

뇌졸중 환자의 동적균형 및 보행에 대한 감각운동 훈련과 사이클링 운동의 효과 비교 : 개별사례연구

양해덕¹ · 오덕원²

¹충남대학교병원 · ²대전대학교 물리치료학과

Comparison of sensorimotor training and cycling exercise for dynamic balance and gait function stroke patient: Single subject design

Hae Duck Yang¹ · Duck Won Oh²

¹Chung Nam National University Hospital

²Dept. of Physical Therapy, Dae jeon university

ABSTRACT

Background: The objective of this study was to determine whether sensorimotor training using an unstable surface affects dynamic balance and gait function in patients with hemiparesis, and to compare the effect of sensorimotor training with that of cycling exercise. **Methods:** Two subjects with post-stroke hemiparesis volunteered to participate in this study. Single-subject A-B design with alternating treatment was used for this study. Baseline(A) and intervention(B) phases were performed for 7 and 8 sessions, respectively. Sensorimotor training and cycling exercise were performed for 20 minutes in randomized order. Assessment tools were made by using a step test, timed up and go(TUG) test, and 6-minute walk test(6MWT). **Results:** Each of the participants improved in all three tests after the two interventions. Participants 1 and 2 showed the improvement for their assessment score after sensorimotor training in the step test by 42.1%($p<.05$) and 58%, in the TUG, 31% and 19.5%, and in the 6MWT test, 32.3% and 10.6%($p<.05$), respectively. After cycling exercise, participants 1 and 2 also improved in the step test by 32.5% and 53.1%, in the TUG, 27.4% and 18%, and in the 6MWT test, 28.8% and 3%. In statistical analysis between the two interventions, sensorimotor training showed a significant increased values in the step test for participant 1 and the 6MWT for participant 2 as compared with those of cycling exercise. **Conclusion:** Sensorimotor training and cycling exercise are helpful for improving dynamic

balance and gait capacity. Furthermore, sensorimotor training may be more helpful than cycling exercise.

Key words : sensorimotor training, cycling, stroke, balance, gait

I . 서론

뇌졸중은 우리나라에서 두 번째로 큰 사망원인인 동시에(통계청, 2008) 발병 후 감각장애, 인지장애, 언어장애, 정서장애 등 다양한 장애를 가져오는 질환이다. 뇌졸중으로 인한 균형능력의 저하와 보행능력의 감소는 일상생활 동작 수행에 큰 장애를 가져온다(Geurts 등, 2005). 균형이란 안정성 한계 안에서 신체 무게중심을 기저면 위에 유지하도록 조절하는 능력으로, 다양한 시스템의 통합적인 작용을 필요로 한다(Gillen 등, 2004). 균형은 감각부분, 운동부분, 고위 중추의 통합과정으로 이루어지며, 균형에 영향을 미치는 감각입력 부분은 크게 주위 환경 속에서 움직임의 틀을 제공하는 시각, 머리의 위치감각 및 머리의 가속과 회전을 감지하는 전정감각, 그리고 피부, 근방추, 골지건 기관, 관절수용기 등에서 감지되는 정보로 몸의 위치와 움직임에 대한 감각, 근육에서 생산된 힘의 크기, 근수축의 타이밍 등을 전달하는 체성감각으로 나눌 수 있다(O'Sullivan 등, 2003). 균형은 크게 정적균형과 동적균형으로 나눌 수 있다. 정적 균형이란 어떤 자세를 유지할 수 있는 능력이며, 동적 균형이란 두 가지 자세 사이를 이동할 수 있는 능력을 말한다(Huber 등, 2006). 편평한 바닥에서 느리고 작은 동요가 있는 경우 균형 유지를 위하여 발목 전략이 사용되며, 좁은 바닥이나 크고 빠른 동요가 있을 경우에는 고관절 전략이 사용되고, 신체의 중력 중심이 기저면을 넘어설 때는 발디딤 전략이 사용된다(Montgomery 등, 2002).

