트레드밀 경사도에 따른 발목 중량부하 걷기 후 신체 기능에 미치는 영향

■고태성, 이동진¹, 유종호¹, 정태인¹, 김태진¹, 소슬기¹, 안진영¹, 윤리라¹, 윤미지¹, 이다영¹, 이슬비¹, 임경희¹

대원대학 물리치료과, ¹광주보건대학 물리치료과

The Effect of Ankle Joint Gram Walk on the Physical Function According to Treadmill Gradient

Tae-Sung Ko, PT, PhD; Dong-Jin Lee, PT, PhD¹; Jong-Ho Ryu, Student¹; Tae-In Jung, Student¹; Seul-Ki Sho, Student¹; Jin-Yeung Ahn, Student¹; Li-Na Yoon, Student¹; Mi-Ji Yoon, Student¹; Da-Young Lee, Student¹; Seul-Bee Lee, Student¹; Kyung-Hee Lim, Student¹

Department of Physical Therapy, Daewon University College; ¹Department of Physical Therapy, Gwangju Health College

Purpose : The purpose of this study was to investigate knee muscle strength, balance, and proprioception by walking while giving weight to the ankle joint at a load of 0%, 10%, and 15% gradient on a treadmill.

Methods : Twenty-four subjects were divided into three groups. Group A walked on a 0% gradient while giving weight to the ankle joint as a load. Group B walked on a 10% gradient while giving weight to the ankle joint as a load. Group C walked on a 15% gradient while giving weight to the ankle joint as a load. This was performed three times per week for four weeks. The walking speed was set at 4km/hour and the walking time was set at 20 minutes. Measurements were performed before and after the experiment. Biodex medical system and Balance system SD were used as measuring instruments.

Results : There was no significant difference between the gradients in muscle strength, balance and proprioception. However, there were differences in pretest and posttest measurements for muscle strength, balance and proprioception in each gradient. In particular, the gradient of 10% showed a significant difference.

Conclusion : According to the results of this study, to use a 10% gradient is effective when walking while giving weight to the ankle joint as a load.

Key words : Balance, Muscle strength, Proprioception, Treadmill gradient, Walk

논문접수일 : 2010년 11월 3일

수정접수일 : 2010년 11월 23일

게재승인일 : 2010년 11월 26일

교신저자 : 이동진, don4114@hanmail.net

I. 서론

자동화된 사회인 오늘날에는 앉아서 업무를 처리하는 경우가 대부분이며 교통수단의 발달로, 점차 이동수단의 목적으로 '걷기'를 행한다가보다는 건강 유지를 위한 하나의 유산소 운동 종목으로의 '걷기' 개념이 강조되고 있다.¹ 걷기 운동은 특별한 장비나 경제적인 고려 없이도 행할 수 있는 장점이 있고, 운동 중 상해의 위험이 거의 없어 꾸준히 계속하면 운동의 효과를 높일 수 있는 운동이

다.² 그러나 걷기 운동은 다른 운동에 비해 에너지 소비량이 적어 동일한 운동효과를 보기 위해서는 장시간 운동을 해야 하기 때문에 지루함을 느낄 수 있다는 단점이 있다.³

최근 이러한 단점을 보완하기 위한 방편으로 신체의 어느 특정 부위에 중량 부하를 부착하여 걷는 운동이 이용되고 있다. 이러한 중량부하 운동법은 반복되는 운동에 의한 지루함을 최소화시키면서 동기유발을 줄 수 있고, 동일한 시간에 칼로리 소비를 더욱 많이 유도할 수 있다.⁴ 몸통부에 중량을 가중시키는 걷기 운동은 혈

류 역학적인 이점과 에너지 소비량의 증가, 그리고 효율적인 호흡 순환계의 반응을 나타낸다.⁵

체중 2%의 중량 부하물을 이용한 걷기 운동 시 에너지 대사측면에서 효과가 나타난다고 하였다.⁶ 오명진⁷은 손쉽게 구할 수 있는 중량부하물인 모래주머니를 이용하였는데 걷기 운동 시 가장 흔하게 발생하는 무릎손상을 최소화하기 위하여 무릎보다 아래부위인 양 발목 부위에 각각 2.30kg의 모래가 든 주머니를 착용하고 걷기 운동을 실시하였다. 이 정도 부하는 체중의 3.09%에 해당하는 무게이다. Martin⁸은 중량부하물이 가벼울수록 몸통중심에서 벗어나게 착용해야 에너지 소비효과가 나타난다 하였고, 그 이유는 다리의 경우 스트라이드, 무릎관절 각도, 근동원 패턴, 정적 근수축 형태 등의 변화에 의해 비롯된다고 설명하였다.

