과 허리 근력, 무릎관절의 근력 향상, 그리고 정적 및 동적 평형성이 개선되었다. 즉, 바쁜 현대인이 직장 및 일상에서 계단 오르내리기로 신체활동을 증가시키는 노력은 혈압과

심박수, 혈중지질의 개선은 물론 심폐지구력과 허리 및 무릎 근력, 평형성 증진에 도움이 될 것으로 생각된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. KOSTAT. 2017 Population and housing census. Daejeon: Statistics Korea; 2017.
2. Short KR, Pratt LV, Teague AM. The acute and residual effect of a single exercise session on meal glucose tolerance in sedentary young adults. *J Nutr Metab* 2012;2012:278678.
3. Takaishi T, Hayashi T. Stair climbing/descending exercise-immediate effect against postprandial hyperglycemia in older people with type 2 diabetes mellitus. *Ann Sports Med Res* 2015;2:1023.
4. Holmstrup M, Fairchild T, Kesiacy S, Weinstock R, Kanaley J. Multiple short bouts of exercise over 12-h period reduce glucose excursions more than an energy-matched single bout of exercise. *Metabolism* 2014;63:510-9.
5. Church TS, Earnest CP, Skinner JS, Blair SN. Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *JAMA* 2007;297:2081-91.
6. Tominaga M, Eguchi H, Manaka H, Igarashi K, Kato T, Sekikawa A. Impaired glucose tolerance is a risk factor for cardiovascular disease, but not impaired fasting glucose: the Funagata Diabetes Study. *Diabetes Care* 1999;22:920-4.
7. Moon JH, Oak JS, Park WY. The effect of 12 week exercise program on muscle fitness, flexibility and balance in the fall down female elderly. *Exerc Sci* 2004;13:77-86.
8. Sung SC, Lee MG, Kim HS. Effects of age, falling experience, and exercise habit on fitness level in the elderly men. *Exerc Sci* 2004;13:367-80.
9. Lim KB, Lee HJ, Moon JW, et al. The effect of the change of commuting mode on physical fitness and cardiovascular risk factors. *Korean J Sports Med* 2009;27:19-27.
10. Murphy M, Nevill A, Neville C, Biddle S, Hardman A. Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1468-74.
11. Whaler MH, Brubaker PH, Otto RM. ACSM's guidelines for

- exercise testing and prescription. 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2016.
12. Honda H, Igaki M, Hatanaka Y, et al. Stair climbing/ descending exercise for a short time decreases blood glucose levels after a meal in people with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2016;4:e000232.
13. Jennings CA, Yun L, Loitz CC, Lee EY, Mummery WK. A systematic review of interventions to increase stair use. *Am J Prev Med* 2017;52:106-14.
14. Bellicha A, Kieusseian A, Fontvieille AM, Tataranni A, Charreire H, Oppert JM. Stair-use interventions in worksites and public settings: a systematic review of effectiveness and external validity. *Prev Med* 2015;70:3-13.
15. Van Calster L, Van Hoecke AS, Octaef A, Boen F. Does a video displaying a stair climbing model increase stair use in a worksite setting? *Public Health* 2017;149:11-20.
16. Astrand PO. Work tests with the bicycle ergometer. Varberg: Cycelfabriken Monark; 1965.
17. Perrin DH. Isokinetic exercise and assessment. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1993.
18. IPAQ Research Committee. Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): short and long forms [Internet]. IPAQ Research Committee; 2005 [cited 2019 Feb 25]. Available from: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>.
19. Korean Diabetes Association. Diabetes. 5th ed. Seoul: Beomun Education; 2018.
20. Ahn JK, Kim C, Bang IK, Kim YJ. Effectiveness of cardiac rehabilitation on exercise capacity and ventricular function in ischemic heart disease patients. *J Korean Sports Med* 2006; 24:229-36.
21. Cho JH, Chung JH, Shin MR, Lee JH. Effects of aerobic exercise habit on obesity linked factors in females. *J Korean Sports Med* 2006;24:211-8.
22. Wood PD, Stefanick ML, Williams PT, Haskell WL. The effects on plasma lipoproteins of a prudent weight-reducing diet, with or without exercise, in overweight men and women. *N Engl J Med* 1991;325:461-6.
23. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993;328:538-45.
24. Jee YS. The effects on rehabilitative exercise on pain degree, bone mineral density, and muscular functions in patients with knee osteoarthritis. *J Korean Sports Med* 2005;23:152-60.
25. Han SW, Park JG. The effects of composition exercise for females elderly from degenerative arthritis on pain, leg muscle strength, ROM and gate function. *Korean J Sports Sci* 2013;22:1021-32.
26. Park SK, Kim EH, Kwon YC. The effect of combined training on body composition and immunocyte in middle-aged and elderly women. *J Korean Sports Med* 2005;23:161-7.
27. Chang KO. Effect of Tai Chi exercise program on muscle strength, grip strength, flexibility, pain, depression and self-efficacy in patients with osteoarthritis. *J Muscle Jt Health* 2008;15:130-9.
28. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:735-8.
29. Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med* 1986;80:429-34.