

고령자용 실내계단 디자인에 관한 인간공학적 실험연구

The Study of Ergonomics on Stairways Design in Elderly Housing

김 경 일*

최 창 렬**

Kim, Kyoung il

Choi, Chang Ryeul

안 옥 희***

An, Ok Hee

Abstract

In order to provide the basic data for planning of stairways design in elderly housing, the study of Ergonomics were examined. 3 old women and 3 female subjects were tested: 1) The relations between blood pressure and pulse: In case of the old, blood pressure was the highest at 13 cm and pulse was the highest at 23 cm. But in case of the young, the former was the highest at 23 cm and the latter was at 13 cm. 2) EMG: According to the height of stairs, the significant differences on the statistics were not seen. 3) Riviewing that biological characters according to the finishing materials, in case of the old groups, they feel most stable, as they up the wooden stairs. While they feel very dangerous, as they up the stairs where carpet is on. In the biological characters according to the stairs heights and the finishing materials, the most stable conditions for the old are 15 cm-high-stairs, wooden. And even if the stairs used inside the house, the installment of the handrails at both side must be considered.

I. 서 론

1. 연구배경 및 목적

우리 나라 인구구조의 가장 큰 특징은 고령화 현상이다. 한국보건사회연구원의 연구(1997)에 의하면 65세 이상의 노령인구 비율이 1995년에는 총인구 5.9%로 나타났으나, 2000년에는 7.1%, 2022년에는 14.3%에 달하게 되어 고령사회의 본격적인 도래가 예고되고 있다.

또한 고령자의 경제적 지위 향상 및 거주형태 변화, 자녀와 별거 증가 등의 사회의식 변화로 인한 독립노인의 증대는 고령자의 신체적, 정신적 기능의 약화에 따른 건강 문제에 대한 중요성

이 대두되게 되었다. 고령자에게 흔히 발병되는 만병퇴행성 질환으로 인한 건강상태의 악화는 정상인이 쉽게 적응할 수 있는 물리적 환경도 고령자에게는 무리한 일(John Macsai, 1982)이 되기도 하고, 일상생활 활동의 타인 의존도가 심화되며, 어느 시점에서 고령자 스스로의 일상생활을 불가능하게 한다. 또한 Keller 외(1991)는 고령자에게 오는 가장 큰 변화인 신체적 변화는 근육과 뼈의 문제라 보고하였고, 이선자 외(1990, 1985)의 조사에서 근육 골격계 질환이 26.8%로 가장 많다고 나타났으며, 고령자의 건강문제로 장거리 보행장애 및 발의 문제를 제시한 바 있다. 그리고 계단은 사람에게 고도의 에너지를 소비시키며 너 평상적이 아닌 특수한 보행자세를 요구하고 있으며(정진원, 1982) 또한 생리적인 신진대사면에서 볼 때 계단은 노약자의 건강에 지대한 영향

*영남대학교 가정관리학과 강사

**영남대학교 대학원 체육학과 연구조교

***영남대학교 가정관리학과 부교수

을 미치는 극히 위험한 존재가 되기도 한다. 따라서 고령자의 신체적 특성을 감안한 주택계획이 이루어져야 한다. 그러나 계단을 보행시 소모되는 생리적인 특성을 측정된 연구(정진원, 1987)는 대단히 적으며 그나마 특정한 연령층을 대상으로 시행되어 고령자를 대상으로 계단 보행시 근력의 변화 및 생리학적인 변화를 객관적으로 평가한 인간공학적인 연구는 극히 미흡한 형편이다.

한편 택지의 협소화 및 도시주택의 부족현상과 주거의 중·고층화, 집단화 현상으로 주택 및 옥외 공간에 있어서 육교, 지하도 등에서도 가장 보편적이고 전형적인 수직 교통로인 계단이 증가하고 있다.

또한 안옥희 외(1993)는 일상생활행위 중 고령자가 가장 피로워하는 행위의 하나로 계단 오르내림을 들고 있으며, 김경일 외(1998)의 연구에서도 고령자의 일상생활행위 중 계단오르내림이 가장 힘든 행위로 나타났다. 따라서 고령자가 사용하기에 적합한 계단 디자인이 이루어져야 한다.

그러나 현재까지 각종 건물의 설계에 이용되고 있는 계단의 치수는 대부분 일반 성인의 신체적 조건에 맞추어져 있으므로 일반 성인과 신체적 능력이 다른 고령자가 사용시에는 여러가지 문제점이 야기되고 있다. 즉, 보행시 안전과 관련된 단높이와 마감재, 보행자세, 심리적 변화를 지적할 수 있다.

따라서 본 연구는 고령자가 수직보행행동 시의 신체적, 생리적 특성을 측정하여 고령자를 위한 계단의 최적 조건을 얻기 위한 기초적 자료를 제시하는 데 그 목적이 있다.

2. 연구대상 및 방법

피험자는 65세 이상 여성고령자 3명으로 과거 팔, 다리부위의 심한 손상으로 인해 병원에 입원 또는 치료를 받은 경험이 없는 건강한 고령자이다. 또한 이들은 일상생활행위를 보조자나 가족 등에 의해 의존하지 않는 자로서 연구자의 설명

을 이해할 수 있는 능력을 갖춘 고령자이다. 비교집단의 피험자는 건강한 20대 여성 3명이다.

본 연구에서 여성 고령자를 대상으로 한 이유는 만성질환(관절통, 만성요통, 고혈압 등)으로 인하여 일상생활에 지장을 받는 고령자는 남자 고령자(59.4%)보다 여자 고령자(80.6%)가 많기 때문이다(한국보건사회연구원, 1995). 또한 계단을 오르내릴 때의 전락경험과 피로움을 호소하는 비율이 남성보다 많으며 특히 계단을 오르내릴 때 신체상의 특징이 남성보다 현저하게 나타나기 때문이다(안옥희 외, 1993).

