

Effects of Fast Treadmill Training on Spinal Alignment and Muscles Thickness

Won-Gi Kim¹, Yong-Seong Kim², Yong-Beom Kim¹, Ho-Jin Jeong¹, Jae-Woon Kim¹, Woon-Su Cho²

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Nambu University, Gwangju, ²Department of Physical Therapy, Nambu University, Gwangju, Korea

Purpose: This study examined the effects of fast walking training on a treadmill on the spinal alignment and muscle thickness of normal adults.

Methods: A total of 36 college students in their twenties participated in the study for eight weeks, and they were divided into the normal walking, fast walking, and speed change groups. All the groups were measured in a pre-test before training. The subjects performed exercise three times per week for six weeks. A post-test was conducted six weeks after training began, and a follow-up test was done two weeks after the training ended. Trunk and pelvic tilts were measured in Formetric 4D for the spinal alignment of the subjects. The muscle thickness was examined in the trunk with an ultrasound test. Repeated-measures ANOVA was conducted to test the main effects and interactions among the measurement variables according to time and group.

Results: Significant differences were observed in the pelvic tilt according to time. There were significant differences in the external oblique, internal oblique, transverse abdominal muscle according to time. The post-test results showed significant differences in the left external oblique, internal oblique muscles between before training, six weeks into training, and two weeks after the completion of training. There were significant interactions in the left oblique muscles according to the time and group.

Conclusion: These findings have some value for patient rehabilitation and clinical applications and interventions through walking training.

Keywords: Fast treadmill training, Spinal alignment, Muscles thickness

서론

보행은 인간의 가장 기본적인 이동수단으로 하루 중 가장 많이 이루어지는 행동이며, 보행 동작에 대한 분석은 하지의 상해와 병적인 기전을 구별하는 수단으로 다양한 방법으로 접근됐다.¹ 태어나면서부터 보행은 오랜 시간 동안 신경계와 근골격계의 유기적인 발달로 한 쪽 하지의 안정된 입각기 상태에서 다른 쪽 하지가 한 지점에서 다른 지점으로 신체를 이동시키는 연속적이고 반복되는 동작이다.² 보행은 근육과 관절에 과도한 스트레스를 부가하지 않아서 정형 외과적 질환을 가진 환자들의 하지 및 허리 근육을 강화하는데 권장하는 운동이며, 심혈관계질환 환자들에게는 심폐 능력 및 유산소 능력을 향상하기 위해 권장하고 있으며, 보행 능력은 일상생활에 필수적이며 지역사회의 역할수행과 환경으로의 복귀를 위한 중요 요소이다.³

보행이 운동과 재활로 중요하게 인식된 큰 요인 중 하나가 바로 보

행속도이며, 보행능력을 가장 잘 나타내는 요소이다.^{4,5} 보행속도가 느려지면 근육의 사용 순서와 활성도의 변화로 인하여 에너지 소비가 늘어나 일상생활에서 사용되는 신체의 사용범위가 줄어들게 된다.⁶ 보행속도는 보행 패턴 및 움직임에 영향을 주고 속도가 증가할 경우 인체 움직임도 커져 패턴에도 큰 변화를 준다.⁷

보행속도를 안정적으로 유지하기 위해 몸통의 정렬은 필수적인데, 자세 정렬은 근골격계의 이상적인 배열로써 중력에 대항하여 신체 분절을 적절히 유지하는 것으로 공간에서 신체의 위치를 조절할 수 있는 능력이다.⁸ 자세 정렬은 기능적 활동 사슬에 있어 중심적인 역할을 하며, 의학적인 측면에서도 모든 팔다리 움직임의 기초 혹은 원동력이 됨으로써 매우 중요하다.⁹ 질환에 의한 자세정렬이 바르지 못할 경우 좌·우 비대칭을 더욱 증가시켜 균형과 더불어 보행능력의 저하를 일으킨다.¹⁰ Kim 등¹¹은 몸통 안정성 강화운동이 편마비 환자의 몸통 근력 및 균형조절 능력과 보행능력 향상에 효과가 있다고 하였다.

Received Jul 5, 2017 Revised Aug 16, 2017

Accepted Aug 31, 2017

Corresponding author Woon-Su Cho

E-mail chiro8575@naver.com

Copyright ©2017 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute 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.