걷기 운동 시 대사량은 걷기속도의 증가와 비례하여 증가할 뿐 아니라 경사도에 따라서도 증가하며, 정해진 걷기속도에서의 에너지 대사량은 경사도와 직선적인 관계가 있다고 하였다.⁹ 트레드밀을 이용하여 4km/h의 속도로 걷기 시 어느 경사도에서나 운동 효율이 가장 좋았으며 각 걷기속도에 있어서의 운동효율은 남자에서는 경사도 10%까지는 증가하였으나, 그 이상의 경사도에서는 운동효율에 별다른 차이가 없다고 하였다.¹⁰ 특히 경사도가 15% 이상인 경우에는 걷기속도에 관계없이 운동효율은 서로 비슷하였을 뿐 아니라 운동효율 자체도 10%이하로 아주 낮아졌다고 하였다.

Cipriani 등¹¹은 트레드밀에서 경사 0%, 5%, 10%에서 1분에 4km/h의 속도로 후방걸기를 실시한 결과 관절의 위치는 트레드밀 경사도가 10% 때 가장 큰 변화를 보였으며, 근 기능의 변화를 보면 관절의 위치변화보다는 트레드밀의 경사도에 따라 민감하게 반응하였고, 경사도 5%와 10%에서 유의한 변화를 보였다. 또한 윤남식 등¹²은 경사도 0%, 5%, 10% 트레드밀에서 전방걸기 시 엉덩관절, 무릎관절과 발목관절의 각도와 각속도의 변화를 연구한 결과 10%의 경사도에서 관절 각도의 변화가 크게 나타났다고 보고했다. 이는 10%의 경사에서 걷기 시 다리 관절의 운동이 더 많이 이루어질 수 있다는 것을 예측할 수 있게 해주며 다리 관절의 근 기능 향상을 위해서는 걷기 운동 시 경사도를 적용하여 실시하는 것이 보다 효과적이라는 것을 제시해준다.

Daubney 등¹³은 균형능력을 상실하면 다리 근력이 약화된다고 하였다. 균형은 대개 똑바른 자세를 취하여 그 기저면 위에 무게중심을 유지하는 능력이며, 안정성과 가동성이 잘 조화를 이룬 역동적 현상으로 공간에서 자세를 유지하거나 통제되고 협응된 방법으로 움직일 때 꼭 필요하다. Robert¹³은 낙상노인에 대한 연구 결과 근력운동을 12주간 실시하여 근력과 균형을 향상시킨다고 보고하였으며, Buchner 등¹⁴은 24-26주 근력강화 훈련을 실시하여 근력과

균형을 향상시킨다고 보고하였다. Hesse 등¹⁵은 편마비 환자들에게 부분적인 체중지지 상태에서의 트레드밀 걷기가 지면에서 실시하는 걷기훈련보다 환측 다리의 체중지지 시간을 연장시키고 종아리 근육의 일정한 활동 패턴을 유발시켜 걷기 훈련뿐만 아니라 균형훈련에도 도움을 준다고 하였다. 또한 트레드밀 훈련은 편마비 환자의 체중지지, 발걸음, 균형에 영향을 미친다.¹⁶ 이승재¹⁷는 8주 다리 운동 프로그램을 수행 하였을 때 노인여성의 다리근력 및 평형성, 고유수용감각에 미치는 효과를 검증하고자 등속성 기구(Biodex systemsⅢ, USA)를 이용하여 검사한 결과 운동 후 오차수치가 0°에 가깝게 나타나 고유수용감각이 향상되었음을 보고하였다. Hurley 등¹⁸의 연구에서는 5주 동안 주 2회의 등척성 운동, 자전거운동, 등장성 운동과 기능적 동작으로 구성된 운동프로그램을 수행한 군과 대조군의 비교를 통해 운동프로그램을 수행한 군에서 고유수용성감각의 개선을 보고하였다.