피험자는 실험 시 활동하기 편안한 면 소재 운동복을 착용하고 계단 승하시 피험자 발의 조건은 실내용 계단임을 감안하여 면양말을 착용한다. 또한 피험자는 실험실시 전 본 연구의 목적에 대하여 교육을 받았고 측정장치에 익숙하기 위하여 예비측정을 실시, 기계작동 및 실험 전반에 내용을 충분히 숙지시킨 후 본 실험을 실시하였다.

II. 실험 모형계단 제작 및 방법

1. 실험도구제작

계단은 실물 크기 5단으로 구성되어 있으며 실험조건 조작을 위하여 각 단은 분리되며 승하강시 흔들림이 없도록 단과 단의 맞물림은 볼록이음으로 제작하였다(그림 1, 2).

계단높이의 설정은 선행 연구¹⁾를 참조하여 결정하였다. 즉 13 cm, 15 cm, 17 cm, 23 cm의 4종류이다. 그리고 디딤판의 마감재로는 주거 내 가

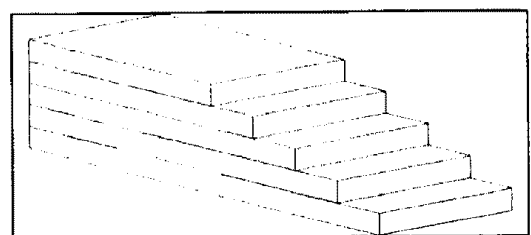


그림 1. 실험용계단 완성도.

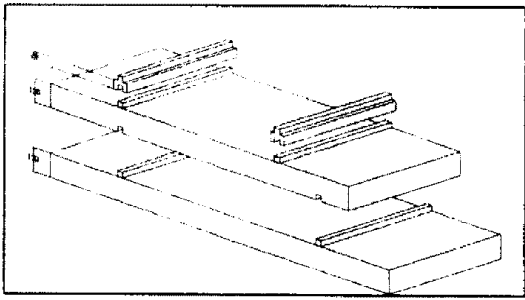


그림 2. 실험용 계단 상세도.

장 일반적인 계단의 마감재인 목재와 카펫을 간 경우, 비닐장판의 3종류를 변수로 정하였다(그림 3).

2. 실험내용과 실험방법

본 실험은 1998년 4월 20일에 실시하였으며, 구체적인 실험측정항목(그림 4)과 실험 진행과정은 그림 5와 같다.

단높이(4종류)와 디딤판의 마감재(3종류)를 변수로 변경한 실험조건 계단을 피험자는 각 3회 반복 승하강한다. 그때 EMG 및 심박수를 측정하고, 한 조건이 끝남과 동시에 혈압과 맥박을

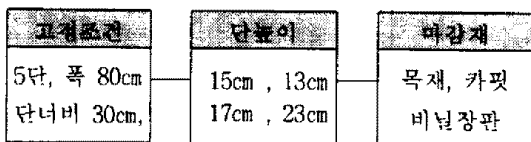


그림 3. 실험의 조건.

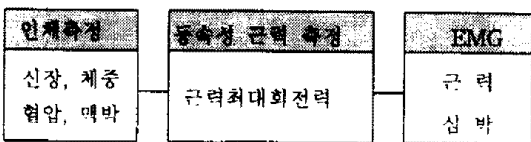


그림 4. 실험 측정 항목.

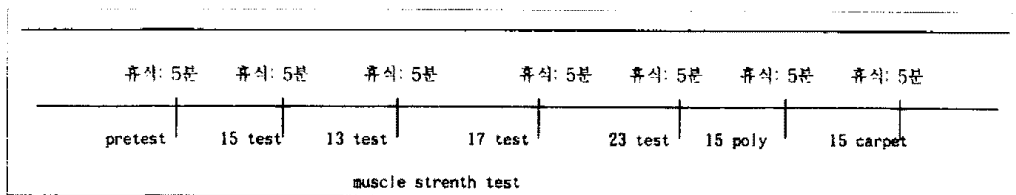


그림 5. 실험 진행과정.

측정하여 계단 승하시의 운동량을 파악한다. 또한 앞조건의 영향을 최대한 줄이기 위해 한 조건이 끝난 다음 5분간 휴식을 실시한다. 실험측정 항목의 구체적인 측정방법은 다음과 같다.

1) 신체적 특성

신체적 특성으로 신장, 체중, 보폭을 조사한다. 측정방법으로 신장은 마르틴 신장계를 이용하여 똑바로 선 자세에서 측정하고, 체중은 전기식 지시저울을 이용하여 실험복을 착용한 상태에서 측정한다. 보폭은 편안한 자세로 15m를 3회 반복하여 걷게 한 후 그 평균값을 이용한다.

2) 생리적 특성

생리적 특성으로 혈압, 맥박, 등속성, EMG, 심박수를 조사한다.

① 혈압, 맥박측정

혈압과 맥박은 Digital Blood Pressure/Pulse Monitor Model HEM-400C을 이용하여 측정한다.

② 등속성 측정

좌우 슬관절 굴근과 신근의 회전력(torque) 측정은 등속성 운동기구 Cybex 770을 이용하였다.

등속성 검사에서는 운동속도 60°/sec와 180°/sec에서 5회씩 실시하였고, 240°/sec에서는 30회 반복 실시한다. 그리고 각 운동속도에서의 좌·우슬관절 굴근 및 신근의 최대회전력을 구하였다.

