

1 체간 훈련 운동이 만성기 뇌졸중 환자의 균형 및 에너지 소모에 미치는
2 효과 : 단일사례연구

3 정경만*¹, 정유진², 김희한³, 박상현⁴

4 ¹원광대학교병원 물리치료실,

5 ²원광대학교병원 작업치료실,

6 ³원광대학교병원 물리치료실

7 ⁴정의원 물리치료실

9 **The Effect of Trunk Training Exercise on Balance and Energy Expenditure**
10 **in chronic Stroke Patients : Single-subject research design**

11 Kyeoung-Man Jung ^{*1}, Yu-Jin Jung², Hee-Han Kim³, Sang-Hyun Park⁴

12 ^{*1}Dept. of physical Therapy, Won-kwang University Hospital,

13 ² Dept. of occupational Therapy, Won-kwang University Hospital,

14 ³Dept. of physical Therapy, Won-kwang University Hospital

15 ⁴ Dept. of physical Therapy, Jung Clinic

16
17 **Abstract**

18 **PURPOSE** This study was to determine the effect of trunk training exercise on dynamic balance and energy
19 expenditure during walk in chronic stroke patients.

20 **METHODS** This study used a single subject research design. The subjects were participated two chronic stroke
21 patients and received general training five times per week. The trunk training exercise program was modified
22 from preceding studies and composed of trunk muscle strengthening and selective and coordinated movement.
23 The subjects performed exercise program five times a week, forty minute a day, four weeks. Pre base line(A)
24 was only collected participant information without intervention in 5 times. Trunk training exercise(B) was
25 carried out 10 times and 5 times to base lime(A) after intervention. The dynamic balance of was evaluated by
26 Timed Up and Go Test(TUG), the energy consumption was measured by the oxygen cost as the oxygen
27 consumption per unit distance, energy expenditure index(EEI) as the difference of heart rate, in a session.

28 **RESULTS** The results of the evaluation in each subject were indicated that the dynamic balance test was
29 improved, both oxygen cost and energy expenditure index were decreased during the intervention period. These
30 effects were maintained even during the regression baseline period.

31 **CONCLUSION** These results showed that trunk training exercise was effective in the improvement of dynamic
32 balance and decrease energy consumption. This study suggests that trunk training exercise is effective in the
33 improvement of energy efficiency during walk in chronic stroke patients.

34 **Key Words** Dynamic balance, Energy expenditure, Oxygen cost, Stroke, Trunk training exercise

35 **Corresponding author** Kyeoung-Man Jung(future1347@naver.com)

37 뇌졸중 환자는 마비측의 근 약화, 감각운동 결손, 강직, 인지 장애, 균형장애로 인해 자세조절에 문제를
38가지게 된다.¹⁾ 뇌졸중 후 손상측 체간근육 약화와 고유수용성감각의 저하는 균형과 안정성을 방해하여 기
39능적 활동을 저하시킨다.²⁾ 편마비 환자들은 체간의 비대칭과 불안정하기 때문에 서 있거나 앉은 상태에서
40자세 흔들림이 증가하고 동적 안정성이 감소하며 체중이동 능력이 제한된다.³⁾ 뇌졸중 환자의 체간 조절 장
41애는 균형, 보행, 호흡, 상지 기능 등 다양한 기능 제한을 초래하게 된다.⁴⁾ 뇌졸중 환자들은 중력에 대항해
42균형을 유지하고 독립적 체간 조절능력을 재 습득 하는데 많은 어려움이 있기 때문에 재활과정에서 체간 조
43절 능력 향상을 위한 중재는 중요하다.⁵⁾

44체간 조절(trunk control)은 신체를 수직선 상에 똑바로 세우고 체중 이동을 적절하게 조절하거나, 정적 및
45동적 자세 조절이 요구되는 동안 기저면 내에 무게중심이 유지할 수 있도록 하는 몸통 근육의 선택적 조절
46능력이다.⁶⁾ 뇌졸중 환자의 체간 조절능력 정도는 향후 기능적 회복 정도를 예측할 수 있는 중요 인자이며,
47기능 회복을 위해 발병 초기부터 적극적인 체간 조절능력에 대한 중재가 필요하다.⁷⁾ 신체의 균형과 안정성
48을 목적으로 활성화되는 체간 근육은 사지의 움직임이 발생하기 이전에 활성화 되어 신체의 흔들림을 최소
49화하고 원위부의 섬세하고 정확한 동작이 유발될 수 있도록 근위부의 안정성을 제공한다.⁸⁾