그러나 대부분 국내 트레드밀 선행 논문들에서는 특정부위에 중량부하를 준 상태에서 경사도에 따른 걷기 운동 시 근 기능과 함께 균형 및 고유수용성 감각에 대한 효과에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 이 연구의 목적은 발목관절 중량부하 시 0%, 10%, 15%의 전방경사에서의 걷기 운동을 했을 때 경사도에 따른 무릎관절 근력, 고유수용성 감각, 균형의 차이를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 피험자는 광주보건대학에 재학하고 있는 20대 건강한 대학생 24명을 대상으로 무릎관절 손상의 과거력이 없고, 현재 뼈 변형, 근 위축, 근육통 혹은 신경학적 문제가 없고 연구에 동의한 사람들로 선정하였다. 이 피험자는 트레드밀 경사도에 따라 전방걸기 0%, 10%, 15%로 무작위로 분류하였다. 연구 대상자들의 일반적 특징은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

집단	연령(세)	신장(cm)	체중(kg)	체지방량(%)
0%	20.8(1.1)	166.5(8.3)	57.6(8.5)	9.3(2.3)
10%	20.0(0.9)	169.1(10.1)	57.1(11.5)	9.2(2.5)
15%	21.8(1.4)	168.9(12.3)	61.4(14.3)	11.9(3.6)

평균(표준편차)

2. 연구설계

본 실험은 피험자를 대상으로 무작위 선출하여 각각 8명씩 세 그룹으로 나누어서 실시하였다. 트레드밀 전방경사도에 따라 0%, 5%, 15%로 나누었다. 기간은 5월 10일부터 시작하여 6월 4일에 걸쳐 총 4주로 하고 주 3회 격일로 실시하였다. 트레드밀 전방 경사도에 따른 속도는 4km/h로 동일하게 하였고,¹⁰ 발목관절 중량 부하를 각각 좌우 1kg씩 총 2kg을 주어 걷기운동을 실시하였다.¹⁹ 운동 프로그램은 트레드밀에서 걷기 운동 실시 전 10분간 스트레칭을, 트레드밀에서 걷기 운동은 20분간 속도는 4km/h로 실시하였다.²⁰ 트레드밀에서 걷기 운동 후에는 10분간 스트레칭을 실시하여 각 그룹별 총 소요 시간은 40분으로 하였고, 실험자의 부자연스러운 동작을 방지하고 오차를 줄이기 위해 트레드밀 위에서 5분간 준비운동을 한 후 실험을 시작하였다.

3. 측정방법

1) 신장, 체중, 체지방의 측정

신장 측정계(JENIX, 대한민국)를 이용하여 연구대상자의 신장과 체중을 측정한 후, INBODY 3.0(바이오스페이스, 대한민국)를 이용하여 체지방량을 알아보았다. 실험자는 맨발로 측정 장비 위에 바로 선 자세에서 양손의 모지로 센서를 누르고, 실험자의 준비가 끝나면 프로그램에 성별, 나이, 신장, 체중을 입력한 후 프로그램을 시작하였다.

2) 등속성 무릎관절 근력 측정

등속성 기구(Biodex medical system, Biodex, 미국)는 측정 전에 90도의 굽힘각도에서 엉덩이를 의자에 위치시키고 엉덩이와 몸통은 안전띠로 고정하며, 엉덩이 관절 각도는 가장 편안한 자세를 유지한다. 받침 레버는 상체의 2/3지점과 다리의 1/3지점에서 고정되도록 한다. 환자들은 의자안쪽에 앉아서 무릎의 길이에 따라서 가쪽위관절용기(lateral epicondyle)에 맞추어 높이 조절계와 길이 맞춤계로 조절된다. 피험자는 측정 전 등속성 기구에 익숙해지도록 사전 연습을 충분히 하였다. 피험자의 팔은 검사대 옆에 있는 손잡이를 잡고 몸통을 고정한 후, 무릎관절을 굽힘상태에서 시작하였으며, 편 후 다시 굽혀 제자리에 왔을 때를 1회 운동으로 하였다. 실험에 사용된 속도는 60°/sec에서 측정하였고, 2-3회 적응 연습 후 최대의 힘으로 3회 측정하였다. 측정은 30초 간격으로 측정하고 최대치를 나타낸 프로토콜의 결과를 사용하였다.²¹

3) 고유수용성감각 측정

고유수용성감각을 평가하기 위해 보편적으로 사용되는 검사는 능동/수동적으로 목표 관절 위치를 모사하는 재위치 찾기 검사와 내

포된 관절움직임을 지각하는 역치 검사가 있다.²² 상위 두 검사 중 이 연구에서 사용될 재위치 찾기 검사는 대상자에게 이전에 보여준 미리 정해진 관절감각을 모사하는 능력을 말한다.²³

재위치 찾기 검사는 Biodex medical system(Biodex, 미국)을 이용하였다. 무릎관절의 저항이 없는 상태에서 시작각도는 90°, 목표 각도는 40°로 설정하여, 피험자의 두 눈을 가린 상태에서 검사자가 먼저 측정할 각도를 찾아주어 피험자에게 10초간 그 각도를 유지하면서 기억하게 한 다음, 10초 경과 후 시작지점으로 돌아와 피험자 스스로 기억한 각도를 찾게 하였다. 측정은 개인별 각각 3회 실시하였다.²⁴