몸통 안정성에 올바른 척추의 정렬을 유지하기 위해 근력은 필수적인 요소로, 일상생활에서 다양한 자세를 유지하고 안정적인 움직임을 위해서 몸통 근육의 적절한 근력과 지구력의 유지는 매우 중요하다.¹² 근력에 영향을 미치는 인자로 근섬유의 크기나 두께, 근육의 횡단면적 근육 부피 등 구조적 특성이 인식되고 있다.¹³⁻¹⁵ 활동량 제한 등으로 부하 환경이 감소할 경우 근력 및 근 크기는 감소하며, 근력과 형태 변화는 서로 상관관계가 있는 것으로 알려져 있으므로 근 두께 변화를 근력의 변화 지표로 볼 수 있다.^{16,17} 보행속도와 보행 안정성을 위해 엉덩관절과 무릎관절 그리고 발목관절을 움직이는 근육들의 운동이 필요하다고 보고하며,¹⁸ 보행속도에 따른 효과를 비교한 연구들을 살펴보면 속도 의존적 부분 체중 지지를 통해 엉덩관절 굽힘근과 펴는근의 근력이 향상되어 몸통 안정성이 증가하는 효과적인 보행훈련이 가능하게 하는데 보행속도가 중요하다고 제시하였다.¹⁹

선행연구들의 문헌들을 보면 보행속도 변화에 따른 발목관절의 운동학적 분석과 종아리 근육의 근전도를 보았던 연구,²⁰ 또 보행속도에 따른 하지관절의 운동학적 및 운동역학적 변화를 알아본 연구²¹ 등 단순히 평보와 속보간의 속도 차이만을 비교한 연구들이 많았으며 하지의 움직임과 힘을 측정하는데 국한되어 있었다. 또 트레드밀 보행이 유효적이며 환자들에게 유용하고 보행 증진에도 효과적이지만,²² 보행훈련에 대한 연구들이 좀 더 속도 훈련의 다양한 방법과 효과에 대한 연구가 미흡하고, 속도 트레드밀 훈련을 통하여 몸통의 근력이나 척추 정렬에 미치는 효과에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 속도 트레드밀 훈련에 속도변화군을 추가하여 척추 정렬과 몸통 및 하지 근육의 두께, 균형에 어떠한 영향이 미치는지를 알아보고자 하였다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 20대의 정상적인 남·여 대학생들을 대상으로 하였다. 대상자는 2년 이내에 상·하지의 정형 외과적 질환이 없었으며 척추 병변이나 수술 병력이 없는 자를 대상으로 하였다. 또한, 연구에 대해 충분한 설명을 들은 후 연구에 참여하고자 하는 사람에게 한하여 참가

Table 1. General characteristics of the subjects

	NG (n=12)	FG (n=12)	IG (n=12)
Gender (male/female)	7/5	5/7	7/5
Age (year)	21.07±1.21	21.79±1.72	21.92±1.51
Weight (kg)	66.98±14.08	66.76±13.79	66.58±13.40
Height (cm)	168.29±7.73	168.07±6.91	165.92±8.11
BMI (kg/m ²)	23.61±4.47	23.50±3.85	24.17±4.73

Mean ± SD.

NG: normal gait, FG: fast gait, IG: interval gait.

동의서에 서명한 후 진행하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

2. 실험방법

측정자가 제시하는 보행속도는 개인차로 인하여 평균적으로 제시되는 보통걸기 속도가 대상자의 특성에 따라 다를 수도 있다. 그리고 대상자의 선택에 의한 보행속도를 기준으로 한 연구에는 주관적인 선택으로 인해 기준점이 확실하지 않다는 단점이 있다. 두 가지 단점을 보완하려는 방법으로 백분율을 이용한 보행 속도 방법이다.²² 총 36명을 보행 주기 동안에 평균속도는 보폭 주기와 보폭 길이의 곱으로 하였다. 보폭 주기는 분당 보의 수이고, 60초 동안 반 활보의 수에 해당하며 120초 동안 완전한 활보의 수이다. 속도는 보폭 주기와 보폭 길이를 이용하여 “보행속도(m/s) = 활보장(m) × 분속수(steps/min)/120” 다음과 같은 식에 의하여 계산되었다.²³

보행 속도 분류로 평보군 보행속도는 대상자가 가장 편안하고, 평상시에 걷는 속도로 하고, 속보군 보행속도는 그 속도의 140%에 맞는 속도를 제시하였다.²¹ 평균 보행속도를 기준으로 100% (평보) 140% (속보)를 정하여 트레드밀을 이용해 평보군, 속보군, 속도변화 군으로 12명씩 무작위로 세 군을 선정하였다. 각 군은 6주간 주 3회, 1회당 준비운동 10분, 본 운동 50분 시행하였다.