50인간의 보행 효율성 측면에서 보면, 하지는 대칭적이고 리드미컬한 움직임이 중요한데, 이때 신체 무게중심
51은 작은 범위 내에 유지될 때 역학적 에너지와 생리적 에너지 소모가 최소화 되어 에너지 효율성이 최대화
52될 수 있다.⁹⁾ 뇌졸중 환자는 비대칭적인 자세로 불안정성이 증가하고 체중이동 능력이 저하되기 때문에 무
53게중심을 낮추어 안정성을 확보하려는 균형전략을 사용하게 된다. 이때 굴근의 활성화도가 과도하게 증가되
54어 정상인에 비해 에너지 소모가 증가되므로 근 피로와 지구력의 문제가 초래된다.¹⁰⁾ 피로는 뇌졸중 환자의
55일상생활에 불편감을 초래하는데, 발병 1년경과 시 69.5%, 발병 2년 경과 시 50%에서 피로를 호소하며,
5627%에서는 매일 불편감을 느낄 정도로 뇌졸중 후 피로는 삶의 질 저하에 많은 영향을 미친다.^{11,12,13)} 뇌졸중
57환자는 신체적, 인지적 결손을 보상하기 위한 과도한 노력으로 심한 피로가 발생하는데, 특히 보행 중 에너
58지 소모량은 정상인과 비교했을 때 두 배 정도 높다고 하였다.¹⁴⁾ 호흡 가스 분석을 통한 생리적 에너지소비
59의 측정은 기능적 수행능력의 장애를 정량적으로 평가하는데 가장 객관적인 방법이며¹⁵⁾, 다양한 운동 중재
60효과를 측정하는 방법으로 사용될 수 있다.¹⁶⁾ Koyama 등¹⁷⁾은 건강한 사람을 대상으로 트레드밀 보행 시 바
61닥이 불안정한 신발을 착용하였을 때가 안정된 신발을 착용했을 때보다 불안정성이 증진되고 신체 흔들림
62이 증가하여 균형유지를 위한 근 활성화도 증가로 에너지 소모가 증가한다고 하였다. 따라서 균형 능력의 정
63도가 에너지 소모에 직접적으로 영향을 줄 수 있기 때문에 균형 능력을 증진할 수 있는 다양한 중재는 에너
64지 효율성 측면에서 중요한 요소라고 하였다.¹⁸⁾ Houdijk 등¹⁹⁾도 균형 능력과 에너지 소모량 사이에 직접적
65인 상관관계가 있음을 보고하였다. 뇌졸중 환자들을 대상으로 체간 조절능력 향상을 위한 선행 연구들을 보
66면, 체간 움직임을 반복 훈련하여 선택적인 움직임을 증진하는 방법^{20,21)}, 과제지향훈련^{22,23)}, 불안정한 지지
67면을 제공하여 더 많은 체간 근육들을 동원하는 방법^{7,24)}, 균형운동 기구를 이용한 방법^{25,26)} 등이 보고 되고
68있다.

69그럼에도 불구하고 뇌졸중 환자를 대상으로 체간 훈련 운동에 대한 균형 능력과 체간조절능력의 효과들이
70입증되고 있지만, 체간 훈련 운동이 에너지 소모에 미치는 연구는 아직까지 미흡하다. 또한 뇌졸중 환자를
71대상으로 치료적 중재 후 에너지 효율성 측면에서 보행 장애와 기능적 수행능력의 변화에 대한 객관적이고

72양적인 측정 자료는 더욱 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 체간 훈련 운동이 만성 뇌졸중 환자의 균형 능력
73과 에너지 소모에 미치는 영향을 확인하여 에너지 효율성을 향상 시킬 수 있는 효과적인 임상 중재 방법을
74제시하고자 한다.

75

76

II. 연구방법

771. 연구대상

78본 연구는 2016년 8월 1일 ~ 2016년 9월 30일까지 전북 익산에 소재한 W대학병원 재활의학과에 입원하
79여 포괄적인 재활치료를 받는 뇌졸중 환자를 대상으로 하였다. 연구의 대상자는 자기공명촬영(MRI) 결과
80뇌졸중으로 진단받은 2명의 뇌졸중 환자 중 대상자 1은 만 57세 남성으로 신장 178cm, 몸무게 68kg, 발
81병일로부터 32주가 지난 우측 편마비 환자였고, 대상자 2는 만 51세 여성으로 신장 162cm, 몸무게 56kg,
82발병일로부터 39주가 지난 좌측 편마비 환자였다. 연구 대상자의 선정기준은 다음과 같다. 뇌졸중으로 진
83단받고 6개월이 경과한 자, 보행 보조 도구를 이용하여 10분 이상 보행이 가능한 자, 정형외과적 문제가 없
84는 자, 한국형 간이 정신상태 검사(Mini Mental Status Examination-Korean version; MMSE-K)상 24점
85이상인 자(Kwon과 Park, 1989)로 운동프로그램 이해할 수 있는 자로 하였다. 대상자 1의 도수근력검사
86(Manual Muscle Test; MMT)상 어깨 관절(Shoulder joint)과 팔꿈 관절(Elbow joint)의 움직임 모두
87Poor ~ Fair-이었고, 손바닥 쥐기와 펴기 모두 Poor 이었다. 고관절(Hip joint)과 무릎관절(Knee joint)에
88서는 Fair이었고, 발목 저축굴곡(Plantarflexion)과 배축굴곡(Dorsiflexion)은 Poor+이었고, 관절 제한은
89없었다. 환측 발목 관절의 경직 등급인 MAS(modified ashworth scale)를 측정한 결과 G1+이었다. 외발
90지팡이(Mono-cane)를 사용하여 보행이 가능하였고 보행 중 입각기 시 환측 무릎이 과신전 되어 대퇴사두
91근과 고관절 외전근 및 신전근의 수축이 부족하였고 유각기 시 발목 관절이 저축 굴곡되는 양상을 보였다.
92대상자 2는 도수근력검사상 어깨 관절과 팔꿈 관절의 움직임 모두 Fair- ~ Fair이었고, 손바닥 쥐기와 펴기
93모두 Fair- 이었다. 고관절과 무릎관절에서는 Fair+이었고, 발목 저축굴곡과 배축굴곡은 Poor+이었고, 관
94절 제한은 없었다. 환측 발목 관절의 경직 등급을 측정한 결과 G1 이었다. 네발 지팡이(Qudri-cane)를 사
95용하여 보행이 가능하였고 보행 중 입각기 시 환측 발목 관절은 저축굴곡되는 양상을 보였고, 환측 무릎은
96과신전 되었고 골반은 전방 경사가 되어 무게중심이 발의 앞쪽에 위치하고 있었다. 대상자 1과 2 모두 보행
97보조 도구를 사용하여 독립적 보행이 가능함에도 불구하고 체간손상척도 검사 시 총 23점 만점에서 대상자
981은 15점, 대상자 2는 16점으로 나타났으며 상부 체간과 하부 체간 사이의 선택적인 움직임 능력이 부족하
99였고 앉은 자세에서 동적 조절 능력과 협응력 및 선택적인 움직임이 부족하였다. 또한 앉은 상태에서 안정
100성의 한계(limits of stability)가 환측으로 체중 이동 시 부족하였고 하부 체간의 선택적 움직임 결여로 상
101부 체간의 긴장도와 보상작용이 증가된 상태를 보이고 있었다. 정적 기립 시 양쪽 발에서 압력 중심점은 발
102의 앞부분에 집중되어 있었고, 원활한 체중 이동 능력이 제한되고 있었다. 따라서 발병 기간이 6개월이 지
103났지만 체간의 선택적인 움직임이 부족한 상태로 판단되어 체간 훈련 운동을 통해 체간 근육과 하지 사이에
104협응력, 선택적 움직임, 체간 근육의 고유수용성감각 촉진 등을 목적으로 하는 중재 방법이 필요할 것으로
105사료 되었다. 대상자들은 본 연구의 목적과 실험 일정에 대해 충분한 설명을 듣고 서면으로 연구 참여에 직
106접 동의한 자로 하였다.