4) 정적 균형능력 측정

균형측정 장비(Balance system SD, Biodex, 미국)를 이용하여 측정하였다. 장비는 전후, 좌우 움직임의 센서가 감지해주는 원형 발판과 눈으로 보며 목표물을 맞추어 확인할 수 있는 모니터, 자료 분석을 위한 컴퓨터로 구성되어 있다. 균형능력 검사는 내장되어 있는 안정 프로그램에 모니터의 아홉 개의 원형과 한 개의 원형이 나타난다. 이 원형 중 색이 변하는 곳으로 발을 떼지 않고 가슴에 양 팔을 모은 상태에서 몸통을 움직여 커서를 이동시킨다. 측정 결과 전·후, 좌·우측 균형 분포와 총로 시간으로 프로그램 상에 내장되어 있는 점수로 나타나게 되며, 이 균형 지수가 높을수록 균형 수준이 높은 것을 의미한다.²⁵

4. 자료처리

본 연구의 통계처리는 SPSS 12 version을 이용하였다. 세 집단 간 차이는 일원분산분석을사용하였고, 근력, 고유수용성감각 및 균형의 전후 차이는 대응표본 t 검정을 실시하였다. 모든 검정의 유의 수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 경사도에 따른 걷기 시 무릎관절의 근력 비교

경사도에 따른 무릎관절 근력은 굽힘, 펴 운동 시 모두 유의하지 않았다(표 2). 그러나 경사도에 따른 무릎관절 근력의 전후 차이는 다음과 같은 결과를 보였다(표 3). 경사도에 따른 근력의 전후 비교에서 0% 경사도에서 펴 시 유의하였고($t=-3.099$, $p=0.017$), 10% 경사도에서는 굽힘($t=-3.099$, $p=0.017$)과 펴($t=-4.560$, $p=0.003$) 시에 근력의 유의한 차이가 보였다. 그러나 15% 경사도에서는 굽힘과 펴 운동 시 근력의 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 2. 경사도에 따른 경사도 간 무릎관절의 근력 비교

(단위: N/m)

		0%	10%	15%	F	p
사전	굽힘	141.16(43.39)	126.80(39.30)	137.16(30.47)	0.829	0.450
사후		146.80(43.62)	142.00(34.80)	142.20(33.71)	0.499	0.951
사전	굽힘	62.56(17.81)	55.45(28.43)	69.26(15.98)	0.302	0.742
사후		75.39(21.58)	76.11(25.08)	78.81(21.75)	0.416	0.959

평균(표준편차)

표 3. 경사도에 따른 무릎관절 근력의 전후 차 비교

(단위: N/m)

경사도	방향	전후 차	t	p
0%	굽힘	5.64(18.56)	-0.859	0.419
10%		15.20(13.87)	-3.099	0.017
15%		5.04(24.91)	-0.572	0.585
0%	펴	12.83(17.81)	-3.197	0.015
10%		20.66(28.43)	-4.560	0.003
15%		9.55(15.98)	-2.194	0.064

평균(표준편차)

2. 경사도에 따른 걷기 시 균형 비교

경사도에 따른 균형의 비교는 전후, 좌우 모두 유의한 차이가 없었다(표 4). 그러나 경사도에 따른 균형의 전후 비교에서는 다음과 같은 결과를 보였다(표 5). 앞쪽 균형능력은 0% 경사도에서 실험 전후 간에 유의한 향상을 보였고($t=2.842$, $p=0.025$), 10% 경사도에서도 유의한 향상이 있었다($t=3.092$, $p=0.018$). 뒤쪽 균형능력은 0% 경사도에서 유의한 실험 전후간에 차이를 보였다($t=2.648$, $p=0.033$). 좌, 우 균형 능력은 각 경사도에 따른 차이를 보이지 않았다.

