

닫힌사슬운동과 열린사슬운동이 초기 뇌졸중환자의 무릎신전근 근력과 균형에 미치는 영향

권오국 · 신원섭[†]

대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과, ¹대전대학교 자연과학대학 물리치료학과

Effects of Closed and Open Kinetic Chain Exercises on Knee Extensor Strength and Balance in Patients with Early Stroke

O-Kook Kwon, PT, MSc, Won-Seob Shin, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University

¹Department of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

Received: March 30, 2014 / Revised: May 19, 2014 / Accepted: May 21, 2014

© 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |¹

PURPOSE: The aim of this study was to investigate the effect of closed and open kinetic exercises on knee extensor strength and balance in patients with early stroke.

METHODS: Thirty patients with early stroke participated in the study. Participants were randomly assigned to three groups: an open kinetic chain (OKC) exercise group (n=10), a closed kinetic chain (CKC) exercise group (n=10), and a control group (n=10). All participants received conventional physical therapy for 30 minutes. In addition, the two experimental groups (OKC and CKC) participated in a 30-minute knee strengthening training program. Training for the experimental groups was carried out three times a week for four weeks. Outcomes such as knee extensor strength and

balance ability (Tetrax, Functional Reaching Test, Timed Up and Go Test) were measured before and after training.

RESULTS: There were significant differences in knee extensor strength and balance ability between the pre- and post- treatment of all groups ($p < .05$). The improvement of knee extensor strength was significantly higher in the OKC group than in the other groups ($p < .05$), and the improvement of dynamic balance was significantly higher in the CKC group than in the other groups ($p < .05$).

CONCLUSION: These results showed that both open and closed kinetic chain exercises are effective in the improvement of knee extensor strength and balance ability. This study suggests that open and closed kinetic exercise training is an effective training for strength and balance in patients with early stroke.

Key Words: Closed kinetic chain, Open kinetic chain, Early stroke, Strength, Balance

[†]Corresponding Author : shinws@dju.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

뇌졸중은 출혈 또는 경색으로 갑작스러운 사망이나 뇌의 기능 소실이 일어나는 임상 증상을 말하며, 생존 시에는 운동기능의 소실, 시각 및 지각의 결손, 감각의 이상, 인지 및 언어장애, 연하곤란, 혼수상태 등 다양하고 심각한 신경학적인 장애를 일으키게 된다(Braun 등, 2007). 특히 뇌졸중 이후 환자의 하지 근력 약화는 가장 흔한 증상 중에 하나로(Canning 등, 2004), 여러 환자에서 집중적인 물리치료를 받았음에도 불구하고 문제가 되고 있으며(Bohannon, 2007), 어떠한 보조 없이 의자에서 일어서기와 같은 일상생활 동작 수행에 있어서 어려움 초래한다(Lomaglio과 Eng, 2005).

이러한 뇌졸중 환자는 동일한 나이의 정상인에 비해 선 자세에서의 자세동요(postural sway)가 두 배 가까이 커지며, 안정성 한계(Limit of stability) 또한 감소하게 된다(Liepert 등, 2000). 이는 정상인에 비해 매우 큰 범위의 자세동요와 비 마비측 하지에 집중된 체중지지 경향을 보이며, 이러한 체중지지 자세에서 균형을 잃지 않고 신체 중심을 이동할 수 있는 안정성의 범위가 감소되어 결과적으로 낙상의 위험에 노출되어진다(Tyson과 DeSouza, 2004). 이와 같은 뇌졸중의 물리치료는 발생 이후 초기에 실시하는 집중적인 치료가 보행 및 균형, 독립적인 일상생활 동작 수행능력을 회복하는데 도움이 된다(Lee 등, 2012).