③ EMG와 심박수 측정

실험기기는 BioPAC System serise 중 EMG와 심박수 signal을 처리하는 MP100메인 앰프와 TEL100D, TEL100M와 PC를 사용하였다. 전극은 직경 8 mm, Ag·Agcl disk 형태의 표면양극 전극을 사용하였다.

EMG측정을 위한 전극은 피험자가 똑바로 선 자세에서 오른쪽 하지근력에 근육의 방향에 따라 부착하였고, 전극 중심간의 거리는 3 cm로 하였으며 전해질 젤을 사용하였다.

심박수 측정을 위한 전극은 피험자가 똑바로 선 자세에서 오른쪽 손목과 왼쪽 손목에 부착하였으며 전해질 젤을 사용하였다.

III. 실험 결과 및 분석

1. 피험자의 일반적인 사항

1) 신체적 특성

피험자의 일반적 신체특성은 표 1과 같다. 고령자 집단의 평균 연령은 70.0세이고, 청년 집단은 24.7세이다. 체중은 고령자 집단은 58.0 kg, 청년 집단은 49.3 kg으로 나타났다. 체중은 40~50대에서는 증가하고 60세 이후는 감소하는 경향(장인협 외, 1996)을 보이는데 본 실험의 고령자 집단은 청년 집단에 비해 체중이 많으며 표준편차가 매우 커, 고령자가 청년에 비해 체중에서의 개인차가 많음을 알 수 있다.

신장의 경우, 고령자 집단의 평균 신장은 149.0 cm이고 청년 집단은 156.7 cm로 나타나 두 집단 간에는 7.7 cm차가 있다. 그러나 국민표준체위조사보고서(1992)의 인체치수자료와 비교해 볼 때 본 연구의 피험자 신장은 전국 평균에 가깝다.

보폭은 고령자 평균 보폭이 53.5 cm로 청년 평균 보폭 61.0 cm보다 상당히 작으며 표준편차는

표 1. 신체적 특성

피험자	나이	체중(kg)	신장(cm)	보폭(M)
OU	67	44	145	58.2
ON	78	69	148	44.0
OO	65	61	154	58.4
(±SD)	70.0	58±12.77	149.0	53.53±8.27
YJ	25	51	157	60.4
YH	24	52	157	61.8
YK	25	45	156	61.0
M(±SD)	24.7	49.3±3.79	156.7	61.0±0.70

크다. 박두용 외의 연구(1984)에서 보면, 대다수 성인의 보폭은 61~91.4 cm 사이이며 평균보폭은 62.5 cm이다. 이와 비교해 보면 청년집단은 성인 보폭의 평균에 가까우며 고령자 보폭은 작다는 것을 알 수 있다. 그리고 자유보행의 경우 1분당 청년의 경우에는 보폭이 110~120 cm인 것에 비해 고령자의 경우 80~90 cm이므로(入來正躬, 1983) 본 실험의 피험자가 나타낸 보폭특징은 연령에 따른 일반적 특징이라고 할 수 있다.

이상 본 연구의 피험자의 일반적인 신체특성을 살펴보면, 실험집단과 비교집단 모두 연령에 따른 특징을 잘 나타내고 있음을 알 수 있다.

2) 생리적 특성

본 연구에서 기초적인 생리적 특성을 파악하기 위해 등속성 근력측정을 하여 신근과 굴근의 최대회전력을 표 2에 나타내었다.

신근의 경우 60°, 180°를 제외한 모든 항목에서 두 집단간에 유의한 차이가 나타났다. 즉, 청년

표 2. 생리적 특성

	Extensors			
	Right		Left	
	O(n=3)	Y(n=3)	O(n=3)	Y(n=3)
60°	22.0±3.61	50.8±5.86	58.3±15.89	92.7±16.07
t값	-7.217**			
180°	18.0±2.65	35.7±1.53	36.3±10.79	57.7±6.51
t값	-10.016**			
240°	13.0±1.00	30.3±2.52***	27.3±7.23	49.0±6.00
t값	-11.086**		-3.993*	

	Flexors			
	Right		Left	
	O(n=3)	Y(n=3)	O(n=3)	Y(n=3)
60°	18.3±7.37	46.3±3.06	42.7±14.2	97.0±16.46
t값	-3.993*			
180°	16.0±4.36	33.3±2.08	31.7±9.29	65.3±11.85
t값	-6.215**			
240°	11.0±6.56	24.7±1.53*	29.0±5.20	54.7±7.23
t값	-4.991*			

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

집단이 고령자 집단보다 높은 신근력을 나타내었다. 또한 굴근은 240°를 제외한 모든 항목에서 두 집단간에 차이가 나타났으며 신근과 마찬가지로 청년 집단의 굴근력이 높았다. 즉, 20대에 비해 70대의 하지근력은 60% 정도 감소한 것으로 나타났다.

이는 강세윤 외(1988)의 연구에서 70대의 여성 굴근 최대 회전력은 20대 여성에 비하여 약 60% 감소를 나타낸다는 것과 일치하는 결과이다.

한편, 고령자 집단과 청년 집단에서는 운동부하속도가 고속으로 증가함에 따라 최대회전력이 점차로 감소하는 현상을 보였다. 또한 고령자 집단과 청년 집단 모두 왼쪽이 오른쪽보다 최대회전력이 높게 나타났는데 이는 보행 시 체중을 지지해야 하는 발, 즉 보행시 인체중심이 되는 발로 왼쪽을 많이 사용하기 때문으로 사료된다.

2. 계단의 단높이와 마감재에 따른 생리적 특성

1) 단높이에 따른 생리적 특성

가) 단높이에 따른 혈압

수직 보행시 단높이를 변화시켰을 때의 혈압을 측정 한 결과(표 3), 전체적으로 볼 때 고령자 집단의 혈압이 청년 집단의 혈압에 비해 최고, 최저혈압 모두가 높음을 알 수 있다.