표 4. 경사도에 따른 균형 비교

(단위: 점)

	방향	0%	10%	15%	F	p
사전	앞	22.63(14.82)	33.63(18.90)	34.75(13.18)	1.435	0.260
사후		36.13(15.60)	57.88(21.51)	39.63(28.28)	2.198	0.136
사전	뒤	47.75(19.29)	52.13(9.80)	68.25(17.71)	1.910	0.173
사후		57.63(20.85)	61.63(24.61)	68.25(22.30)	1.780	0.193
사전	좌	37.50(18.20)	45.13(16.91)	56.25(21.53)	1.975	0.164
사후		44.50(25.12)	59.88(14.88)	56.63(24.04)	1.102	0.351
사전	우	46.75(9.95)	51.13(13.10)	48.50(12.06)	0.274	0.763
사후		50.00(10.43)	58.75(12.19)	56.00(25.02)	0.543	0.588

평균(표준편차)

표 5. 경사도에 따른 균형의 전후 차 비교

(단위: 점)

경사도	방향	전후 차	t	p
0%	앞	13.50(13.44)	2.842	0.022
10%		24.25(22.17)	3.092	0.018
15%		4.88(32.15)	0.429	0.681
0%	뒤	9.88(10.55)	2.648	0.033
10%		9.51(28.18)	0.954	0.372
15%		0.01(19.57)	0.000	1.000
0%	좌	9.88(10.55)	1.044	0.331
10%		9.51(28.18)	2.256	0.059
15%		0.01(19.57)	0.051	0.961
0%	우	3.25(17.40)	0.528	0.614
10%		7.63(14.41)	1.496	0.178
15%		7.51(24.47)	0.867	0.415

평균(표준편차)

3. 경사도에 따른 걷기 시 고유수용성감각의 비교

경사도에 따른 고유수용성 감각의 비교에서 집단 간 유의한 차이가 있었다($F=0.850$, $p=0.041$)(표 6). 경사도에 따른 고유수용성 감각의 전후 차이에서는 다음과 같은 결과를 보였다(표 7). 경사도에 따른 고유수용성 감각의 전후 비교에서 0%에서는 유의한 향상을 보이지 않았다. 그러나 10% 경사도에서 유의한 전후 차이를 보였고($t=-4.428$, $p=0.003$), 15%에서도 유의한 향상을 보였다($t=-3.188$, $p=0.015$).

표 6. 경사도에 따른 고유수용성감각의 비교

(단위: °)

	0%	10%	15%	F	p
사전	8.84(8.31)	10.93(5.25)	7.89(4.66)	0.489	0.620
사후	3.80(3.06)	2.40(1.08)	2.99(1.85)	0.850	0.041

평균(표준편차)

표 7. 경사도에 따른 고유수용성감각의 전후 비교

(단위: °)

경사도	전후 차	t	p
0%	-6.86(5.67)	-1.888	0.101
10%	-8.63(5.26)	-4.428	0.003
15%	-5.10(4.08)	-3.188	0.015

평균(표준편차)

IV. 고찰

걷기 운동은 안정성과 효과가 높아 일반인들에게 점차 보편화되고 있다. 그러나 필요한 운동량을 얻는 데는 다른 유산소 운동에 비해 많은 시간이 필요하다. 오랜 시간 걷기에서 오는 지루함을 최소화함과 동시에 산소소비량과 에너지 효율적인 측면에서 효과를 보기 위한 방법으로 중량부하 등을 비롯한 다양한 형태의 연구가 이루어지고 있다.²⁶⁾

최선희²⁷⁾의 일반여성의 부위별 중량부하가 트레드밀 운동 시 신체구성 및 혈액성분의 변화에 대한 비교연구에서 각 그룹 간 신체구성 및 혈액성분을 분석한 결과 발목부위에 체중의 4% 모레벨트를 착용한 중량부하운동이 가장 효과가 큰 것으로 나타났으며, 중량부하가 회복기에 있는 사람 또는 체력이 약한 사람들의 경우 더욱 적은 량의 움직임 형태에서도 효과를 유도할 수 있을 뿐만 아니라, 신체 움직임이 제한적인 자의 경우 각자 가능한 움직임 시의 효과를 더욱 향상시킬 수가 있고 경기력 향상에 이바지 할 수 있다고 말하고 있다. 본 연구에서는 0%, 10%, 15% 경사도에서 발목 중량 부하 걷기 시 그룹간의 유의 값은 나타나지 않았지만 각 그룹별 무릎관절 근력 전·후 값은 유의하였으며 특히, 10% 경사도에서 가장 큰 유의 값이 관찰되어 선행논문을 뒷받침하고 있다.