모든 훈련군은 간편한 운동복 차림으로 운동화를 착용하고 트레드밀에서 안전사고를 위하여 옷에 핀을 꽂고 훈련 중 트레드밀에서 이탈하게 되면 정지가 되도록 실시하며, 평보군은 “속도에 맞게 편안하게 보행해주세요”라고 지시하였고 속보군은 “속도에 맞게 보행하면서 팔을 힘차게 저으세요”라고 지시하였으며, 속도변화군은 속보부터 시작하여 5분마다 번갈아 가면서 모두 지시하였다. 실험은 훈련 전 사전검사, 훈련 6주 후 사후검사, 훈련종료 2주 후 추적검사를 시행하였다. 척추 정렬 변화를 측정하기 위해 4차원 척추 영상 측정기 (Formetric 4D)를 사용하였고 몸통 및 하지 근육의 두께를 보기 위하여 초음파를 이용하여 자료를 획득함으로써 근력과 관련된 변화를 보고자 하였다.

1) 측정도구

(1) 4차원 척추 영상 측정

척추 정렬에 미치는 변화를 알아보기 위해 Formetric 4D (DIERS inc, Germany)를 이용하여 몸통 기울기(imbalance)와 골반 기울기(tilt)를 측정하였다. Formetric 4D는 X-ray 노출 없이 할로겐을 통해 척추측만각, 척추전만각, 골반 기울기, 균형 및 보행분석 등을 측정할 수 있다. 안전하고 정확한 측정이 가능한 3차원 영상 자세 정렬 분석기인 이 장비는 방사선 측정과 비교했을 때 높은 신뢰도와 타당성이 입증되었다.²⁴ 몸통기울기는 목뼈7번에서 시작해서 위뒤엉덩가시 사이의 중

간점까지의 수직선과 위뒤엉덩가시 사이의 시상면의 좌/우 거리이며, 골반기울기는 골반의 양쪽 위뒤엉덩가시 사이를 기준으로 좌/우 높이 차이 정도를 말한다. 모든 대상자의 상의를 탈의한 상태에서 촬영하므로 동성의 측정자가 시행하며 속옷을 뒤쪽 꼬리뼈가 보일 정도로 내리게 하여 엉치뼈 점(sacrum point)이 나타난 상태에서 촬영하였다. 이때 목뼈 7번과 위뒤엉덩가시를 가리지 않은 상태에서 목걸이와 시계는 촬영의 방해가 되므로 착용하지 않도록 하고 실시하였다. 대상자는 카메라를 등에 지고 편한 자세로 서게 하였다. 촬영은 6초 동안 이뤄지며 대상자의 사진은 자동으로 분석이 된다.

(2) 초음파 영상 측정

몸통 근육의 두께측정을 위해 초음파영상촬영장치 Achievo CST (V2u Health Care, Singapore)를 사용하여 측정하였다. 배바깥근, 배속빗근 배가로근은 겨드랑이 선에서 가쪽을 따라 아래로 그은 선과 배꼽이 만나는 점에서 앞쪽 2.5 cm 부분을 측정하였다.²⁵ 척추세움근은 측정방법은 허리뼈 3번 가시돌기에서 가쪽 3 cm에서 측정하였다.²⁶ 이때 피부의 압박을 최소화하기 위해 충분한 양의 초음파 젤을 바르고 측정이 일정하게 되도록 변환기를 피부와 직각으로 유지하였으며, 측정부위는 정확한 값을 위해 세번으로 평균값을 도출하고, 측정 사이는 1분간의 휴식시간과 같은 측정자가 훈련 전과 같은 방법으로 진행하였다.