균형은 모든 기능적인 활동에서 필수적인 요소로 여겨진다(Gok 등, 2008). 보행은 복잡한 균형 작용을 통해 유지되는 것으로, 중력중심이 기저면 밖으로 이탈됨과 동시에 걸음을 디딤으로 새로운 기저면을 만

들어 균형을 회복하면서 진행된다. 보행은 균형을 평가하는 동시에 치료가 될 수 있는 기능적인 수단이며(Huber 등, 2006), 균형과 보행은 뇌졸중 재활의 주요한 목표 중 하나이다(Yang 등, 2008; Yelnik 등, 2008). 균형능력을 증진시키기 위하여 스위스 볼이나 폼 롤러(Houglum, 2005) 및 시각적 되먹임(Sackley, 1993)을 이용하는 방법이 사용되고 있으며, 탄력밴드를 이용한 하지운동이나 좁은 기저면에 서기(Huber 등, 2006) 등도 시행되고 있다. 보행훈련으로는 기능적 전기 자극치료(Robbins 등, 2006), 바이오피드백(Moreland 등, 1998), 움직임 상상훈련(Dickstein 등, 2004), 트레드밀(Manning 등, 2003), 체중지지 트레드밀(Moseley, 2003) 등이 임상적으로 사용되고 있다.

감각운동(sensorimotor) 훈련은 대개 균형운동을 의미하며, 균형운동, 신경근육 훈련등과 같은 용어들로 쓰이기도 한다(Taube 등, 2008). 감각운동이란 인간의 움직임 조절에 있어 감각 및 운동 체계가 분리될 수 없는 하나의 기능적인 단위라는 것을 설명하기 위해 사용되는 용어이다(Page, 2006). 고유수용성 감각은 협응된 움직임의 가장 중요한 요소로 고려되어 왔으며, 감각운동 훈련의 목표는 발, 천장관절, 경추 세 부분에서 고유수용성 감각입력을 증가시켜, 피질하 영역을 자극하고 자동적인 협응운동 형태를 촉진시키는 것이다. 감각운동 훈련은 발목이나 무릎의 재활이나 부상방지를 목적으로 주로 사용되어져 왔으며, 노인들을 대상으로 낙상을 방지하는 운동방법으로도 사용되어져 왔다(Gruber 등, 2004).

사이클링(cycling)운동은 보행과 유사한 반복적인 굴곡, 신전 움직임 유형을 가지는 운동으로, 하지 근력을 증가시킬 뿐 아니라 하지의 근조절능력을 강화시켜 서 있을 때 환측으로 보다 많은 체중지지가 이루어지게 한다(Katz-Leurer 등, 2006). 또한 사이클링 운

동은 낙상 위험이 없어 걷기 능력이 부족한 뇌졸중 환자에게 유산소 운동능력을 증가시키고 협응력 강화를 위해 사용될 수 있는 좋은 도구이다(Lee 등, 2008). 근력은 일상활동 능력과 직접적으로 관련된 균형과 보행기능에 많은 영향을 미치므로(Gerrits 등, 2009), 사이클링을 통한 근력 증진 효과는 편마비 환자들의 일상활동 수준을 높이는데 기여할 것이다.

뇌졸중 환자에게 나타나는 움직임의 문제들은 근력 약화 때문만이 아니라 손상된 운동조절 때문이기도 하다(Thaut 등, 1997). 운동조절의 회복은 광범위한 운동 훈련과 다양한 종류의 감각훈련 촉진에 의해 가속화된다(Schauer, 2003). 특히, 불안정한 바닥에서 하는 운동은 근 수축 속도를 증가시키고 근육의 반응을 빠르게 한다(Page, 2006). 그러나 전통적인 운동치료는 대부분 단단한 바닥에서 시행되므로 안정적인 면이 강해 균형능력을 발달시키는데 부족한 면이 있다(Yelnik 등, 2008). 또 동적균형이 기능과 더 밀접한 연관이 있음에도 기존의 연구들은 시청각적인 방법을 이용한 정적균형 훈련에 대해 더 많이 연구하였다(황병용, 2004). 그러나 아직까지 어떤 치료방법이 균형 능력 향상에 더 효과적인지 결론을 내리지 못하고 있다(Pollock 등, 2003). 따라서 본 연구는 불안정한 바닥을 이용한 감각운동 훈련이 뇌졸중 환자의 동적 균형 및 보행에 어떤 영향을 미치는지 알아보고, 사이클링 운동 후의 효과와 비교해보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구대상은 뇌졸중환자 중 본 연구의 참여조건을 만족시키고, 실험에 동의한 2명으로 하였다. 본 연구는 보행 보조도구 없이 독립보행이 가능하고, 간이 정신상태 검사(Mini-Mental State Examination; MMSE) 25점 이상으로 치료사의 지시를 이해하고 따라할 수 있는 인지능력을 가진 환자(Folstein 등, 1975), 20분 이상 걸을 수 있는 환자, 발병 후 6개월이 지난 환자를 대상