윤남식¹⁾은 보행 운동 시 운동 강도의 조절인자로서 경사도를 사용할 수 있다고 하였는데, 경사도 0, 5, 10% 트레드밀에서 전방보행 시 엉덩관절, 무릎관절과 발목관절의 각도와 각속도의 변화를 연구한 결과 10% 경사도에서 관절 각도의 변화가 크게 나타났다고 하였다. 이는 10% 경사에서 보행 시 다리관절의 운동이 더 많이 이루어질 수 있다는 것을 예측할 수 있게 해주며, 하지 관절의 근 기능 향상을 위해서는 보행 운동 시 경사도를 적용하여 실시하는 것이 보다 효과적이라는 것을 제시해준다. Givoni와 Goldman⁹⁾은 보행시의 대사량은 보행속도의 증가와 비례하여 증가할 뿐만 아니라 경사도에 따라서도 증가하며, 정해진 보행속도에서는 에너지 대사량은 경사도와 직선적인 관계가 있다고 하였다. 트레드밀의 경사도가 증가하면 각 보행속도에서의 운동효율은 직선적으로 감소하였으며, 수평위치에서 같은 보행속도로 보행할 때에 비하면 10%의 경사도까지는 운동효율이 증가하였으나, 그 이상의 경사도에서는 보행속도와 관계없이 모두 5% 정도의 운동효율이 증가하였을 뿐이라고 하였다. 이종관 등¹¹⁾의 연구에서는 트레드밀 보행 시의 경사도에 따른 운동효율의 변화를 보행 속도 별로 관찰을 통해 경사도 10%까지는 대체로 2, 4, 6 및 8km/hr 보행속도의 순으로 운동효율이 컸으나, 12.5% 이상의 경사도에 있

어서는 보행속도에 따른 운동효율에 차이가 없었다고 하였다. 특히 경사도가 15% 이상인 경우에는 보행속도에 관계없이 운동효율은 서로 비슷하였을 뿐만 아니라 운동효율 자체도 10% 이하로 오히려 낮아졌다. 이는 Margaria 등²⁸⁾의 결과와도 일치한다. 본 연구결과에서는 경사도에 따른 차이는 보이지 않았지만, 각 경사도의 실험 전후 검정 시 10% 경사도에서 운동효율이 높아 선행 연구들의 결과와 부분적으로 일치한다.

조현정²⁹⁾은 20대 여성을 대상으로 경사도 10%에서 8주 훈련 후 무릎관절의 펌근과 굽힘근의 60°/sec 등속성 피크토크가 각각 3.61%, 10% 증가했다고 하였으며, Threlkeld 등³⁰⁾의 연구에서는 경사도 0% 트레드밀에서 남성과 여성을 대상으로 8주 훈련 후 75°/sec와 120°/sec에서 무릎관절 펌근의 등속성 최대 피크토크가 유의하게 증가했다고 하였다. 본 연구에서, 0%, 10%, 15% 경사도에서 발목 중량 부하 걷기 시 각 경사도간의 유의값이 나타나지 않았는데 이는 실험 조건상 대상자의 실험기간 설정 및 식이통제, 개인의 평소 활동성이 4주로 제한 될 수 밖에 없었던 것이 가장 큰 원인들로 생각되며 추후 장기간 실시할 경우 유의한 차이가 있을 것으로 사료된다. 이 중량 부하운동을 수행하는데 있어 모두에게 일반적인 운동프로그램을 적용하기 보다는 개인에 특성에 맞는 좀 더 자세한 운동프로그램을 활용하여 결과가 더욱 정확하게 나타나야 할 것으로 생각되며, 본 연구에서는 부위별 중량 부하운동 프로그램이 단기적으로 적용되는데 그쳤지만 좀 더 장기적이고 세부적인 연구가 보완되어야 할 것으로 생각되어진다.

김은주³¹⁾의 균형 연구에서는 다리 근력을 위주로 한 노인의 근력 강화 운동이 노인의 균형능력을 향상시켰다고 하였다. 이상호³²⁾의 연구에서는 편마비 환자를 대상으로 체중지지 트레드밀 훈련 결과 연구대상자의 훈련 전과 훈련 후의 Berg 균형 검사 점수가 훈련 전에 비해 3.56이 증가되어 통계학적으로 유의한 차이를 나타내 효과성을 입증하였다. 본 연구에서는 트레드밀 걷기운동 결과 0% 경사도에서 앞, 뒤 균형 능력의 향상을 보였고, 10% 경사도에서는 앞 균형능력의 향상이 있었다. 그러나 15%의 경사도에서는 앞, 뒤, 좌, 우 균형 능력이 각각 유의하지 않았다. 본 연구는 피험자들 모두 환자군이 아닌 일반인을 대상으로 했다는 것과 실험기간 중 피험자들의 일상생활을 전혀 통제하지 못한 제한점을 갖고 있다.