1072. 연구절차 및 중재방법

108본 연구의 실험 디자인은 단일사례 연구방법(single-subject research design)중 ABA 설계를 사용하였
 109다. 총 실험은 20회기로 기초선 과정(Baseline phase) A와 회귀과정(Baseline phase) A'는 체간 훈련 운
 110동 실시하지 않는 기간으로 각 5회에 걸쳐 기초자료를 수집하였고, 중재과정(Intervention phase) B는 체
 111간 훈련 운동을 실시하는 기간으로 총 10회, 1일 1회, 회당 40분씩 운동 적용 후 기초자료를 수집하였다.
 112기초자료 수집은 동적 균형능력을 알아보기 위해 일어나 걸어가기 검사와 에너지 효율성을 알아보기 위해
 113산소 소모비와 에너지소모지수를 초기 기초선 과정(A), 회귀과정(A'), 중재과정(B) 동안 매일 측정 기록하
 114였다. 모든 대상자는 재활의학과에서 실시하는 모든 물리·작업치료를 시행하였고, 오후 4시부터 본 연구를
 115위한 중재와 모든 평가를 시행하였다. 측정 10분 전에는 편안한 자세로 쉬는 시간 갖도록 하였다. 가능한 모
 116든 측정과 중재 기간 동안에는 물 이외에 음식물을 섭취하지 않도록 권장하였다. 본 연구의 일관성을 유지
 117하기 위해 운동과 평가를 담당하는 치료사는 각각 분리되었으며 경력 10년 이상의 경력을 가진 치료사로 배
 118정하여 연구 절차에 맞게 진행하였다. 본 연구에 사용된 체간 훈련 운동 프로그램은 Verheyden 등²¹⁾과
 119Saeyns 등²⁰⁾의 체간 훈련 운동을 본 연구에 맞게 수정 보완하여 적용하였다(Table 1).

120

121Table 1. Trunk training exercise program

Warm-up	Stretching exercise, Free exercise	5min
	-Supine position-	
	. Lifting pelvis in crook lying with both feet supported	
	. Unilateral pelvic bridging	
	. Lifting shoulder girdle symmetrically and asymmetrically	
	-Sitting position-	
Trunk training exercise	. Anterior and posterior tilt of the pelvis	30min
	. Selective lengthening and shortening of on side of the trunk	
	. Lateral pelvic tilt without losing balance	
	. Rotation of the upper and lower part of the trunk	
	. Anterior and lateral reaching within and out of arm's reach	
	. Shuffling forward and backward	
Cool-down	Release, Stretching exercise	5min

122

1233. 평가방법

124본 연구에서는 뇌졸중 환자의 균형능력을 평가하기 위해 일어나 걸어가기 검사(Time Up & Go Test, TUG)
 125와 에너지 소모량을 평가하기 위해 산소 소모비와 에너지소비지수를 사용하였다.

1261) 동적 균형능력 검사

127일어나 걸어가기 검사는 동적 균형능력을 알아보는 평가 방법으로 기본적인 운동성과 균형 능력을 빠르게
 128측정할 수 있는 검사방법이다. 측정자 내 신뢰도는 $r=.99$ 이고, 측정자간 신뢰도는 $r=.98$ 로 신뢰할 만한 도
 129구이다. 본 연구에서 대상자는 “시작”이라는 구령에 의해 의자에서 일어나 전방 3m를 걸어간 후 돌아와 의
 130자에 다시 앉는 시간을 측정하였으며, 3회 측정하여 평균값을 사용 하였다.²⁷⁾

1312) 산소 소모비 측정

132편안한 속도로 트레드밀 보행 중 산소 소모비를 측정하기 위해 단위 거리 당 요구되는 산소 소모량을 측정하
 133였으며 단위는 ml/kg/m를 사용하였다. 측정 장비는 자동 호흡가스분석장치 (Quinton 5000, CARDIAC