으로 하였다. 대상자1은 49세의 남자로 우측 기저핵 출혈로 인한 좌측 편마비 환자이다. 유병기간은 6개월이며, 간이 정신상태 검사가 26점이었다. 대상자2는 49세의 남자로 우측 기저핵 경색으로 인한 좌측 편마비 환자로, 유병기간은 108개월, 간이 정신상태 검사 점수는 25점이었다.

2. 연구 설계 방법

본 연구는 단일 사례 연구 방법 중 기초선 과정을 포함한 교차연구설계를 사용하였다. 기초선 회기는 7회이며, 중재회기는 8회를 실시하였다. 각 대상자는 하루에 2번 오전, 오후로 나누어 중재를 하였으며, 감각운동 훈련과 사이클링 운동의 적용순서는 동전던지기를 이용하여 무작위로 정하였다. 치료 후 모든 평가는 치료 종료 후 1분간 휴식을 취한 후 측정하였다(Houglum, 2005).

3. 중재방법

1) 실험도구

감각운동 훈련에 사용된 실험도구는 공기가 들어 있는 균형훈련 도구인 Aerostep XL(TOGU, Germany)을 사용하였으며, 사이클링을 위한 장비는 Fit-Elite SE-1000(SNS care, Korea)을 이용하였다.

2) 중재방법

감각운동 훈련과 사이클링은 모두 정규 치료시간(물리치료 및 작업치료) 외에 추가로 20분씩 실시하였다. 두 치료를 시행하기 전 바로 누운 상태에서 환측 하지의 능동보조운동, 스트레칭, 교각운동과 같은 준비운동을 5분정도 시행하였다. 감각운동 훈련은 Page(2006)의 방법에 따라 신발을 벗은 상태에서 대상자의 능력에 맞게 1단계부터 3단계까지 점진적으로 실시하였다. 1단계는 배꼽을 안으로 약하게 잡아당기게 하여 가로배근(transversus abdominis)을 수축시키고 Aerostep XL위에서 있게 하였고, 중심을 잘 잡고 서 있으면 그 상태에서 무릎 구부리기(squat)를 추가로 실

시하였다. 2단계는 Aerostep XL위에 서서 추가적인 체간의 등척성 운동을 시키거나, 환자의 팔 길이를 벗어나는 거리로 추가적인 팔 뻗기 동작을 실시하였다. 3단계는 Aerostep XL위에서 앉은 자세에서 일어나기와 Aerostep XL을 블록위에 놓고 블록위에 올라가기를 실시하였다. 추가적인 강도를 높이기 원할 때는 환자의 눈을 감고 실시하였다. 사이클링운동은 능동운동으로 환자가 느낄 수 있는 최대강도에서 20분간 사이클링을 하게 하였다(Potempa 등, 1995).

4. 평가방법

1) 스텝(Step) 검사

대상자는 15cm 높이의 계단 앞에 두 발을 평행하게 서서 15초 동안 최대한 빠르게 건축 발을 계단 위에 올려놓았다가 다시 내리며, 완전하게 올랐다 내린 발만 횟수로 기록한다. 뇌졸중 환자에 있어서 이 검사의 급간내 상관계수(Intraclass Correlated Coefficients; ICC)값은 0.88이며, 이 검사의 점수는 신체적 기능 정도와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되었다(Hill 등, 1996).

2) Timed up and go(TUG) 검사

TUG검사는 기능적 움직임을 평가하기 위한 것으로, 의자에서 일어서서 3미터를 걸은 후 다시 돌아와 자리에 앉기까지 걸린 시간을 기록하는 것이다. 본 실험에서는 환측이나 건측 중 편한 쪽으로 반환점을 돌게 하였으나 실험이 끝날 때까지 계속 같은 방향으로만 돌게 하였다. TUG는 ICC값이 0.96으로 신뢰도가 높고, 보행의 개선 정도를 평가하는데 적합한 평가 도구로 보고되고 있다(Flansbjerg 등, 2005).