3. 통계 방법

본 연구에서 측정된 자료는 Window-용 SPSS 22.0 version을 사용하여 항목별 측정치를 기술 통계량으로 처리하였다. 대상자의 일반적 특성과 측정항목에 대한 세 개 군의 정규분포는 Kolmogorov-smirnov test로 검정하였다. 군 간 동질성 검정을 위해 모수 검정인 일원배치분산분석(one way ANOVA)과 군 간 및 기간에 따른 측정 변인들이 미치는 주 효과 및 상호작용을 검증하기 위해 반복측정분산분석(repeated measure ANOVA)을 하였다. 또한 사후검정은 터키검사법(Tukey test)을 이용하며, 모든 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

결 과

1. 실험 전·후·추적 척추 정렬의 대한 유의성 검정

몸통 기울기에 대한 실험결과 평균과 표준편차 및 이들 값에 대한 시기적으로 몸통 기울기는 통계학적인 유의성이 없었다($p > 0.05$). 골반 기울기에 대한 실험결과 평균과 표준편차 및 이들 값에 대한 시기적으로 골반 기울기는 유의한 차이가 나타났다($p > 0.05$). 하지만 군 간 몸통 기울기와 골반 기울기의 값에 대한 통계학적인 유의성은 없었고($p > 0.05$), 군과 시기에 따른 상호작용의 값에 대한 유의성도 없었다($p > 0.05$) (Table 2).

2. 실험 전·후·추적 근두께 변화에 대한 유의성 검정

왼쪽·오른쪽 배바깥근, 배속빗근, 배가로근에 대한 실험결과 평균과 표준편차 및 이들 값에 대한 시기적으로 유의성이 있었지만 ($p < 0.05$), 왼쪽·오른쪽 척추세움근은 유의성이 없었다($p > 0.05$). 사후검정 결과 왼쪽·오른쪽 배바깥근, 배속빗근은 훈련 전과 비교해 훈련 6주 후, 훈련종료 2주 후에 유의성이 있었다($p < 0.05$). 군 간 모든 근육의 값에 대한 통계학적인 유의성이 없었다($p < 0.05$). 군과 시기에 따른 상호작용의 값은 왼쪽 배속빗근만 유의성이 있었다($p < 0.05$) (Table 3).

고 찰

보행은 일상생활에서 우리는 무의식에서 제일 자주하는 행동으로 가장 효율적인 움직임이다. 하지만 그 중요성은 정확히 깨닫지 못하며 현대화식 가정문화에서 운동부족으로 인해 보행양도 점차 줄어들었다. 우리는 다시 운동을 시작하려는 방법으로 또 일상의 사회복귀를 위한 환자들의 재활로 보행을 선택하지만 우리는 보행훈련에 대한 방법에 대하여 알지 못하게 되어 어려운 방법으로 훈련을 하게 되어 잘못된 보행양상을 야기 시키기도 한다.

보행은 우리가 쉽게 말해 걷는다. 하지만 걷는 방법도 우리가 빠르

Table 2. Comparison of the results of trunk alignment between the each groups

Group		NG	FG	IG		F	p
Trunk Imbalane	Pre	12.00±6.17	8.07±8.87	7.75±5.40	T	2.20	0.118
	Post	7.00±3.68	8.00±5.41	6.33±5.94	G	0.42	0.661
	Follow	6.86±5.74	9.00±5.97	6.75±8.60	G×T	1.61	0.182
Pevic Tilt	Pre	6.21±8.19	3.79±2.86	5.75±4.20	T	4.31	0.030
	Post	2.92±2.46	3.79±2.78	3.00±3.05	G	0.30	0.196
	Follow	3.71±3.05	4.64±3.71	3.25±2.14	G×T	1.63	0.970

All values are shown in mean± standard deviation.
 NG: normal gait, FG: fast gait, IG: interval gait.
 *significant difference between pre, post and follow- test ($p < 0.05$).

Table 3. Comparison of the results of muscle thickness between the each groups (cm)