고유수용감각운동은 재활운동 과정에서도 매우 중요한 요소이다. 낙상을 방지하고 손상된 운동감각을 되살려 주기 때문에 낙상 후 재활운동 과정에서 가능한 빨리 시작해야 한다. 특히 낙상 후 무릎부상이나 무릎 또는 발목 수술 후에는 무릎관절과 발목관절 주위의 근육과 인대, 건의 고유수용감각이 둔하여지므로 재활운동을 시작해야 한다고 하였다.¹⁾ 그러나 이에 대한 선행 연구를 살펴

보면 상반된 결과를 보고하고 있다. Johnston 등³³은 피로에 의해 고유수용성 감각이 영향을 받으며 이로 인해 근육의 반응이 감소하고 균형 유지 능력이 떨어질 수 있다고 하였다. Skinner 등³⁴도 하지의 과도한 운동으로 유발된 근 피로에 의해 관절의 위치감각이 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 그러나 Marks와 Quinney³⁵은 피로가 유발된 운동 후에도 위치감각에 유의한 변화가 없었으며, 이는 근육의 생리학적 상태에 의해 위치감각이 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다고 하였다. 반면에 Lepers 등³⁶은 1시간 44분 동안 25km를 달린 후 고유수용성 감각을 평가한 결과 유의한 효과를 보였다고 하였다. 따라서 본 연구에서 트레드밀 운동 후 경사도에 따른 차이는 보이지 않았지만, 10%, 15% 경사도에서 실험 전후 간에 유의한 효과가 있었던 것으로 미루어 걷기 훈련이 고유수용기에 영향을 줄 수 있다는 선행연구들의 결과를 지지한다.

연구의 제한점으로 훈련 기간이 4주로, 장기간의 효과로 볼 수 없었던 점, 대상자들의 근육뼈대계 및 신경계적인 개개인의 특성으로 고려하지 못한 점과 일상생활 통제를 하지 못한 제한점을 보완하는 연구들이 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

본 연구 결과로 미루어 10%의 트레드밀 경사도에서 환자의 기능 향상이 우세한 것을 알 수 있었다. 이러한 점으로 볼 때 환자에게 무리한 경사도에서 운동은 오히려 환자의 기능 향상에 제한이 될 수 있는 점을 항상 고려해야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 20대 대학생 24명을 대상으로 발목 관절 중량부하 후 트레드밀 걷기 시 경사도에 따른 근력, 균형 및 고유수용감각을 비교하였다. 각 변수별로 경사도에 따른 차이는 보이지 않았다. 그러나 실험 전후 차 비교에서 10% 경사도가 근력, 균형과 고유수용성의 향상에 가장 효과적인 것으로 나타났다. 본 연구 결과로 미루어 경사도가 크다고 하여 운동의 효율이 더 좋은 것만은 아닌 것을 알 수 있었다. 임상에서 많은 환자들에게 다양한 경사도에 따른 기능 향상에 대한 연구는 아직까지 연구가 많이 부족하다고 사료된다. 본 연구결과를 바탕으로 환자들에게 걷기 운동을 적용 시 효율적인 경사도를 제시함으로써 근력과 균형 및 기능증진에 도움이 되는 방향으로 접근해야 할 것이며 다양한 중량과 경사도에 따른 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 윤남식, 이경옥, 김지연. 경사도에 따른 보행의 운동학적 비교. 한국여성체육학회지. 1998;13(1):89-101.
2. Gill JMR, Frayn KN, Wootton SA et al. Effects of prior moderate exercise on on exogenous and endogenous lipid metabolism and plasma factor VII activity. Clin Sci. 2001;100(5):517-527.
3. 권양기, 김용규, 장용우. 인위적인 중량부하 후 Treadmill 걷기 운동 시 생리적 반응. 대한 스포츠의학회지. 2002;20(1):72-81.
4. 최선희. 일반여성의 부위별 중량부하가 트레드밀 운동 시 신체 구성 및 혈액성분의 변화에 대한 비교연구. 국민대학교. 석사학위논문. 2006.
5. 전종귀. 체간부에 부착시킨 중량이 걷기 운동 중 호흡 순환계 반응에 미치는 효과. 한국체육학회지. 1994;33(1):1331-1338.
6. 양정수. 운동 시 중량 부하물 착용 부위 차이가 생리적 대사 반응 변화에 미치는 영향. 한국체육학회지. 1996;35(1):1130-1143.
7. 오명진. 발목부위 중량부하가 트레드밀 걷기 속도에 따른 산소 섭취와 에너지 소비에 미치는 영향. 한남대학교. 석사학위논문. 2003.
8. Martin PE. Mechanical and physiological responses to lower extremity loading running. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1985;17(4):427-433.
9. Givoni B, Goldman RF. Predicting metabolic energy cost. J Appl Physiol. 1971;30:429-433.
10. 이종관, 정규철, 홍연표. 대학생들의 Treamill 보행시의 보행 속도와 경사도에 따른 운동효율. 중앙의대지. 1984;9(3):331-339.
11. Cipriani DJ, Armstrong CW, Gaul S. Backward walking at three levels of treadmill inclination: an electromyographic and kinematic analysis. The Journal of Orthopaedic a Sports Physical Therapy. 1995;22(3):95-102.
12. Daubney ME, Culham EG. Lower-extreamity muscle force and balance performance in adults aged 65 years