134SCIENCE, USA)를 사용하였으며, 측정 공간은 실내로 외부와 차단되어 있으며 평균온도 25.8°C, 평균습
 135도는 67.5% 이었다. 호흡 가스 분석을 위해 노즐이 연결된 마스크를 안면에 밀착 착용 후 입과 코 주변에서
 136공기 노출 없는 것을 확인 하였고, 트레드밀을 이용하여 편안한 속도로 5분 보행 하는 중 마지막 2분을 30
 137초 단위로 산소 소모비를 측정 하였다.²⁸⁾

1383) 에너지소모지수 측정

139에너지소모지수를 평가하기 위해 대상자의 심박수를 측정하기 위해 환자의 가슴에 4개의 패드를 부착하여
 140의자에 편안한 상태로 휴식을 취한 후 안정기 심박수를 5분간 측정하여 마지막 3분에 대한 분당 평균 심박
 141수를 측정하였다. 편안한 속도로 트레드밀에서 5분 보행 중 편안한 속도로 5분 동안 트레드밀 보행에서 마
 142지막 3분에 대한 분당 평균 심박수를 측정하였다. 측정 장비는 자동 호흡가스분석장치를 사용하였으며, 보
 143행 시 분당 평균 심박수에서 안정 시 분당 평균 심박수 차이를 보행 속도로 나눈 값으로 측정 하였다.²⁹⁾

144

$$\text{에너지소모지수(EEI)} = \frac{\text{보행중 심박수 (beat/min)} - \text{안정기 심박수 (beat/min)}}{\text{보행속도(m/s)}}$$

1474. 분석 방법

148본 연구는 체간 훈련 운동이 동적 균형능력과 에너지 소모에 미치는 효과를 알아보기 위해 각각의 회기 동안
 149결과를 기록하고 측정된 자료를 그래프를 이용하여 시각적 분석방법을 이용하여 대상자를 분석하였다. 기
 150숄통계량을 통해 각 변수들의 기간 내 평균값을 계산하여 각 단계의 변화율을 비교하여 제시하였다.

151

III. 결과

152

1531. 동적 균형능력 변화

154동적 균형능력 검사의 측정결과 대상자 1은 기초선 A에서 30.38초, 중재기 B에서는 26.44초, 회귀기초선
 155A'에서는 26.62초로 나타났으며, 기초선 A에 비해 중재기 B는 12.97%가 감소되었고, 회귀기초선 A'는
 15612.38%가 감소된 것으로 나타났다. 대상자 2는 기초선 A에서 32.6초, 중재기 B에서는 29.97초, 회귀기
 157초선 A'에서는 28.26초로 나타났으며, 기초선 A에 비해 중재기 B는 8.07%가 감소되었고, 회귀기초선
 158A'는 13.31%가 감소된 것으로 나타났다(Table 2)(Fig 1).

159

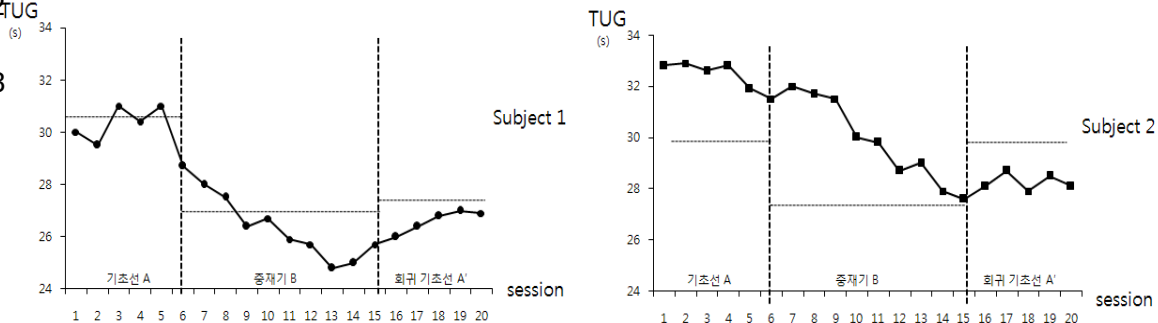
160Table 2. Variations of TUG (unit: second)

	Baseline A	Intervention B	Baseline A'
Subject 1	30.38±3.56	26.44±2.45	26.22±3.15
Subject 2	32.6±3.25	29.97±2.59	28.26±4.15