3) 6분 걷기 검사

6분 걷기 검사는 대개 30m 거리를 왕복으로 가능한 최대한 빠르게 6분 동안 걷게 하고 그 거리를 기록하며, 휴식이 필요하면 쉬게 해도 된다. 본 연구에서는 16m 복도를 왕복하게 하였다. 최근 다양한 연구에서 15m-50m 사이의 범위는 걷는 양이 크게 다르지 않다

고 한다(ATS, 2002). ICC값도 0.99로 신뢰도가 높은 측정방법이다(Flansbjerg 등, 2005).

5. 분석방법

매일 측정된 자료를 그래프로 표시하여 시각적인 분석(visual analysis)을 하였다. 시각적인 분석만으로는 신뢰성 있는 결론을 내리기에 부족한 면이 있으므로, 2배 표준편차영역대(2-standard deviation band) 방법을 사용하여 관찰하였다. 또한 중재 과정 중에 시행된 감각운동 훈련과 사이클링 운동 효과간의 유의성을 검정하기 위해 윌콕슨 부호순위검정(Wilcoxon rank sum test)을 실시하였으며 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

두 명의 대상자 모두 중재 후 모든 평가 항목들의 점수가 향상되었다. 대상자의 기초선 점수와 중재 후 점수 및 표준편차를 윌콕슨 부호순위검정과 함께 표 1에 제시하였다. 또 대상자의 검사별 변화 그래프를 그림 1에 제시하였다.

표 1. 감각운동 훈련과 사이클링 운동의 비교

	스텝검사	TUG 검사	6분 걷기 검사
대상자 ¹			
기초선	12.57(2.15) a	11.28(0.62)	349.03(35.50)
감각운동 훈련	18.38(0.74)	7.58(0.65)	472.30(31.78)
사이클링 운동	17.13(1.25)	7.89(0.58)	459.20(24.52)
z	-1.98*	-1.82	-.84
대상자 ²			
기초선	8.14(1.46)	12.78(0.82)	350.51(16.37)
감각운동 훈련	12.75(0.71)	10.31(0.85)	402.00(31.86)
사이클링 운동	12.38(0.92)	10.48(0.71)	374.40(20.6)
z	-1.13	-1.19	-2.1*