- and older. *Phys Ther*. 1999;79:1177-1185.
13. Robert BL. Effects of walking on balance among elders. *Nurs Res*. 1989;38:180-182.
 14. Buchner DM, Cress ME, De Lateur BJ et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk and health services use in community-living older adults. *J Gerontol*. 1997; 52(4):218-224.
 15. Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparatic subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80:421-427.
 16. Winter DA. Biomechanics of normal and pathological gait : implications for understanding human locomotor control. *J Moter Behavior*. 1989;21:337-355.
 17. 이승재. 8주간의 하지 운동프로그램이 여성노인의 슬관절 고유수용감각 및 균형능력에 미치는 영향. 국민대학교. 석사학위논문. 2008.
 18. Hurley MV, Rees J, Newharm DJ. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age and Ageing*. 1998; 27(1):55-62.
 19. Martin PE. Mechanical and physiological responses to lower extremity loading running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1985;17(4):427-433.
 20. 신수현. 트레드밀 걷기운동이 비만과 당뇨, 혈액 성분에 미치는 영향. 조선대학교. 석사학위논문. 2003.
 21. 박현우. 축구선수들의 슬관절 각도에 따른 근력 및 근 활성화도 비교연구. 중앙대학교. 석사학위논문. 2006.
 22. Warner JJP, Lephart L, Fu FH. Role of proprioception in pathoetiology of shoulder instability. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;330:35-39.
 23. Janwantanakul P, Magarey ME, Jones MA et al. Variation in shoulder position sense at mid and extreme range of motion. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:840-844.
 24. 김연재. 만성적 과신전 스트레칭 종목 선수들의 고유 수용성과 근력의 차이. 한국체육대학교. 석사학위논문. 2009.
 25. 이현희. 스케이팅 운동이 뇌성마비 청소년의 하지 근력과 동적 균형 능력 향상에 미치는 영향. 대구대학교. 석사학위논문. 2005.
 26. Greiwe JS, Kohrt WM. Energy expenditure during walking and jogging. *J Sports Med Phys Fitness* 2000;40:297-302.
 27. 최선희. 일반여성의 부위별 중량부하가 트레드밀 운동 시 신체구성 및 혈액성분의 변화에 대한 비교연구. 국민대학교. 석사학위논문. 2006.
 28. Margaria R, Cerretelli P, Aghemo P et al. Energy cost of running. *J. Appl Physiol*. 1963;18:367-370.
 29. 조현정(2008). 경사도에 따른 전·후방보행 훈련이 하지 근력과 근 활성화도에 미치는 영향. 고려대학교. 석사학위논문. 2008.
 30. Threlkeld AJ, Horn TS, Wojtowicz G et al. Kinematics, ground reaction force, and muscle balance produced by backward running. *J orthop sports phys ther*. 1989; 11(2):56-63.
 31. 김은주. 근력강화운동이 노인의 균형수행력에 미치는 영향. 대구대학교. 석사학위논문. 1999.
 32. 이상호. 편마비 환자의 체중지지 트레드밀 훈련이 균형과 보행에 미치는 효과. 용인대학교. 석사학위논문. 2005.
 33. Johnston RB, Howard ME, Cawley PW et al. Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *MedSci Sports Exerc*. 1998;30(12):1703-1707.
 34. Skinner HB, Wyatt MP, Hodgdon JA et al. Effect of fatigue on joint position sense of the knee. *J Orthop Res*. 1986;4:112-118.
 35. Marks R, Quinney HA. Effect of fatiguing maximal isokinetic quadriceps contractions on ability to estimate knee-position. *Percept Mot Skills*. 1993;77:1195-202.
 36. Lepers R, Bigard AX, Diard JP et al. Posture control after prolonged exercise. *Eur J Appl Occup Physiol*. 1997;76(1):55-61.