우리 나라 사람의 정상혈압은 20~24세의 경우 117.3 mmHg/72.6 mmHg이며 20대에 비해 50대 부터 급격한 혈압의 상승을 보이고, 62~69세의 경우 173.0 mmHg/82.7 mmHg로 그 차가 60 mmHg/10 mmHg 정도이다(아산사회복지사업재단, 1985). 따라서 본 실험의 고령자 집단은 혈

압이 높기는 하지만 정상혈압에 포함됨을 알 수 있다.

단높이에 따른 혈압을 보면 두 집단 모두 15 cm 높이가 안정 시와 유사한 경향을 보이고, 특히 고령자의 경우 그 경향성은 강하다. 또한 청년 집단의 경우 단차에 의한 혈압 변동이 2.0 mmHg/3.0 mmHg 밖에 나지 않는데 반해 고령자의 경우 18.0 mmHg/25.6 mmHg이나 차이가 난다.

따라서 청년은 본 실험조건인 단차에 따른 혈압변동이 인정되지 않았으나, 고령자 집단은 혈압변화가 단차에 영향을 받는 요소임을 알 수 있어 이에 대한 세심한 연구가 뒷받침어야 하리라 본다.

나) 단높이에 따른 맥박

단높이에 따른 맥박의 변화를 살펴보면(그림 6)과 같다. 맥박은 신생아는 130회/min이고 성인 평균 60~70회/min인데(이근희, 1996) 두 집단 모두 빠른 경향을 보이며 청년 집단이 고령자 집단에 비해 더 빠름을 알 수 있다.

고령자의 경우 계단의 단높이가 높아질수록 맥박이 증가하며 단높이가 23 cm일 때 최고맥박을 나타내었다. 즉, 고령자의 경우 계단의 단높이가 맥박을 증가시키는 요소로 작용함을 알 수 있다.

청년의 경우는 계단의 단높이에 따른 일정한 변화가 없으며 단높이가 13 cm일 때 최고 맥박(89.3회/min)을 보여주었다.

한편, 단높이에 따른 최고 혈압과 최고 맥박과 관계지어 살펴볼 때 전체적으로 보면, 고령자 집

표 3. 단높이에 따른 혈압

변인 \ 구분	최고/최저	
	O	Y
안정시	164.7/114.3	118.7/80.3
13 cm	174.3/ 98.7	119.7/77.7
15 cm	164.0/114.0	120.7/80.7
17 cm	156.3/ 95.7	121.7/79.0
23 cm	161.0/121.3	121.7/80.0

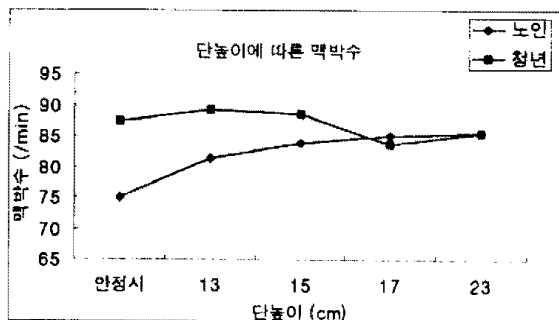


그림 6. 단높이에 따른 맥박수.

단은 청년 집단에 비해 맥박이 낮고 혈압은 높다. 이는 심박수의 낮음이 최고 혈압의 상승으로 보상하여 혈류의 증대를 피하는 고령자의 생리적 메카니즘 특성 때문으로 사료된다. 이러한 신체적 특성은 고령자에게 있어서 협심증과 뇌출혈의 원인이 되기도 하므로(梁瀨度子, 1995) 계단 디자인 시에 심박수와 혈압의 관계를 고려하여야 할 것이다.

본 실험 결과, 단높이가 13 cm, 23 cm는 고령자 뿐만 아니라 청년에게도 보행시에 혈압과 맥박에 부담을 주는 단높이임을 알 수 있다.

다) 단높이에 따른 EMG와 심박수

단높이에 따른 계단 오르기(up)-보행(turn)-내리기(down) 행위를 할 때의 EMG와 심박수의 집단간 차이를 알아보기 위해 t-test를 실시한 결과, EMG의 평균값에서 고령자 집단이 청년 집단보다 조금 큰 값으로 나타났으나 두 집단간에는 유의한 차이가 없었다.

그리고 심박수는 고령자 집단이 청년 집단보다 조금 작은 값으로 나타났으나 두 집단간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

한편, 계단 오르기-보행-내리기의 보행동작 행위시 EMG 변화곡선을 살펴본 결과(그림 7), 전체적으로 계단의 단차에 따른 특성은 뚜렷하게 나타나지 않았으나 집단간에 특성은 살펴볼 수 있다. 즉, 청년집단은 행위의 개시와 동시에 계단을 오르 내리는 모든 동작에 관계없이 EMG의 근파동이 활발히 변화하고 활동함을 알 수 있는 반면, 고령자 집단의 경우 계단을 오를 때 EMG 근파동의 변동이 뚜렷한 변화를 보이다가 보행시와 계단을 내려올 때 근파동의 간격이 넓어짐을 알 수 있다.

이는 계단 상승시의 착지할 때 충격력이 커지기 때문에 근파동의 변동이 활발한 것으로 사료된다. 즉 계단은 오를 때 다리에 힘을 주어 '쿵' 내딛으며 올라가고 보행 시와 계단을 내려올 때는 힘을 주지 않기 때문이다.