^a 평균(표준편차) *p < 0.05

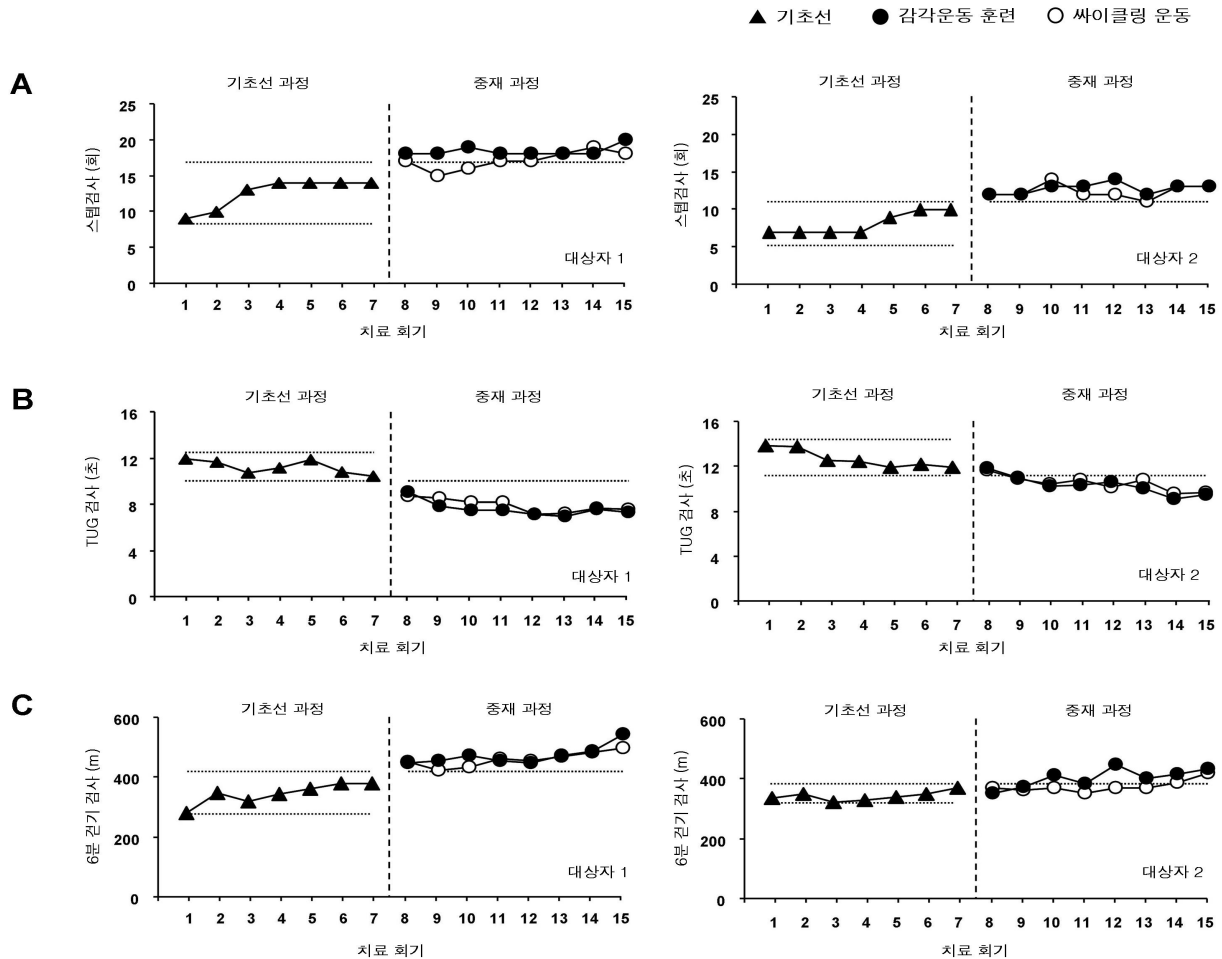


그림 1. 감각운동 훈련과 사이클링 운동의 비교. A) 스텝검사, B) TUG (timed up and go) 검사, C) 6분 걷기 검사

스텝검사 결과 대상자1의 기초선 평균 측정값은 12.6회이며, 감각운동 훈련 후는 17.9회, 사이클링 후 횡수는 16.7회로 각각 42.1%와 32.5%의 증가율을 보였다. 대상자2의 기초선 평균 측정값은 8.1회이며, 감각운동 훈련 후는 12.8회, 사이클링 후 횡수는 12.4회로 각각 58%와 53.1%의 증가율을 보였다. TUG검사 결과는 대상자1의 기초선 평균은 11.3초이며, 감각운동 훈련 후는 7.8초, 사이클링 후는 8.2초로 각각 31%와 27.4%의 감소율을 보였다. 대상자2의 기초선 평균은 12.8초이며, 감각운동 훈련 후는 10.3초, 사이클링 후는 10.5초로 각각 19.5%와 18%의 감소율을 보였다. 6분 걷기 검사 결과 대상자1의 기초선 평균은 349m이며, 감각운동 훈련 후는 461.7m, 사이클링 후는 449.6m로 각

각 32.3%와 28.8%의 증가율을 보였다. 대상자2의 기초선 평균은 363.6m이며, 감각운동 훈련 후는 402m, 사이클링 후는 374.4m로 각각 10.6%와 3%의 증가율을 보였다. 중재 과정동안에 적용된 감각운동 훈련과 사이클링 운동의 측정값을 비교한 결과 대상자1의 스텝검사와 대상자2의 6분 걷기 검사에서 감각운동 치료가 유의하게 더 많은 향상을 가져온 것으로 나타났다($p < 0.05$).

IV. 고찰

본 연구는 감각운동 훈련이 뇌졸중 환자의 동적균형 및 보행에 미치는 영향을 살펴보고, 사이클링을 이

용한 반복적인 하지 관절운동의 효과와 비교하고자 시행되었다. 두 가지 중재 효과를 비교하기 위해 사용한 평가방법인 스텝 검사는 뇌졸중 환자의 동적 균형 능력과 마비측 하지의 운동조절 능력을 측정할 수 있는 신뢰성 있고, 타당성 있는 평가도구로, 이 검사를 실시하기 위해서는 들어 올리는 다리는 적절한 근력과 협응력, 감각운동 조절이 필요하며, 체중을 지탱하고 있는 다리는 근력과 외측으로 체중을 이동하는 능력이 필요하다(Hill 등, 1996). 6분 걷기 검사는 임상적으로 보행 시 심혈관계의 지구력을 측정하는 간단하고 경제적인 방법으로서 주로 심폐질환이 있는 자들을 대상으로 쓰여져 왔으나, 뇌졸중 환자를 대상으로도 보편적으로 쓰여지고 있으며(Pohl 등, 2002), 특히 보행을 목표로 하는 치료의 전후비교에 민감한 측정 방법으로 알려져 있다(Liu 등, 2008).