	Group	NG	FG	IG		F	p
External Oblique (left)	Pre	0.42±0.08	0.46±0.10	0.40±0.10	T	93.22	0.000
	Post	0.49±0.08	0.55±0.08	0.55±0.08	G	1.47	0.245
	Follow	0.45±0.09	0.50±0.11	0.50±0.11	G×T	3.04	0.230
External Oblique (right)	Pre	0.43±0.05	0.45±0.07	0.40±0.07	T	95.19	0.000
	Post	0.53±0.06	0.60±0.11	0.55±0.07	G	2.67	0.850
	Follow	0.48±0.06	0.53±0.09	0.46±0.07	G×T	2.47	0.690
Internal Oblique (left)	Pre	0.75±0.15	0.84±0.33	0.70±0.16	T	64.65	0.000
	Post	0.83±0.16	1.06±0.40	0.88±0.23	G	1.89	0.165
	Follow	0.80±0.14	0.94±0.33	0.77±0.18	G×T	3.88	0.013
Internal Oblique (right)	Pre	0.71±0.12	0.86±0.27	0.72±0.15	T	36.52	0.000
	Post	0.84±0.17	0.92±0.42	0.92±0.24	G	2.32	0.114
	Follow	0.77±0.14	0.97±0.31	0.80±0.20	G×T	0.76	0.529
Transverse Abdominis (left)	Pre	0.42±0.09	0.44±0.12	0.37±0.11	T	8.02	0.002
	Post	0.38±0.10	0.47±0.16	0.43±0.09	G	1.16	0.325
	Follow	0.36±0.08	0.40±0.14	0.36±0.08	G×T	2.56	0.058
Transverse Abdominis (right)	Pre	0.43±0.10	0.45±0.15	0.39±0.12	T	3.85	0.026
	Post	0.42±0.09	0.51±0.20	0.42±0.08	G	0.88	0.423
	Follow	0.41±0.11	0.40±0.17	0.38±0.08	G×T	1.34	0.264
Erector spinae (left)	Pre	1.78±0.30	1.82±0.15	1.75±0.27	T	0.36	0.658
	Post	1.82±0.26	1.82±0.19	1.79±0.39	G	0.16	0.857
	Follow	1.81±0.26	1.81±0.33	1.75±0.36	G×T	0.16	0.935
Erector spinae (right)	Pre	1.79±0.35	1.81±0.21	1.79±0.25	T	0.25	0.957
	Post	1.79±0.35	1.81±0.18	1.81±0.30	G	0.03	0.970
	Follow	1.77±0.40	1.81±0.19	1.20±0.29	G×T	0.34	0.994

All values are shown in mean±standard deviation.

NG: normal gait, FG: fast gait, IG: interval gait.

*significant difference between pre, post and follow- test (p<0.05).

게 걸어야 하는지 또 속도는 계속 유지해야 하는지 아니면 휴식을 하는지 이런 차이에 따른 효과는 어떠한지 이루어져야 한다.

본 연구는 속도 트레드밀을 정상 성인에게 훈련을 통하여 척추 정렬과 몸통 및 하지 근육의 두께에 어떠한 영향이 미치는지를 알아봄으로써 임상적 중재로 활용될 가능성을 제시하는 데 목적을 두었다. 본 연구에서는 트레드밀 훈련이 척추 정렬에 미치는 영향을 알아보기 위해 몸통 기울기(imbalance)와 골반 기울기(tilt)를 측정하였다. 척추 정렬의 몸통 기울기는 위뒤엉덩뼈가시에서 중앙선과 기울어진 편차를 의미하며, 0에 가까울수록 정렬이 대칭에 가까워짐을 의미한다. 따라서 천천히 걷는 것은 두 다리가 지지하는 시간이 증가함으로 입각기인 다리를 땅에 디딜 때 골반을 고정하는 중간볼기근과 허리네모근의 작용의 수축 기회가 더 많아져 골반의 대칭성만이 증가한 것으로, 본 연구의 평균군, 속도군, 속도변화군에서 몸통 기울기는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

규칙적인 리듬의 트레드밀 보행훈련은 환자의 하지 협응조절을 증가시켜 자세조절을 제공한다.²⁷ Kim²⁸은 골반의 앞, 뒤 경사 및 좌, 우측 측방 기울임 동작을 수행했을 때 몸통과 하지 근육의 협응수축 변화를 알아보기 위해 측정된 결과 골반을 왼쪽으로 측방 기울임 시

우측 바깥빗근에서 모든 각도에 대해 유의한 차이의 변화를 보였고, 골반을 오른쪽으로 측방 기울임 시 좌측 바깥빗근에서 대부분의 각도에 대해 유의한 차이의 변화를 보여준 연구결과와 일치한다. 속도 훈련을 통한 골반 기울기에서는 시기적으로 통계학적인 유의한 차이가 나타났으나, 군 간과 군과 시기에 따른 상호작용은 유의한 차이가 없었다. 대표적인 중심 근육 중 배바깥빗근과, 배속빗근은 엉덩관절 주변 근육으로 몸통 안정화와 자세조절에 관여하여 균형과 보행에 영향을 미치는데 본 연구의 결과에서처럼 보행 후 나타난 배속빗근과 바깥빗근의 증가한 근두께가 골반기울기의 변화에 영향을 미친 것으로 생각되어 본 논문의 결과를 뒷받침하였다.