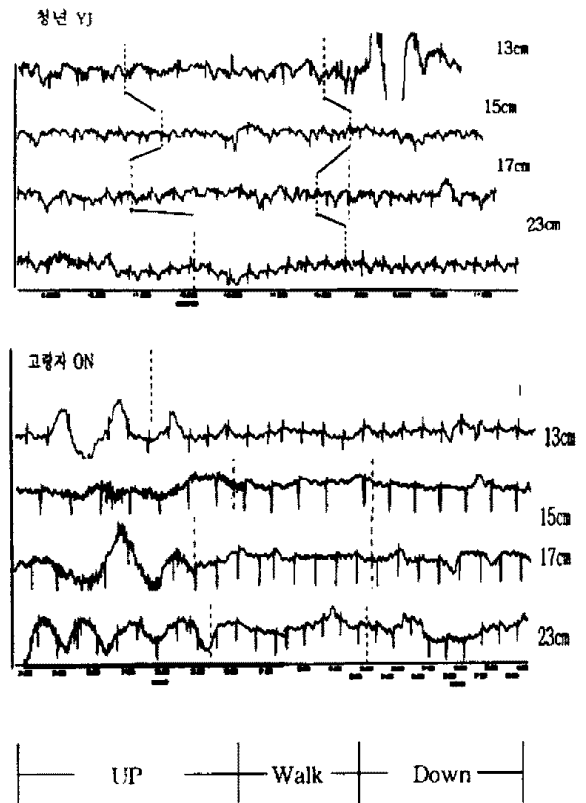


그림 7. 계단 승하강시 EMG 변화곡선본.

또한 심박수 곡선을 살펴보면(그림 8) 고령자 집단의 경우 계단을 올라갈 때와 계단을 내려올 때는 심박수의 응답이 급격히 눈에 띄고 보행시에는 심박수의 곡선이 완만함을 알 수 있다. 대체적으로 고령자는 계단을 오를 때보다 내려올 때 심박수가 증가함을 알 수 있었다.

2) 마감재에 따른 생리적 특성

가) 마감재에 따른 혈압

마감재를 변화시켰을 때 혈압에 차이가 있는지를 살펴본 결과(표 4), 카펫에서 $p < .05$ 수준으로 고령자 집단과 청년 집단에 유의한 차이가 나타났다.

즉, 카펫 사용할 때의 고령자의 최저 혈압은 청년 집단의 최저 혈압보다 높음을 알 수 있다. 박희진 외(1996)의 연구 결과 주거 내 위험한 환경요인으로 '계단에서의 카펫'이 가장 위험요소로 나타난 것을 바탕으로 볼 때 고령자들은 청년에 비하여 카펫을 깔 경우 계단을 오르내릴 때

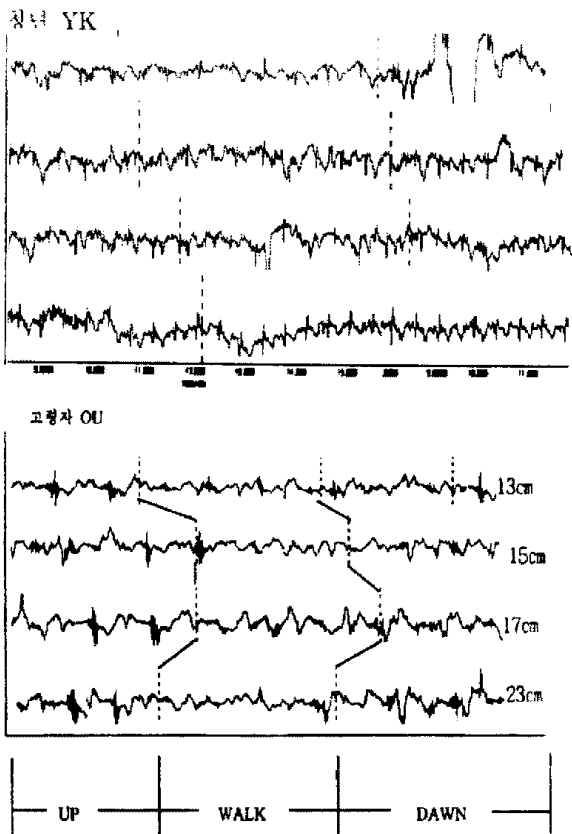


그림 8. 심박수 곡선.

불편함을 알 수 있었다.

한편 고령자 집단의 경우 안정시의 혈압과 목재일 때의 혈압이 거의 차이가 없었으며 청년집단도 목재에서 안정시의 혈압을 유지하는 것으로 미루어 볼 때 마감재 중 목재가 가장 안정적임을 알 수 있다.

나) 마감재에 따른 맥박

마감재에 따른 맥박의 변화를 살펴보면, 고령자 집단의 경우 목재(84.0)→카펫(77.0)→비닐재(75.7)순으로 맥박이 감소함을 알 수 있었고, 안정시의 맥박과 비교하여 볼 때 고령자 집단과

표 4. 마감재에 따른 혈압 최고/최저(mmHg/min)

변인	구분	최고/최저	
		O	Y
안정시		164.7/114.3	118.7/80.3
목재		164.0/114.0	120.7/80.7
카펫		143.3/108.0	107.3/75.8*
비닐		160.3/101.0	116.7/74.7

표 5. 마감재에 따른 맥박 (회/min)

변인	구분	안정시	목재	카펫	비닐
O		75.0±3.0	84.0±15.6	77.0±20.8	75.7±14.4
Y		87.3±22.7	88.7±28.4	81.7±16.7	86.7±28.0

청년 집단 모두 비닐에서 안정적임을 알 수 있었다(표 5).

이에 계단을 오르내릴 때 혈압과 맥박의 증가가 마감재와 관련지어 보면 목재와 비닐재의 혈압과 맥박에서 각각 가장 안정적임으로 미루어 볼 때 카펫이 가장 좋지 않는 마감재라고 말할 수 있을 것이다.