161M±SD: mean±standard deviation

162TUG

163



164

165

166 Figure 1. change of TUG in session

1672. 산소 소모비 변화

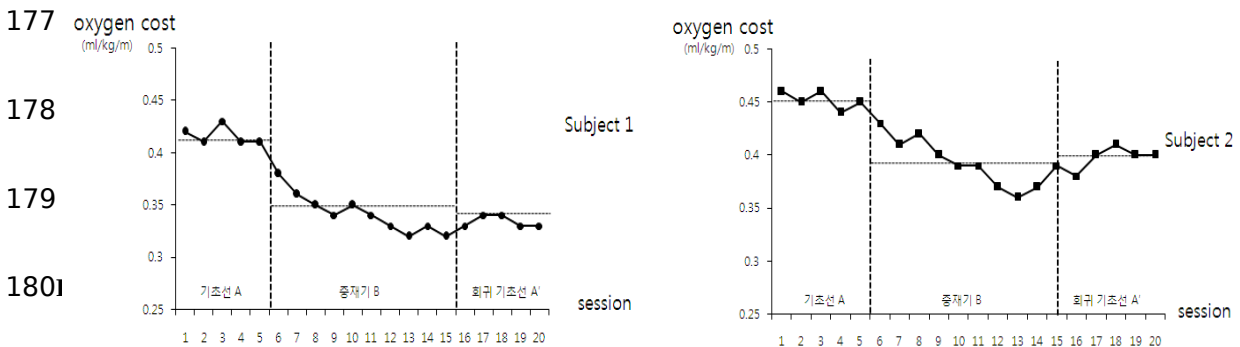
168편안한 보행속도에서 산소 소모비 측정 결과 대상자 1은 기초선 A에서 0.42ml/kg/m, 중재기 B에서는
 1690.34ml/kg/m, 회귀기초선 A'에서는 0.33ml/kg/m로 나타났으며, 기초선 A에 비해 중재기 B는 19.04%가
 170감소되었고, 회귀기초선 A'는 21.43%가 감소된 것으로 나타났다. 대상자 2는 기초선 A에서
 1710.45ml/kg/m, 중재기 B에서는 0.39ml/kg/m, 회귀기초선 A'에서는 0.4ml/kg/m로 나타났으며, 기초선 A
 172에 비해 중재기 B는 13.33%가 감소되었고, 회귀기초선 A'는 11.11%가 감소된 것으로 나타났다(Table 3)
 173(Fig 2).

174 Table 3. Variations of Oxygen cost (unit: ml/kg/m)

	Baseline A	Intervention B	Baseline A'
Subject 1	0.42	0.34	0.33
Subject 2	0.45	0.39	0.4

175 M±SD: mean±standard deviation

176



1813. 에너지소모지수 변화

182편안한 보행속도에서 에너지소모지수 측정 결과 대상자 1은 기초선 A에서 1.16beat/min, 중재기 B에서는
 1830.86beat/min, 회귀기초선 A'에서는 0.82beat/min로 나타났으며, 기초선 A에 비해 중재기 B는 25.86%가
 184감소되었고, 회귀기초선 A'는 29.31%가 감소된 것으로 나타났다. 대상자 2는 기초선 A에서
 1851.21beat/min, 중재기 B에서는 1.02beat/min, 회귀기초선 A'에서는 0.95beat/min로 나타났으며, 기초
 186선 A에 비해 중재기 B는 15.7%가 감소되었고, 회귀기초선 A'는 13.31%가 감소된 것으로 나타났다(Table
 1874)(Fig 3).

188 Table 4. Variations of Energy expenditure index (unit: beat/min)

	Baseline A	Intervention B	Baseline A'
Subject 1	1.16	0.86	0.82

Subject 2

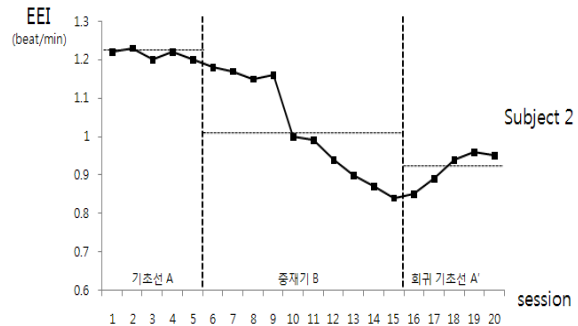
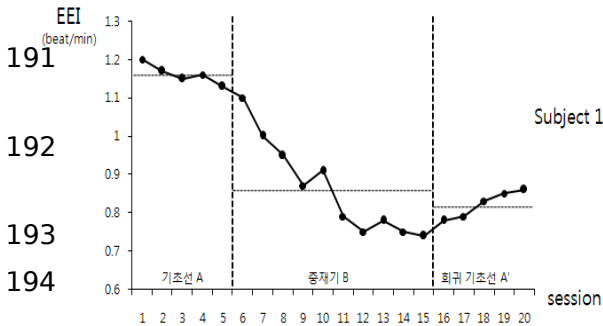
1.21

1.02

0.95

189M±SD: mean±standard deviation

190



195

196

IV. 고찰

197 체간 안정성에 관여하는 근육들은 자세조절을 위한 중심부위로 체간 하부와 골반 주변에 능동적 안정성
 198을 제공하며³⁰⁾, 신체를 항중력 방향으로 바로 서게 하여 걷기와 달리기 등과 같이 자세적 동요에 자동적으로
 199반응하여 주어진 과제를 정교하게 수행할 수 있도록 돕는다.⁵⁾ 그러나 뇌졸중 환자는 상하지 뿐 아니라 체간
 200에도 근력 약화와 감각결손이 발생하며 균형과 보행능력을 감소된다.²⁾ 균형을 유지할 때 자세가 불안정해
 201지면 과도한 보상작용으로 골근의 활성도가 증가되고 에너지 소모가 높아져 기능적인 움직임 시 쉽게 근 피
 202로가 유발된다.³¹⁾ 뇌졸중 환자의 피로 유발은 39~72%에서 보고되고 있을 정도로 빈번하며, 성공적인 재
 203활치료에 장애 요인으로 환자의 삶의 질에 부정적인 영향을 미친다.³²⁾ 따라서 일상생활에서 많은 부분을 차
 204지하는 보행 중 발생하는 에너지 소모를 최소화 시키는 것은 근 피로를 줄이는데 중요한 요소이다. 따라서
 205본 연구는 뇌졸중 환자에게 체간 훈련 운동을 적용하여 동적 균형능력과 에너지소모에 미치는 효과를 알아
 206보기 위해 시도되었다.