Lee 등²⁹의 연구에서 빠른 걸음과 넓은 보폭의 파워워킹(power walking) 시 바깥빗근과 배속빗근의 근 활성도가 상승하였다. 속도 훈련에서 근두께 변화의 영향은 왼쪽, 오른쪽의 배바깥빗근, 배속빗근은 시기별 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다. 사후검정결과 훈련 전과 비교해 훈련 6주 후, 훈련종료 2주 후에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 왼쪽 배바깥빗근과 배속빗근은 교호작용 또한 유의한 것으로 나타났다. 본 연구에서도 양쪽의 배바깥빗근과 배속빗근은 허리 안정화에 기여하는 심부 근육으로 몸통 돌림시 작용하고,

보행 시에 팔·다리를 상반 교대로 움직여 골반의 활동을 촉진해 근 두께가 두꺼워지는 것으로 판단된다. 보행 시 발생하는 골반의 움직임이 배바깥근과 배속빗근의 움직임을 촉진해 상호작용 하는 연구결과가 나왔다. 또 배가로근 역시 왼쪽과 오른쪽 모두 시기별 유의한 차이가 있는 것으로 나타났는데, Lee 등²⁹의 보행훈련 방법에 따라 복부 중심 근육의 두께 변화를 살펴본 결과 노르딕워킹(nordic walking)과 파워워킹(power walking) 두 훈련방법에서 운동 전보다 운동 후에 배가로근의 근두께가 증가했다. 팔다리의 움직임이 많을수록 배가로근의 작용은 증가하며, 빠른 보행 시 팔의 움직임의 속도가 서로 비례하고, 상대적으로 몸통에서는 사지의 움직임을 조절하기 위해 중심 근육(core muscle)의 안정성이 증가하게 된다. 그러므로 배가로근 또한 보행훈련을 하는 동안 지속해서 안정이 증가하여 이러한 결과를 가져온 것으로 본 연구도 같은 결과를 보였다. 하지만 속보 훈련에서 척추세움근의 경우 왼쪽, 오른쪽 척추세움근은 시기, 군 간, 시기와 군 간의 주 효과와 상호작용에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 척추세움근은 배의 근육들과는 함께 몸통을 직립하는 데 도움을 주고 자세를 안정화하는데 동원되는 근육으로 속보 트레드밀 훈련이 척추세움근 근두께에 관련성이 적은 것으로 생각되어 몸통 펌 근의 근력 향상에는 큰 도움이 미약한 것으로 판단된다.

본 연구의 결과는 대상자가 환자가 아닌 정상성인이며, 그 훈련에 따른 효과는 큰 강도의 훈련과 비교되는 결과를 가져올 수 있으며, 대상자 수가 적고, 또한 척추 정렬의 범위인 몸통 기울기와 골반 기울기의 측정이 시상 면과 관상 면에서 이루어져야 하는데 관상 면에서만 측정이 이루어졌기 때문에 일반화하기에는 다소 제한점으로 남지만, 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 보행훈련을 속도를 높이지 않아도 또 힘든 강도를 지속하지 않아도, 보다 쉽게 보행훈련이 다른 훈련방법의 운동강도나 지속시간에 대한 충분한 효과를 미칠 것으로 생각된다.