다) 마감재에 따른 EMG와 심박수

마감재에 따른 계단 오르기-보행-내리기의 행위를 할 때의 집단간에 EMG와 심박수의 차이를 나타내기 위해 t-test를 실시하였으나 EMG, 심박수 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4. 계단승하강시의 EMG와 심박수의 변화

단높이 및 마감재에 따른 계단을 오를 때와 계단을 내릴 때 고령자 집단과 청년 집단에서의 EMG변화 및 심박수의 변동을 살펴보기 위해 쌍표본 t-test를 실시하였다(표 6).

계단을 오를 때와 내릴 때 EMG변화와 심박수의 변동에서 모두 다 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 고령자 집단은 단높이 15cm에서부터 단이 높아질수록 계단을 오를 때 심박수가 증가하고 내려올 때는 감소하는 경향을 보이나 청년 집단에서는 그 경향이 보이지 않는다.

한편, 심박수의 경우에서 고령자 집단은 계단을 오를 때 목재의 심박수가 제일 낮고, 내려올 때는 비닐이 제일 낮았다. 그리고 목재의 경우에는 계단을 오를 때와 내릴 때의 차가 가장 크다. 청년 집단은 계단을 오를 때와 내릴 때 카펫에서 심박수가 가장 낮았다.

따라서 고령자는 계단을 오르고 내릴 때 청년보다 마감재의 특성에 따라 심박수의 변화가 크

표 6. 계단 오르내릴 때의 EMG 및 심박수의 변동

변인		구분	EMG				심박수			
			Old		Young		Old		Young	
			Mean	t-vale	Mean	t-vale	Mean	t-vale	Mean	t-vale
단높이	13 cm	Up	0.47	- 1.0	0.46	- 1.00	10.3±2.18	2.23	19.3±3.97	1.141
		Down	0.46		0.45		15.3±2.13		21.2±3.35	
	15 cm	Up	0.46	- 1.0	0.46	- 1.00	9.6±7.93	1.20	18.6±0.59	0.36
		Down	0.46		0.45		20.9±8.84		26.4±3.46	
17 cm	Up	0.47	0.0	0.45	- 1.00	11.5±2.81	1.46	25.8±13.58	1.47	
	Down	0.47		0.46		14.4±0.97		39.1±28.84		
23 cm	Up	0.46	1.0	0.46	- 1.00	17.3±4.08	- 2.13	15.8±0.71	1.21	
	Down	0.46		0.46		12.7±2.33		22.6±9.30		
마감재	목재	Up	0.46	- 1.0	0.46	1.00	9.6±7.93	1.20	18.6±0.59	0.36
		Down	0.46		0.45		20.9±8.84		26.4±3.46	
	Carpet	Up	0.46	1.0	0.45	- 1.00	15.2±2.17	- 0.32	17.7±2.47	2.25
Down	0.46	0.45	14.2±3.44		22.8±5.61					
Poly	Up	0.46	2.0	0.46	1.00	13.5±2.28	0.14	18.9±4.59	1.15	
	Down	0.46		0.46		13.8±3.54		23.0±5.44		

므로 고령자용 계단의 마감재에 대해 보다 세심한 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

이는 정진원(1987)의 연구에서 생활행위와 운동별 에너지 값을 비교한 결과 분당 44.4 nm의 속도로 계단을 오를 경우 소요되는 0.154 kcal/kg·min는 내려갈 때 소요되는 0.078 kcal/kg·min 보다 비교적 에너지 사용이 높다는 결과와도 관련이 있는 것으로 사료된다.

실제로 본 연구에서도 고령자의 경우 본 결과에서도 나타났듯이 보행시 위험하다고 느끼는 단높이 23 cm와 마감재에서 위험하다고 느끼는 카펫에서 계단을 오를 때 불편하고 느끼고 있다.

5. 단높이와 보행속도와의 관계

계단의 단높이와 보행속도와의 관계를 살펴보면 그림 9와 같다.

전반적으로 보면, 계단을 오를 때 고령자의 평균보행속도는 5.0 cm/sec이고 청년집단은 3.2 cm/sec로 1.8 cm/sec 빠름을 알 수 있다. 고령자의 경우 13 cm와 15 cm는 동일하고 그 이상의 경우는 계단이 높을수록 보행속도가 느려지며 그 차는 1.2 cm/sec이다. 청년 집단의 경우는 13 cm에

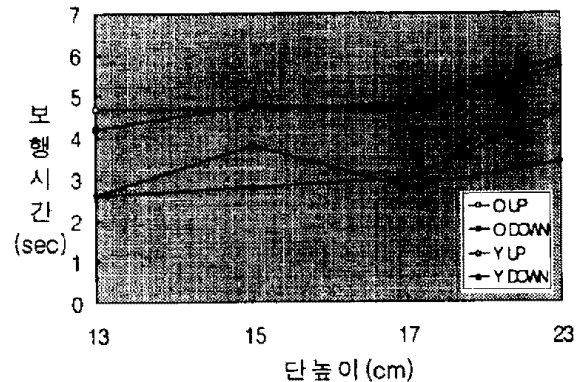


그림 9. 단높이와 보행속도와의 관계.

서는 2.6 cm/sec이고, 15 cm는 3.8 cm/sec로 그 차는 1.2 cm/sec이다.

한편, 계단을 내려올 때는 전체적으로 고령자 집단은 평균 보행속도가 4.9 cm/sec이고, 청년 집단은 3.3 cm/sec로 1.6 cm/sec 빠름을 알 수 있었다. 고령자의 경우는 단높이에 따른 고른 경향성은 보이지 않으나, 13 cm에서 4.2 cm/sec로 가장 빠르고, 23 cm에서 5.7 cm/sec로 가장 느림을 알 수 있었다. 또한 청년 집단의 경우는 내려올 때 단높이가 높을수록 속도가 느려지고, 13 cm에서 2.6 cm/sec이며 23 cm에서 4.6 cm/sec로 그 차가 2.0 cm/sec로 매우 큼을 알 수 있었다.