본 연구에서 사용한 단일사례 연구는 환자 수행의 변화를 매일 측정하는 연구방법으로, 임상에서 여러 가지 중재들의 효과를 비교할 수 있는 유용한 방법이다(Zhan 등, 2001). 단일사례 연구는 임상에서 적용하기 쉽고, 환자 수행에 대한 지속적인 관찰을 할 수 있는 장점이 있어 개별화된 치료결과를 평가하는데 적합한 연구 설계이다. 단일사례 연구에서는 시각적 분석방법을 주로 사용한다. 그러나 시각적 분석방법은 평가자간 일치된 의견을 내기 어려운 면이 있어 부수적인 평가방법들이 사용되기도 한다. 본 연구에서 사용한 2배 표준편차영역대 방법은 2개 이상의 자료점이 표준편차 2배 연결선을 벗어나면 유의한 효과가 있다고 보는 방법이다(Ottenbacher, 1986).

본 연구에서 감각운동 훈련을 통해 대상자 1은 스텝검사에서는 42.1%, TUG는 31%, 6분 걷기 검사는 32.3%의 향상율을 보였고, 대상자2도 스텝검사 58%, TUG 19.5%, 6분 걷기 검사 10.6%의 향상율을 보여 두 대상자 모두 모든 평가항목에서 기초선보다 유의하게 증가된 점수를 보여주었다($p < 0.05$). Page(2006)는 감각운동 훈련은 하지 재활에 있어서 고유수용성 감각, 근력, 그리고 자세 안정성을 증가시켜준다고 하였다. Gruber 등(2004)은 감각운동 훈련은 고유수용성 감각 입력을 증가시켜 힘을 만들어내는 초기단계에서 운동

신경의 동원 빈도(firing frequency)를 증가시키고, 척수수준에서의 반사활동을 증가시켜 순간적인 힘을 생산하는 능력을 높여주어 기능적인 향상을 가져온다고 하였다. 본 연구에서 감각운동 훈련 후 기능이 향상된 것은 고유수용기에서 오는 감각정보가 신경계와 근육을 활성화시켜 근력을 향상시킨 결과로 볼 수 있을 것이다. 최근의 균형훈련 장비들은 대개 시청각적인 방법으로 균형훈련을 시키고 있다. 그러나 황병용(2004)은 뇌졸중 환자의 균형능력 저하는 체감각 및 근 긴장도 저하가 주된 원인이므로 시청각적인 방법이 바람직하지 않음을 지적하였다. 정상적인 조건에서 신경계는 시각이나 전정감각보다 체성감각에 더 큰 비중을 둔다(Shumway-Cook 등, 2001). 이러한 견해는 뇌졸중 환자의 균형훈련에는 고유수용성 감각을 주로 사용하는 감각운동 훈련을 사용해야 하는 이론적 근거가 될 수 있을 것이다.

사이클링 운동을 통해 대상자 1은 스텝검사에서 32.5%, TUG에서 27.4%, 6분 걷기 검사에서 28.8%의 향상율을 보였고, 대상자2는 스텝검사에서 53.1%, TUG에서 18%, 6분 걷기 검사에서 3%의 향상율을 보여 감각운동 훈련과 마찬가지로 모든 평가항목에서 기초선보다 유의하게 증가된 점수를 보여주었다($p < 0.05$). Lee 등(2008)은 사이클링은 유산소 운동의 하나로, 유산소 운동은 심호흡계의 강화와 뇌졸중 환자의 협응력 강화를 위해 쓰여 진다고 하였다. Potempa 등(1995)도 편마비 환자의 낮은 지구력이 움직임의 에너지 소비를 높여 낮은 재활의 효과를 가져옴으로 유산소 운동 능력의 증가는 감각운동 능력의 증가와 밀접한 관련이 있다고 하였다. 사이클링 운동은 근력증가와 운동능력 향상에도 긍정적인 효과가 있는 것으로 보고되었다(Katz-Leurer 등, 2006).