뇌졸중 환자의 신경학적인 회복은 발병 직후 2주 내에 가장 빨리 일어나며 특히, 기능적인 회복은 발병 후 처음 3개월 이내에 주로 이루어진다(Wade 등, 1985). 뇌졸중은 발병 직후부터 6개월 이전까지의 기간에 시행하는 물리치료적인 접근은 기능회복과 신체적 수준을 향상시키며, 이 시기에 적극적인 물리치료는 장기적으로 뇌졸중 환자의 기능적 독립에 많은 도움이 된다(Lee 등, 2012). 이러한 뇌졸중 환자의 물리치료에 있어 하지의 근력증진의 증대는 뇌졸중 환자들에게 보행 시의 균형 및 보행 속도, 보행거리를 향상시키는 것에 효과적인 방법이라 하였다(Salbach 등, 2004). 뇌졸중 환자들의 기능회복을 극대화하고 삶의 질을 향상시키기 위해 하지 근력 강화는 필수적이며(Ada 등, 2006), 뇌졸중

환자의 보행, 일어서기 그리고 균형에 있어서 하지 근력에 관한 연구는 계속되어 왔다(Flansbjerg 등, 2006). 이러한 하지 근력강화 방법으로 등속성 기구, 탄력밴드, 부하 자전거타기, 공압식 저항운동기구 등을 이용한 방법 등이 있으며, 저항의 정도에 따라 고강도, 저강도 저항운동 및 점진적 저항운동 방법이 있다(Lee, 2011). 또한 저항운동의 방법에 따라 운동학적인 분류로 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동으로 나눌 수 있다.

닫힌 사슬운동은 사지의 원위부가 고정되어 있는 상태에서 근위부와 원위부에서 저항을 동시에 적용할 때 일어나는 운동을 말하며, 열린 사슬운동은 사지의 원위부에서 자유롭게 움직이고 근위부에서는 고정된 상태에서 운동을 시행하는 방법을 말한다(Karandikar과 Vargas, 2011). 닫힌, 열린 사슬운동의 효과차이를 알아보고자 여러 선행 연구들이 이루어졌는데, 정상성인을 대상으로 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동을 실시하여 슬관절의 각도에 따른 내측광근과 외측광근의 근활성도를 비교하였고(Han, 2004), 슬관절 십자인대 재건술 시행 후 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동을 적용하여 고유수용성 감각의 정도, 굴곡근과 신전근의 근력을 비교한 실험들이 이루어졌었다(Kwon과 Lee, 2005). 또한 정상 여성을 대상으로 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동을 적용하여 하지 근력과 점프력을 비교하였으며(Blackburn과 Morrissey, 1998), 편마비 환자를 대상으로 적용하여 균형능력의 차이 변화를 비교하였다(Ouellette 등, 2004; Kim 등, 2009).

하지만 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동을 시행한 선행연구에서는 연구의 대상자가 정형외과적 문제의 환자들이나 정상인들로 제한적이었으며, 뇌졸중 환자를 대상으로 시행한 연구에서는 주로 만성기 뇌졸중 환자를 대상으로 하는 연구가 대부분이었다. 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동의 장점에 대해서는 선행연구들에 의해 연구되어지고 있지만, 초기 뇌졸중 환자의 물리치료에 있어 닫힌, 열린 사슬운동을 적용한 연구는 부족한 실정이다. 또한 정상인들이나 만성기 뇌졸중 환자들과는 다르게 초기 뇌졸중 환자들은 운동조절 능력이 부족하기에 발병 초기부터 시행되는 근 기능 훈련이 필요하다. 이에 본 연구에서는 닫힌 사슬운동과 열

린 사슬운동으로 구분하여 각각의 운동방법이 초기 뇌졸중 환자의 하지 근력 변화와 균형 능력에 어떠한 영향을 미치는지를 확인하고, 초기 뇌졸중 환자의 임상적인 증재에 있어 더욱 효과적인 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 전북 익산 소재 W 병원에 입원하여 물리치료를 받고 있는 환자 중 연구에 참여하기로 동의하고 연구 조건을 충족할 수 있는 편마비 환자 30명을 대상으로 하였다. 연구에 참여한 대상자 중 뇌경색, 뇌출혈로 인하여 편마비가 된 환자로 발병기간이 3개월 미만인 심장 질환이나 내과적 문제를 보유하지 않고 골반 및 하지에 정형의 과적 질환이 없는 자를 선정기준으로 하였다. 제외 기준은 뇌졸중이 재발한 자, 마비측 하지의 경직등급 MAS(modified ashworth scale)가 G2 등급 이상인 자, 도수 근력 검사에서 하지의 근력이 전반적으로 Fair 등급 이하인 자, MMES-K (Mini-Mental State Examination-Korea)검사의 점수가 24점 이하인 자로 하였다.