따라서 계단을 오를 때에 비해 계단을 내려올 때 청년 집단이 난자에 영향을 받음을 알 수 있다. 즉 고령자 집단은 계단을 오를 때, 청년 집단은 계단을 내려올 때 단높이는 보행속도에 영향을 미침을 알 수 있었다.

또한 계단을 올라갈 때 96%, 내릴 때 58%의 에너지 소비량이 증가됨과 관련하여 볼 때(박두용, 1977), 위험한 계단의 높이인 13 cm와 23 cm에서는 계단을 오를 때가 계단을 내려올 때보다 속도가 느려짐을 알 수 있었다.

6. 계단 승하강시의 자세 변화

고령자 집단의 경우 계단 오르기-보행-내리기

의 행위시 단높이에 따라 보행동작에 차이가 나타났다. 청년의 경우는 실험조건에 따른 단높이 변화시 보행동작의 행위를 할 때 안정적인 자세로 오르내림을 알 수 있었다(그림 10).

한편, 고령자의 경우 단높이가 13 cm인 경우 오르는 동작 시에 안정적인 자세로 오르내리며, 15 cm일 경우 계단을 오를 때는 의존없이 오르내리거나 내려올 때 벽을 짚는 행위를 수반하고 17 cm 이상의 경우에는 계단을 오르내릴 때 벽에 의존하며, 특히 계단을 내려올 때 계단을 한 단씩 디디는 걸음으로 변하여 부자연스러운 동작이 관찰되었다(그림 11).

이는 계단에 있어서 사고율은 올라갈 때보다는



오를 때

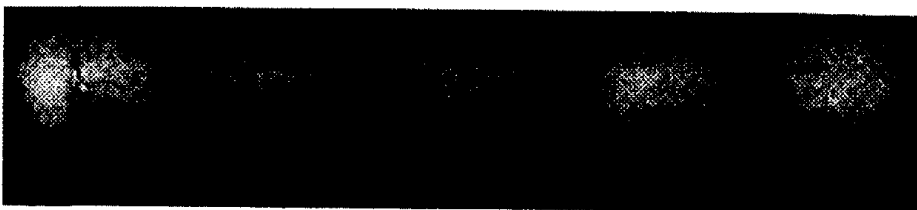


내려올 때

그림 10. 청년의 보행동작.



오를 때



내려올 때

그림 11. 고령자의 보행동작.

표 7. 마감재에 따른 생리적 특성

변인	마감재		
	목재	카펫트	비닐
혈압	O	안정	가장 위험
	Y	안정	
맥박	O		안정
	Y		안정
EMG	O	마감재에 따른 차이는 없다.	
	Y	마감재에 따른 차이는 없다.	
심박수	O	오를 때- 제일 낮음	내려올 때- 제일 낮음
	Y		오르내릴 때- 제일 낮음

표 8. 자세변화

자세 변화	O	13 cm에서 안정하나 15 cm부터 벽에 의존한다.
	Y	모든 단높이에서 안정적이다.

내려올 때의 경우가 높으며 단높이가 18.3 cm (7.2")를 넘는 경우에는 사고율이 높고, 사고를 당할 경우 치명상을 입을 위험이 많다는 사실을 뒷받침하는 것이다. 만약 이 치수보다 큰 값을 선택해서 사용하면 마치 계가 움직이는 것과 같은 우스꽝스러운 보행자세로서 계단을 내려가야 할 것(John A 외, 1978)이라 지적하고 있는데 계단을 오를 때보다 계단을 내려올 때는 고령자들이 낙상에 대한 불안한 심리적인 요인에 영향을 받기 때문으로 생각된다.

또한 고령자의 75%가 계단 승하시 손잡이를 이용하고 있어(梁瀨度子 외, 1995), 고령자들이 계단을 오르내릴 때 의존할 수 있는 난간의 설비에 대한 고려가 필수적이라 하겠다.

7. 종합분석

실험결과를 정리하면 표 7~9와 같다. 이상의 결과를 종합해 보면 단높이 및 마감재에 따른 생리적 특성에서 고령자에게는 15 cm, 목재계단이 주택실내 계단으로 가장 안정적인 조건임을 알 수 있었다. 또한 실내용 계단일지라도 양측난간을 설치하는 반드시 고려되어야 함을 알 수 있었다

표 9. 단높이에 따른 생리적 특성

변인	단높이			
	13 cm	15 cm	17 cm	23 cm
혈압	O	최고혈압	안정	
	Y			최고혈압
맥박	O			최대맥박
	Y	최대맥박		
EMG	O	단높이에 따른 차이는 없다. 계단을 오를 때 EMG 근활동이 활발		
	Y	단높이에 따른 차이는 없다. 동작 개시와 동시에 EMG 근활동이 활발		
심박수	O	단높이에 따른 차이는 없다. 계단을 오를 때, 내릴 때 심박곡선활발		
	Y	단높이에 따른 차이는 없다.		
보행속도	O	가장 빠름		가장 느림
	Y	단높이에 따른 고른 경향성이 없다.		
보행속도	O	가장 빠름		가장 느림
	Y	내려올 때 단높이가 높을수록 속도가 느려진다. 13~23 cm 차가 매우 큼.		