감각운동 훈련과 사이클링 운동의 비교에서는 감각운동 훈련이 사이클링운동보다는 좀 더 긍정적인 효과를 갖는 것으로 보인다. 표준편차영역대 관찰에서 대상자 1과 대상자 2에서 모두 표준편차 2배선을 벗어난 자료점이 사이클링 운동보다 감각운동 훈련에서 더 많았다. 월콕슨 부호순위검정에서도 대상자 1의 스텝검사와 대상자2의 6분 걷기 검사에서 감각운동 훈

련이 사이클링 운동보다 더 유의하게 향상되었다 ($p<0.05$). 그러나 근력강화 운동은 기계적인 효율성을 증가시키는 반면 감각운동 훈련은 중추신경계로 들어가는 감각입력을 변화시키므로 각각의 운동방법은 다른 특정한 임상결과를 초래할 수 있다(Bruhn 등, 2004). 따라서 두 운동의 특성을 반영하는 평가방법을 이용한 후속 연구가 필요하다고 생각된다.

본 연구에서 사용된 개별사례 연구 설계는 많은 사람을 대상으로 장기간의 효과를 보는 것이 아니라 어떤 중재에 대한 한 환자의 초기반응을 체계적으로 연구할 수 있는 실험방법이라는데 중요한 의의가 있다 (Portney 등, 2000). 그러나 적은 인원수를 가지고 실험을 하였기에 본 연구의 결과를 모든 뇌졸중 환자에게 일반화시키기 어려운 제한점이 있다. 또한 본 연구에서 시행된 두 치료 방법이 서로 다른 기전에 의해 설명될 수 있기 때문에 본 연구를 통해 두 치료 방법의 효과를 직접적으로 비교하여 판단하는 것에는 다소 무리가 따를 수 있다. 그러므로 감각운동 훈련의 임상효과를 분명히 밝혀내기 위해서는 보다 더 많은 환자가 참여하는 연구가 필요하리라 생각된다. 또한 감각운동 훈련은 균형과 보행능력 향상에 긍정적인 효과를 보이므로 뇌졸중 환자의 운동치료에 적극 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중 환자 2명을 대상으로 15회에 걸쳐 불안정한 바닥을 이용한 감각운동 훈련이 뇌졸중 환자의 동적 균형과 보행에 어떤 영향을 미치는지 알아보고, 그 효과를 사이클링을 이용한 반복적인 관절 운동 효과와 비교해보고자 하였다. 단일사례연구 중교차연구설계로 실험하고, 2배 표준편차영역대 관찰과 윌콕슨 부호순위검정을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 감각운동 훈련과 사이클링 운동은 뇌졸중 환자의 동적균형 및 보행능력 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보인다.

- 2) 감각운동 훈련과 사이클링 운동의 비교에서는 감각운동 훈련이 보다 많은 동적균형 및 보행능력의 향상을 보였다.

이러한 결과는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 치료하는데 있어서 감각운동 훈련의 임상적인 이점을 보여주는 것으로, 향후 연구에 대한 기본적인 지식을 제공해준다. 향후 이와 관련된 연구들이 지속적으로 이어져야 할 것이다.

참고문헌

- 통계청. 디지털간행물. 2008 고령자통계. 2008; 9.
- 황병용. 고유수용성 조절이 만성 편마비 환자의 균형에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 2004; 11: 69-74.
- American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166: 111-17.
- Bruhn S, Kullmann N, Gollhofer A. The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. Int J Sports Med 2004; 25: 56-60.
- Dickstein R, Dunsky A, Marcovitz E. Motor imagery for gait rehabilitation in post-stroke hemiparesis. Physical therapy 2004; 84(12): 1167-77.
- Flansbjerg UB, Holmback AM, Downham D, Patten C, Lexell J. Reliability of gait performance tests in men and woman with hemiparesis after stroke. J Rehabil Med 2005; 37: 75-82.
- Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. 'Mini-mental state': a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res 1975; 12: 189-98.
- Gerrits KH, Beltman MJ, Koppe PA, Konijnenbelt H, Elich PD, Haan A, et al. Isometric Muscle Function of Knee Extensors and the Relation