증재에 앞서 연구대상자에게 증재방법 및 과정에 대해 설명하였으며, 본 연구에 참여하는 것을 동의한 사람들만 증재에 참여하도록 하였다. 연구대상자의 모집과 증재절차는 대전대학교 기관생명윤리위원회의 심의를 받고 진행되었다.

2. 실험방법

본 연구에 참여하기로 동의한 환자들을 대상으로 제비뽑기를 통해 다음과 같이 세 군으로 무작위 배정하여 실시하였다. 연구 대상자들은 닫힌 사슬(Closed Kinetic Chain, CKC)운동군 10명, 열린 사슬(Open Kinetic Chain, OKC)운동군 10명, 기존의 일반적 물리치료만을 적용하는 대조군(Control group) 10명을 대상으로 실시하였다. 세 군 모두 일반적 물리치료를 적용하였고, CKC 운동군과 OKC 운동군은 30분씩 주 3회, 4주 동안 추가로 운동을 시행하였다.

일반적 물리치료는 기능적 전기자극치료와 중추신경

계 발달치료를 30분간 적용하였다. CKC 운동군은 레일 시스템이 부착된 경사침대(Conble LS, Kwang-won, Korea)위에 바로 누워, 무릎의 각도가 90°가 되도록 구부린 상태에서 발판의 끝부분에는 저항의 요소로 작용될 이동식 활차운동기를 연결하여 마비된 하지만으로 무릎 관절의 신전시키는 운동을 실시하였다. OKC 운동군은 무릎신전운동기구(MF-105 leg extension, CURL, Finland)를 이용하여 무릎의 각도가 90°가 되도록 구부린 자세에서 무릎을 신전시키는 운동을 실시하였다. 두 실험군은 점진적 저항운동 프로그램으로 준비운동, 본 운동, 정리운동으로 구성하였으며, 준비운동과 정리운동은 1RM의 25%의 힘으로 5분간 반복하여 실시하도록 하였다. 본 운동은 Holten의 연구를 근거로 하여 운동반복횟수를 계산하여 1RM의 70%의 힘으로 1set 당 8-10번 반복하여, 총 3set 시행하며 set간 휴식은 30초로 하였다. 운동은 대상자의 근력이 향상됨에 따라 하지에 적용할 부하를 점차 증가시켰다. 만약 운동 시 통증이나 불편함을 호소할 경우에는 휴식을 허용하였다(Ouellette 등, 2004).

3. 측정도구

1) 근력측정

무릎 신전근의 근력을 측정하기 위하여 BTE-Primus(BTE technology, USA)을 사용하였다. 이 장비는 대상자들의 재활을 위해 사용되는 전자기계 장치로 일상생활 동작과 대부분의 직업에서 요구되는 기본적인 움직임을 자극하도록 고안된 장비이다. 이 장비는 환자의 관절 가동범위, 근력, 지구력, 일상생활동작, 실제작업과 관련된 과제 등을 평가하고 치료하는 장비이다. 이 장비는 검사 재검사(test-retest)방법에서 신뢰도($r=0.97$) 및 타당도($r=0.96$)가 높은 것으로 입증되었다(Shechtman 등, 2003).