207 본 연구의 동적 균형능력 측정 결과 대상자 1과 2는 운동을 시행하지 않는 기초선 기간보다 체간 훈련 운
 208동을 시행하는 중재기 동안에 동적 균형능력이 향상되었고, 회귀 기초선 기간에서도 중재기 동안에 향상된
 209동적 균형능력이 유지되는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 Chung 등³³⁾이 뇌졸중 환자를 대상으로 체간
 210훈련 운동프로그램을 4주간 적용하여 골반의 후방경사를 통한 좌우 체중이동능력 개선으로 일어나 걸어가
 211기 검사 점수가 33.06 ± 18.39 에서 27.64 ± 13.73 으로 향상되었다는 결과와 일치한다. 또한 Song과
 212Kim³⁴⁾의 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 다양한 체간 훈련 운동을 8주 동안 적용한 결과 요부와 골반
 213주변의 올바른 자세정렬을 통한 동적 균형의 향상을 보고한 연구에서도 근거를 찾을 수 있다. 상하지 근육
 214에 비해 체간 근육은 대뇌에서 교차신경지배를 받기 때문에 근육의 마비 정도가 상대적으로 심하지 않아 상
 215하지 보다 쉽게 회복될 수 있다.³⁵⁾ 이와 같이 체간 훈련 운동을 통해 요부, 골반, 하지 사이의 협응된 움직임
 216을 바탕으로 올바른 자세 재 정렬과 선행성 자세조절 기전을 활성화 시켜 동적 균형능력이 향상된 것으로 사
 217료된다.

218 본 연구의 산소 소모비 측정 결과 대상자 1과 2는 운동을 시행하지 않는 기초선 기간보다 체간 훈련 운동
 219을 시행하는 중재기 동안에 산소 소모비가 향상되었고, 회귀 기초선 구간에서도 중재기 동안에 향상된 산소
 220소모비가 유지되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 체간 훈련 운동이 보행 시 에너지 소모에 직접적인 영

221향을 주는 요인으로 볼 수 있다. Houdijk 등¹⁸⁾은 정상인인과 뇌졸중 환자를 대상으로 기립 상태를 유지할
222때 사용되는 대사 에너지 소비를 측정된 결과, 균형능력 저하가 있는 뇌졸중 환자가 정상인에 비해 더 많은
223에너지 소비가 발생된다고 하였으며, 특히 뇌졸중 환자는 바닥의 상태가 더 불안정하면 에너지소모가 최대
22452% 까지 증가됨을 보고하였고, 효율적인 에너지소모를 위해 균형능력을 증진을 위한 운동방법의 필요성
225을 강조하였다. 본 연구에서도 체간 훈련 운동을 통해 보행 시 산소 소모비가 감소된 것으로 나타나 보행 시
226효율적인 에너지 소모가 이뤄진 것으로 사료된다. 또한, Ijmker 등³⁶⁾은 정상인을 대상으로 트레드밀 보행훈
227련 시 대상자의 허리에 탄력적 벨트를 부착하여 외적 안정성을 제공하였을 때가 그렇지 않았을 때보다 보행
228에너지 소모가 감소되는 결과가 나타났는데, 이는 동적 안정성이 요구되는 보행 시 외적 안정성 제공은 불
229필요한 보상작용을 줄여 에너지 소모가 줄어든 결과라 할 수 있다. 인간의 정상적인 보행은 중추와 말초 신
230경계의 통합과정으로 균형을 유지하면서 신체를 원하는 장소로 이동시키는 과정으로, 하지의 교대적이고
231리드미컬한 움직임을 통해 에너지 소모를 최소화 시킨다.³⁷⁾ 그러나 뇌졸중 환자는 균형능력이 감소되고 불
232필요한 보상작용의 증가로 에너지 소모량이 증가하게 되므로 정상인에 비해 에너지의 효율성이 저하된다.
233³⁸⁾ 따라서, 뇌졸중 환자의 균형능력 증진을 통한 독립적인 보행 능력 회복은 재활에 있어 중요한 요소 중 하
234나이머³⁹⁾, 균형을 유지하며 최적의 에너지 소모를 통해 원하는 장소로 이동할 수 있는 보행능력의 습득은 매
235우 중요하다.⁴⁰⁾ 본 연구에서 시행한 체간 훈련 운동도 다양한 체간 움직임을 시행함으로써 체간의 고유수용
236성감각이 활성화 되었으며, 체간 근육에 원심성, 구심성, 등척성 수축을 능동적으로 유도하여 체간의 안정
237성이 증진되고, 균형유지를 위한 자세조절기전이 활성화되어 보행 효율성이 향상된 것으로 사료된다.
238보행의 효율성을 평가하는 중요한 지표로서 에너지 소모량이 사용되고 있지만 측정 장비 사용의 번거로움
239등의 이유로 뇌졸중 환자에서는 쉽게 적용하지 못하고 있다. 따라서 임상에서 간편하게 에너지 소모량을 측
240정할 수 있는 방법으로 제시된 에너지소비지수는 심박수와 산소섭취량 사이에 1차 선형 비례가 있기 때문
241에 에너지 소모량을 지수화 하여 사용할 수 있다.⁴¹⁾ 본 연구의 에너지소모지수 측정 결과 대상자 1과 2는 운
242동을 시행하지 않는 기초선 기간보다 체간 훈련 운동을 시행하는 중재기 동안에 동적 균형능력이 향상되었
243고, 회귀 기초선 구간에서도 중재기 동안에 향상된 에너지소모지수가 유지되는 것으로 나타났다. Lee와
244Shin²⁹⁾은 만성뇌졸중 환자를 대상으로 좌우 대칭적인 움직임 증진과 불필요한 보상작용 감소를 위해 6주간
245매일 60분씩 컴퓨터 가상현실 운동프로그램을 적용한 결과 에너지소모지수가 유의하게 감소하여 보행 시
246효율성이 증가되었다. 대칭적인 하지 움직임을 위한 선행요건으로 체간 안정성이 필요한데, 본 연구에서 시
247행된 체간 훈련 운동도 체간 근육들을 강화하고 올바른 자세 정렬을 통해 보행 시 체간의 안정성을 바탕으로
248에너지소모지수가 감소된 것으로 사료된다. 균형장애로 불안정성이 증가되면 근육에서 발생하는 긴장도,
249협력수축, 항 중력 활동이 증가되고 관절 모멘트가 변경되어 신체가 수행하는 일의 양이 증가하여 효율성이
250감소 되지만, 신체분절의 정확한 체 감각 정보를 통한 중추신경계의 자세조절 능력의 향상은 신체의 안정성
251을 증진시켜 보행 시 하지의 선택적인 움직임이 개선되고, 보행 시 에너지 소모를 최소화 하는데 효과적이
252다.³⁶⁾