- With Functional Performance in Patients With Stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90: 480-7.
- Geurts ACH, Haart MD, Nes IJWV, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & posture* 2005; 22: 267-81.
- Gillen G, Burkhardt A. *Stroke rehabilitation a functional-based approach*. 2nd ed. Mosby; 2004. p.145-7.
- Gok H, Geler-Kulcu D, Alptekin N, Dincer G. Efficacy of treatment with a kinaesthetic ability training device on balance and mobility after stroke: a randomized controlled study. *Clinical rehabilitation* 2008; 22: 922-30.
- Gruber M, Gollhofer A. Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *Eur J Appl Physiol* 2004; 92: 98-105.
- Hill KD, Bernhardt J, McGann AM, Maltese D, Berkovits D. A new test of dynamic standing balance for stroke patients: reliability, validity and comparison with healthy elderly. *Physiother Can* 1996; 48: 257-62.
- Houglum PA. *Therapeutic exercise for musculoskeletal injuries*. 2nd ed. Human kinetics; 2005. p.282, 426-453
- Huber FE, Wells CL. *Therapeutic exercise treatment planning for progression*. 1st ed. Saunders; 2006. p.145-156
- Katz-Leurer M, Sender I, Keren O, Dvir Z. The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. results of a preliminary trial. *Clinical rehabilitation* 2006; 20: 398-405.
- Liu J, Drutz C, Kumar R, McVicar L, Weinberger R, Brooks D, Salbach NM. Use of the six-minute walk test poststroke: is there a practice effect? *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 1686-92.
- Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF, Zeman B, Lord SR, Raymond J et al. Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on walking ability after stroke: a randomized sham exercise-controlled study. *JAGS* 2008; 56: 976-85.
- Manning CD, Pomeroy VM. Effectiveness of treadmill retraining on gait of hemiparetic stroke patients. *Physiotherapy* 2003; 89(6): 337-49.
- Montgomery PC, Connolly BH. *Clinical applications for motor control*. 2nd ed. Slack; 2002. p.277-8.
- Moreland JD, Thomson MA, Fuoco AR. Electromyographic biofeedback to improve lower extremity function after stroke: a meta-analysis. *Arch phys Med Rehabil* 1998; 79: 134-40.
- Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollack A. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Stroke* 2003; 34: 3006.
- O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, Gadsdon K, Logiudice TJ, Miller D, et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine* 2003; 28: 1074-79.
- Ottensbacher KJ. *Evaluating Clinical Change: Strategies for Occupational and Physical Therapists*. 1st ed. Williams & Wilkins; 1986. p.117-9.
- Page P. Sensorimotor training: a "global" approach for balance training. *Journal of bodywork and movement therapies* 2006; 10: 77-84.
- Pohl PS, Duncan PW, Perera S, Liu W, Lai SM, Studenski S, Long J. Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *J Rehabil Res Dev* 2002; 39: 1-6.
- Pollock A, Baer G, Pomeroy V, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Physiotherapy* 2003; 89(6): 336.
- Portney L, Watkins M. *Foundations of clinical research: Applications to practice*. 2nd ed. Prentice Hall, upper saddle river; 2000.
- Potempa K, Lopez M, Braun LT, Szidon JP, Fogg L,
-

- Tincknell T. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke* 1995; 26: 101-105.
- Robbins SM, Houghton PE, Woodbury MG, Brown JL. The therapeutic effect of functional and transcutaneous electric stimulation on improving gait speed in stroke patients: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 853-9.
- Sackley CM. Visual feedback after stroke with the balance performance monitor: two single-case studies. *Clinical rehabilitation* 1993; 7(3): 189-195.
- Schauer M, Mauritz KH. Musical motor feedback in walking hemiplegic stroke patients: randomized trials of gait improvement. *Clinical rehabilitation* 2003; 17: 713-22.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control theory and practical applications. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.183-185
- Taube W, Gruber M, Gollhofer A. Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta Physiol* 2008; 193: 101-16.
- Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of neurological science* 1997; 151: 207-12.
- Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait & posture* 2008; 28: 201-6.
- Yelnik AP, Breton FL, Colle FM, Bonan IV, Hugerot C, Egal V, Lebomin E, Regnaud JP, Perennou D, Vicaut E. Rehabilitation of balance after stroke with multisensorial training: a single-blind randomized controlled study. *Neurorehabilitation and neural repair* 2008; 22(5): 468-76.
- Zhan S, Ottenbacher KJ. Single subject research designs for disability research. *Disability and rehabilitation* 2001; 23(1): 1-8.