2) 정적 균형능력 검사

정적인 균형능력을 측정하기 위하여 Tetrax (Sunlight Medical Ltd., Tel Aviv, Israel)을 사용하였다. 이 장비는 균형능력의 평가와 훈련치료를 동시에 할 수 있는 시스템으로 독립적인 4개 영역의 측정방식을 채택(좌, 우측

발가락부분과 뒤꿈치부분)하고 있으며, 낙상위험도를 예측할 수 있는 장비이다. 낙상위험도는 자세 안정성만으로 측정되는 것이 아니라 자세의 흔들림, 체중분포, 동시화(Synchronization)등의 자세조절 요소들이 포함된다. 낙상위험도 점수는 0점에서 100점 사이에 분포되며 점수가 높을수록 낙상 발생률이 증가한다. 낙상위험도의 민감도와 특이도는 각각 $r=.76$, $r=.60$ 이며, 검사자내 신뢰도는 $r=.88$ 이다(Sim, 2011).

3) 동적 균형능력 검사

(1) 기능적 팔 뻗기 검사(Functional reach test, FRT)

FRT는 평가-재평가 신뢰도와 측정자간 신뢰도가 각각 $r=.89$, $r=.98$ 로 높은 수준이며, 안정성의 한계를 평가하기 위해 만들어졌다. 우선 줄자를 대상자의 견봉 높이에 지면과 평행하게 하여 벽에 붙였다. 대상자의 건 측 어깨가 벽을 향하도록 하여 일직선 위치에서 양 발을 어깨너비로 벌리고 편히 서게 한 다음, 주먹을 쥐 상태에서 건 측 팔꿈치 관절을 펴고 어깨관절을 90°로 올려 견봉과 줄자의 0cm 지점이 일치하도록 하였다. 어깨가 벽에 닿거나 전방으로 몸을 기울이는 동안 팔이 벽에 닿지 않도록 어깨와 벽과는 5cm 간격을 두었다. 대상자가 팔을 뻗어 지면과 평행한 상태에서 세 번째 중수골 원위부의 위치와 처음 위치에서의 거리를 cm 단위로 측정하였다. 총 3회 반복하여 평균값을 구하였다(Duncan 등, 1992).

(2) 일어나 걸어가기 검사(Time up and go test, TUG)

TUG는 기능적 가동성의 검사로, 간단하면서도 빨리 수행할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이 검사는 하나의 항목으로 되어 있으며, 의자에서 일어나기, 3m 걸어가기, 돌기, 걸어 돌아오기, 의자에 앉기의 순으로 진행하

여 이 동작을 수행하는 동안에 소요된 시간을 기록한다. 이 검사의 측정자 내 신뢰도는 뇌졸중을 포함한 일반 노인에게서 0.99이고, 측정자간 신뢰도는 0.99로 매우 높은 신뢰도를 보이는 것으로 보고되었다. 총 3회 반복하여 평균값을 구하였다. 주의사항으로 앉은 상태에서 일어날 때 균형감각을 잃고 넘어지지 않도록 하였다(Podsiadlo과 Richardson, 1991).

4. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 18.0 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 연구 대상자들의 일반적 특성에서 나이, 키, 몸무게, 발병기간의 차이를 비교하기 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 시행하였고, 성별과 마비부위의 차이를 비교하기 위하여 교차분석을 이용하여 제시하였다. 각 항목의 측정 자료는 평균과 표준편차로 표시하였다. 각각의 중재 결과에서 각 군의 전·후를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 시행하였고, 군 간의 변화량을 비교하기 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)를 사용하였으며, 사후검정으로는 Scheffe를 사용하였다. 통계학적 검정을 위한 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구대상자 선정기준에 일치한 30명은 무작위로 배정되어, CKC운동군 10명, OKC운동군 10명, 일반적인 물리치료군 10명으로 세 구간 나이, 키, 체중, 발병기간, 성별, 마비부위에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of participants

	CKC Group ^a (n=10)	OKC Group ^b (n=10)	Control Group (n=10)	X ² /F
Age (years)	58.90±12.41 ^c	58.00±8.50	62.40±9.34	.60
Height (cm)	167.30±8.92	166.00±8.12	165.60±6.92	.89
Weight (kg)	64.60±6.38	64.40±4.58	63.90±3.32	.95
Time since onset (day)	28.20±18.10	27.40±17.12	32.60±18.83	.79
Sex (Male/Female)	6/4	5/5	6/4	.27
Hemiplegic Side (Rt./Lt.)	7/3	5/5	4/6	1.88