253 본 연구에서 체간 훈련 운동 프로그램을 두 명의 만성뇌졸중 환자에게 적용한 결과 동적균형이 향상 되었
254으며 에너지 소모량을 나타내는 산소 소모비와 에너지소모지수가 모두 감소하여 보행 에너지 효율성 측면
255에서 효과적 이었으며, 뇌졸중 환자를 대상으로 에너지 소모를 감소시킬 수 있는 적절한 중재방법으로 제시
256할 수 있다. 본 연구의 제한점으로는 대상자가 트레드밀 보행이 가능한 환자 중 2명으로 제한하였기 때문에
257모든 뇌졸중 환자들에게 적용하기에는 무리가 있으며, 반복되는 평가에 대해 학습화 과정을 적절하게 제한

258하지 못하였다. 또한 대상자가 본 참여하고 있다는 특별한 관심에 의한 호오손 효과가 나타날 수 있었다. 향
259후 이러한 제한점을 보완하여 보행 효율성 측면에서 에너지 소모를 최적화 할 수 있는 다양한 연구가 활발하
260게 이루어 져야 할 것으로 생각된다.

261

V. 결론

262본 연구는 체간 훈련 운동이 두 명의 만성 뇌졸중 환자의 동적균형과 에너지 소모에 미치는 영향을 알아보고
263자 하였다. 개별실험 연구 설계 중 ABA 디자인을 사용하였고, 총 실험은 20회기로 기초선 과정 5회와 회귀
264과정 5회는 체간 훈련 운동을 시행하지 않는 기초자료 수집기간이었고, 중재기 10회는 주 5일, 1일 40분씩
265체간 훈련 운동을 시행하였다. 그 결과, 중재기 동안의 체간 훈련 운동 시행 후 동적 균형능력이 향상되었으
266며, 산소 소모비와 에너지소모지수 모두 감소하여 보행 시 에너지 소모가 감소된 것으로 나타났다. 또한 운
267동이 종료된 이후인 회귀 기초선 에서도 향상된 효과가 지속되는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 추
268후 임상에서 체간 훈련 운동은 뇌졸중 환자의 에너지소모 측면에서 효과적인 운동 방법으로 제시될 수 있을
269것으로 생각된다.

270

References

2711. [Tyson SE](#), [Hanley M](#), [Chillala J](#), et al. Balance disability after stroke. [Phys Ther](#). 2006;86(1):30-8.
2722. Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke
273 hemiparetic patients. [Arch Phys Med Rehabil](#). 2004;85(2):261-7.
2743. [Tessem S](#), [Hagstrøm N](#), [Fallang B](#). Weight distribution in standing and sitting positions, and weight transfer during
275 reaching tasks, in seated stroke subjects and healthy subjects. [Physiother Res Int](#). 2007;12(2):82-94.
2764. Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh IP, et al. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living
277 function in stroke patients. [Stroke](#). 2002;33(11):2626-30.
2785. Verheyden G, Vereeck L, Truijten S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and
279 functional ability. [Clin Rehabil](#). 2006;20(5):451-8.
2806. Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al. The trunk impairment scale: a new tool to measure motor impairment
281 of the trunk after stroke. [Clin Rehabil](#). 2004;18(13):326-34.
2827. Karthikbabu S, Rao BK, Manikandan N, et al. Role of trunk rehabilitation on trunk control, balance and gait in
283 patients with chronic stroke: a pre-post design. [Neuroscience and medicine](#). 2011;2(2):61-7.
2848. Girolami GL, Shiratori T, Aruin AS. Anticipatory postural adjustments in children with hemiplegia and diplegia. [J](#)
285 [Electromyogr Kinesiol](#). 2011;21(6):988-97.
2869. Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. [Gait Posture](#). 1999;9(3):207-31.
28710. Franceschini M, Massucci M, Ferrari L, et al. Effects of an ankle-foot orthosis on spatiotemporal parameters and
288 energy cost of hemiparetic gait. [Clin Rehabil](#). 2003;17(4):368-72.
28911. Schepers VP, Visser-Meily AM, Ketelaar M, et al. Poststroke fatigue: course and its relation to personal and
290 stroke-related factors. [Arch Phys Med Rehabil](#). 2006;87(2):184-8.
29112. van der Werf SP, van den Broek HL, Anten HW, et al. Experience of severe fatigue long after stroke and its
292 relation to depressive symptoms and disease characteristics. [Eur Neurol](#). 2001;45(1):28-33.
29313. de Groot MH, Philips SJ, Eskes GA. Fatigue associated with stroke and other neurologic conditions: implications
294 for stroke rehabilitation. [Arch Phys Med Rehabil](#). 2003;84(11):1714-20.
29514. Detrembleur C, Dierick F, Stoguard G, et al. Energy cost, mechanical work, and efficiency of hemiparetic walking.
296 [Gait Posture](#). 2003;18(2):47-55.
29715. Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. [Gait Posture](#). 1999;9(3):207-31.