참고문헌

- Kim TW. Effect of walking speed on angles of lower extremity and ground reaction force in the obese. *Korean J Sport Biomechanics*. 2006; 16(4):83-94.
- Ha MS, Nam KW. Effects of walking speed on peak plantar pressure in healthy subjects. *The J Korean Acad Phys Ther Sci*. 2015;22(5):43-7.
- Kim MG, Kim JH, Park JW. The effect of turning training on figure of 8 tract on stroke patients' balance and walking. *J Kor Phys Ther*. 2012;24(2): 143-50.
- Shin SH, Lee HK, Kwon MS. Correlation between lower extremities joint moment and joint angle according to the different walking speeds. *Korean J Sport Biomechanics*. 2008;18(2):75-83.
- Studenski S, Perera S, Wallace D et al. Physical performance measures in the clinical setting. *Korean J Adults Nurs*. 2003;51(3):314-22.
- Lee MS, Lee JH, Park SK et al. The effect of ankle joint taping applied to patients with hemiplegia on their gait velocity and joint angles. *J Kor Phys Ther*. 2012;24(2):157-62.
- Cho JH, Kim RB. Effect of the MBT shoes on lower extremity joints dynamics during walking. *J of Sports and Leisure Studies*. 2012;48(2):825-34.
- Neville O, Phillip B, Genevieve N et al. Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clin Proc*. 2010;85(12):1138-41.
- Akuthota V, Chou LH, Drake DF et al. Sports and performing arts medicine. 2. Shoulder and elbow overuse injuries in sports. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(3 Suppl 1):52-8.
- Yang DJ, Park SK, Kang JL et al. Effects of changes in postural alignment on foot pressure and balance of patients with stroke. *J Kor Phys Ther*. 2014;26(4):226-33.
- Kim EJ, Hwang BY, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patients with stroke. *J Kor Phys Ther*. 2009;21(4): 17-22.
- Handa N, Yamamoto H, Tani T et al. The effect of trunk muscle exercises in patients over 40 years of age with chronic low back pain. *J Orthop*. 2000;5(3):210-6.
- Arampatzis A, Karamanidis K, Stafilidis S et al. Effect of different ankle- and knee-joint positions on gastrocnemius medialis fascicle length and EMG activity during isometric plantar flexion. *J Biomechanics*. 2006; 39(10):1891-902.
- Gruther W, Benesch T, Zorn C et al. Muscle wasting in intensive care patients: ultrasound observation of the M.quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med*. 2008;40(3):185-9.
- Sanada K, Kearns CF, Midorikawa T et al. Prediction and validation of total and regional skeletal muscle mass by ultrasound in Japanese adults. *Eur J Appl Physiol*. 2006;96(1):24-31.
- Abe T, Kawakami Y, Suzuki Y et al. Effects of 20days bed rest on muscle morphology. *J Gravit Physiol*. 1997;4(1):S10-4.
- Chi-Fishman G, Hicks JE, Cintas HM et al. Ultrasound imaging distinguishes between normal and weak muscle. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(6):980-6.
- Kim HJ. Effects of speed-dependent with partial body weight supported treadmill training on the ambulation and muscular strength for the patients with incomplete spinal cord injury. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2009.
- Cooper A, Alghamdi GA, Alghamdi MA et al. The relationship of lower limb muscle strength and knee joint hyperextension during the stance phase of gait in hemiparetic stroke patients. *Physiother Res Int*. 2012; 17(3):150-6.
- Moon GS. The kinematic analysis of the ankle joint and EMG analysis of the lower limbs muscle for the different walking speed. *Korean J Sport Biomechanics*. 2005;15(1):177-95.
- Nam SH. The effect of gait speed on kinematic and kinetic parameters of lower extremity. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2011.
- Kim SH, Choi JD. The effect of gait training of progressive increasing in body weight support and gait speed on stroke patients. *J Kor Phys Ther*. 2013;25(5):252-9.
- Lee HC. A study of healthy promotion of aged people by analysis of a gait. Seonam University. Dissertation of Master's Degree. 2005.

24. Hackenberg L, Hierholzer E, Potzl W et al. Rasterstereographic back shape analysis in idiopathic scoliosis after anterior correction and fusion. *Clinical Biomechanics*. 2003;18(1):1-8.
25. Ota M, Ikezoe T, Kaneoka K et al. Age-related changes in the thickness of the deep and superficial abdominal muscles in women. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;55(2):e26-30.
26. Kiesel KB, Uhl TL, Frank B et al. Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging. *Manual Therapy*. 2007;12(2):161-6.
27. Kim SY. Effect of treadmill training on walking velocity and gait endurance in patients with chronic hemiplegia. *J Kor Phys Ther*. 2004;16(2):44-53.
28. Kim SJ. The changes of co-contraction patterns in trunk and lower body muscles with multidirectional tilting motion on the dynamic and static posturography. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2011.
29. Lee HJ, Kim YT, Lee SJ. Comparison of core muscle activity and thickness according to walking training method. *J of RWEAT*. 2015;9(4):301-8.