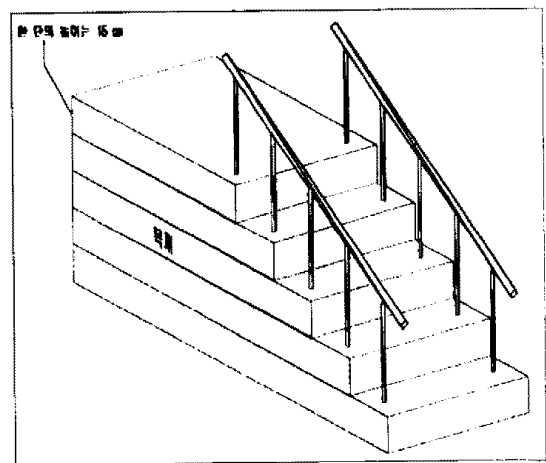


그림 12. 바람직한 고령자용 실내계단 디자인.

(그림 12).

IV. 결 론

고령자용 실내계단 디자인을 위하여 고령자의 신체적, 생리적 특성을 파악하기 위한 인간공학적 실험을 고령자 3명과 청년집단 3명을 대상으로 실시하였다.

그 결과 고령자용 실내계단의 디자인은 15 cm

단높이의 목재 계단으로 양쪽 난간이 설치된 형태가 가장 바람직한 것으로 판단되었다.

이상을 바탕으로 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 실험에서의 피험자는 지역적 한정 및 남성이 제외되었으므로 이를 보완한 심층적인 자료제시가 이루어져야겠다.

둘째, 고령자를 위한 수직보행공간에의 연구는 계단의 형태와 경사도 및 난간의 유무와 같은 구조적인 문제와 고령자의 안전과 관련하여 주거 내 문지방에서의 단차, 동일평면 상에서의 전도, 경사로, 복도 등에서의 턱걸림 등 공간상의 문제를 고려한 연구가 후속되어야 하겠다.

셋째, 본 연구에서는 고령자가 직접 거주하는 주거 내의 실증적인 실측조사를 병행하지 못하였다. 따라서 앞으로의 연구에서는 고령자의 의식조사 및 실태조사, 실측조사, 고령자의 신체적, 생리적 특성을 고려한 실험연구라는 일련의 연구 과정을 거쳐 더욱더 신뢰성이 높은 연구결과의 도출이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

주

1)

출처	단높이	단너비	난간높이	유효폭	적용대상
A		30~32	80~85	120	노인
B	23 (건축법) 16~17 (일반인)	15이상 (건축법) 25~29 (일반인)		75 이상 90~140 이상	주택 (아파트 제외)
C	15~16	30~32			노인

- A: 建築部, 高齢化時代の住宅設計指針, 1983.
- B: 정용환, 「계단의 유형별 특성과 건축공간 구성간의 상관성에 관한 연구」, 영남대, 1987.
- C: 佐藤 平 외 2人, 高齢者にやさしい家づくり, 大和ハウス工業・高齢者住宅問題研究会, 1993.

참고문헌

1. 국민표준체위조사보고서, 1992.

2. 강세운, 김운태, 최익환(1988), 정상 성인에 있어서 연령에 따른 하지근의 등속성운동평가. *J. of Korean Acad of Rehad Med.* 12(1).
3. 김경일, 안옥희(1998), 주거환경에서의 여성고령자의 일상생활행위에 관한 연구, 한국농촌생활과학회지 9(2).
4. 건설부(1983), 고령화시대의 주택설계지침.
5. 박두용, 정의용(1984), 인간행동과 수직보행공간과의 상호관련성에 관한 연구, 영남대 환경연구 4(1).
6. 박두용(1977), 계단에 있어서 최적 단고 및 폭의 비율에 대한 연구, 영남대 공업기술연구소, 연구연보 5(1).
7. 박희진, 조앤슈로이어(1996), The Relationship between Environmental Design Factors and Perception of Falls Risk by the Elderly and Design Recommendations for Reducing Falls Risks at Home, 대한가정학회지 34(6).
8. 이근희(1996), 인간공학, 상조사.
9. 이선자, 허 정(1985), 한국노인의 보건실태조사, 한국노년학회.
10. 이선자, 박홍식(1990), 보건의료 이용노인을 대상으로 한 가정간호요구조사, 한국노년학회 추계학술발표회.
11. 아산사회복지사업재단(1985), 노인복지편람.
12. 안옥희, 이정옥(1993), 생활과학을 위한 인간공학, 경춘사.
13. 장인협, 최성재(1996), 노인복지학, 서울대학교 출판부.
14. 정진원(1982), 건축의 안전 설계에 관한 연구, 경기대학 논문집 11.
15. 정진원(1987), 인체에너지 대사의 분석을 통한 저층아파트 계단의 적정치수설계에 관한 연구, 고려대 박사학위논문.
16. 정용환(1987), 계단의 유형별 특성과 건축공간 구성간의 상관성에 관한 연구, 영남대, 석사학위논문.
17. 한국보건사회연구원(1995), 노인생활실태분석 및 정책과제.
18. 한국보건사회연구원(1997), 신인구추계에 의한 인구규모 및 구조전망과 정책과제.
19. John A. Templer, Gary M. Mullet and John C.

- Archea (1978), An Analysis of Behavior of Stair Users, Washington D.C.: N.B.S., pp. 30~31.
20. John Macsai (1982), Housing cond edition, John Wily & Sons, New York, p. 354.
21. Keller, M., Leventhal H. and Leventhal E. (1991), Research onthe Health Problems of Aging and How People Cope with Them. WisconsinUni.
22. 梁瀨度子, 長澤由喜子, 國嶋道子(1995), 住環境 科學. 朝倉書店.
23. 入來正躬, 那須宗一(1983), 老人を動きやすくするためのケアを考える. 垣内出版株式會社.
24. 佐藤 平 외 2人(1993), 高齢者にやさしい家づくり, 大和ハウス工業・高齢者住宅問題研究會.

(接受 : 1998. 8. 26)