29816. Corcoran PJ, Jebsen RH, Brengelmann GL, et al. Effects of plastic and metal leg braces on speed and energy cost
299 of hemiparetic ambulation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1970;51(2):69-77.
30017. Koyama K, Naito H, Ozaki H, et al. Effects of unstable shoes on energy cost during treadmill walking at various
301 speeds. *J Sports Sci Med.* 2012;11(4):632-7.
30218. Houdijk H, ter Hoeve N, Nooijen C, et al. Energy expenditure of stroke patients during postural control tasks. *Gait
303 Posture.* 2010;32(3):321-6.
30419. Houdijk H, Fickert R, van Velzen J, et al. The energy cost for balance control during upright standing. *Gait
305 Posture.* 2009;30(2):150-4.
30620. Saeys W, Vereeck L, Truijen S, et al. Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve
307 balance and mobility. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2011;26(3):231-8.
30821. Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Additional exercises improve trunk performance after stroke: A pilot
309 randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2009;23(3):281-6.
31022. Kim BH, Lee SM, Bae YH, et al. The effect of a task-oriented training on trunk control ability, balance and gait of
311 stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2012;24(6):519-22.
31223. Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and
313 without altered sensory input. *Int J Rehabil Res.* 2006;29(1):51-9.
31424. Yoo JS, Jeong JR, Lee WH. The Effect of trunk stabilization exercise using an unstable surface on the abdominal
315 muscle structure and balance of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(6):857-9.
31625. Goljar N, Burger H, Rudolf M, et al. Improving balance in subacute stroke patients: a randomized controlled
317 study. *Int J Rehabil Res.* 2010;33(3):205-10.
31826. Chen IC, Cheng PT, Chen CL, et al. Effects of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chang Gung Med J.*
319 2002;25(9):583-90.
32027. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J
321 Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
32228. Reisman DS, Rudolph KS, Farguhar WB. Influence of speed on walking economy poststroke. *Neurorehabil
323 Neural Repair.* 2009;23(6):529-34.
32429. Lee DY, Shin WS. The effects of virtual reality-based exercise on energy expenditure during gait in chronic stroke
325 patients. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society.* 2010;11(10):3826-32.
32630. Aluko A, DeSouza L, Peacock J. The effect of core stability exercises on variations in acceleration of trunk
327 movement, pain, and disability during an episode of acute nonspecific low back pain: a pilot clinical trial. *J
328 Manipulative Physiol Ther.* 2013;36(8):497-504.
32931. Zamparo P, Francescato MP, De Luca G, et al. The energy cost of level walking in patients with hemiplegia. *Scand
330 J Med Sci Sports.* 1995;5(6):348-52.
33132. Snaphaan L, van der Werf S, de Leeuw FE. Time course and risk factors of post-stroke fatigue: a prospective
332 cohort study. *Eur J Neurol.* 2011;18(4):611-7.
33333. Chung EJ, Kim JH, Lee BH. The effects of core stabilization exercise on dynamic balance and gait function in
334 stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(7):803-6.
33534. Song JM, Kim SM. The effect of trunk stability exercise on balance and gait in stroke patients. *J Korean Soc Phys
336 Med.* 2010;5(3):413-20.
33735. Dickstein R, Heffes Y, Laufer Y, et al. Activation of selected trunk muscles during symmetric functional activities
338 in poststroke hemiparetic and hemiplegic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1999;66(2):218-21.
33936. Ijmker T, Houdijk H, Lamothe CJ, et al. Energy cost of balance control during walking decreases with external
340 stabilizer stiffness independent of walking speed. *J Biomech.* 2013;46(13):2109-14.
34137. Kim EJ, Hwang BY, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patients with stroke.
342 *J Korean Soc Phys Ther.* 2009;21(4):17-22.
34338. da Cunha IT Jr, Lim PA, Qureshy H, et al. Gait outcomes after acute stroke rehabilitation with supported treadmill
344 ambulation training: a randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(9):1258-65.

34539. Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Deficit and change in gait velocity during rehabilitation after stroke. Arch
346 Phys Med Rehabil. 1996;77(10):1074-82.

34740. Saibene F. The mechanisms for minimizing energy expenditure in human locomotion. Eur J Clin Nutr.
348 1990;44:65-71.

34941. Stoguard G, Detrembleur C, Lejeune TM. The reasons why stroke patients expend so much energy to walk slowly.
350 Gait Posture. 2012;36(3):409-13.