Note: ^aClosed kinetic chain exercise, ^bOpen kinetic chain exercise, ^cMean±SD

Table 2. Comparison of knee extensor strength between groups

	CKC Group ^a (n=10)	OKC Group ^b (n=10)	Control Group (n=10)	F
Pre	215.79±82.60 ^C	194.40±50.96	168.99±35.63	1.54
Post	339.50±117.96	335.21±100.71	262.46±40.52	2.19*
t	-7.06*	-6.58*	-13.47*	
Change	123.71±55.39 [†] *	194.40±50.96 [†]	93.47±21.94	13.10*

Note: ^aClosed kinetic chain exercise, ^bOpen kinetic chain exercise, ^CMean±SD.

*p<.05.

[†] Significant difference compared with control group(p<.05).

[‡] Significant difference compared with OKC group(p<.05).

2. 근력에 대한 효과

근력에 대한 효과를 알아보기 위해, 등속성 측정 장비인 BTE-Primus (BTE technology, USA)을 사용하여 무릎 신전근의 등척성 최대수축을 3초간 총 3회 측정하여 평균값을 사용하였다. 중재 후 무릎 신전근의 근력 변화는 세 군에서 모두 유의한 증가 있었다(p<.05). 세 군의 그룹 간의 중재 전, 후의 변화량 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고(p<.05), 사후검정을 통한 군 간의 차이에서는 OKC군이 CKC군과 대조군 보다 통계학적으로 유의한 변화를 보였다(p<.05)(Table 2).

3. 균형에 대한 효과

균형능력에 대한 효과를 알아보기 위해 정적균형능력과 동적균형능력으로 구분지어 검사를 실시하였다.

1) 정적 균형능력에 대한 효과

정적 균형능력에 대한 효과를 알아보기 위해 Tetrax

(Sunlight Medical Ltd., Tel Aviv, Israel)을 사용하여 낙상 위험도 점수를 평가하였다. 세 군 모두에서 중재 후 정적 균형능력의 변화가 통계학적으로 유의한 증가 있었다(p<.05). 그룹 간 중재 전, 후의 변화량 비교에서는 유의한 변화가 없었다(p>.05)(Table 3).

2) 동적 균형능력에 대한 효과

동적 균형능력에 대한 효과를 알아보기 위해 TUG와 FRT 검사를 실시하였다. 세 군 모두에서 중재 후 TUG와 FRT의 동적 균형능력이 통계학적으로 유의한 변화 있었다(p<.05). 그룹 간 중재 전, 후의 변화량 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고(p<.05), 사후검정을 통한 군 간의 차이에서는 CKC군이 OKC군과 대조군 보다 통계학적으로 유의한 변화를 보였다(P<.05)(Table 4).

Table 3. Comparison of static balance ability between groups

	CKC Group ^a (n=10)	OKC Group ^b (n=10)	Control Group (n=10)	F
Pre	97.30±3.43 ^C	93.90±7.11	98.10±3.14	2.07
Post	63.30±23.11	67.60±15.62	81.00±8.68	3.00
t	5.09*	5.87*	6.71*	
Change	-34.00±21.12	-26.30±14.17	-17.10±8.06	3.02

Note: ^aClosed kinetic chain exercise, ^bOpen kinetic chain exercise, ^CMean±SD.

*p<.05.

Table 4. Comparison of dynamic balance ability between groups

		CKC Group ^a (n=10)	OKC Group ^b (n=10)	Control Group (n=10)	F
TUG	Pre	37.96±2.64 ^C	38.96±6.85	38.90±3.49	.14
	Post	12.92±3.95	18.70±6.97	25.33±6.35	11.08*
	t	27.91*	14.46*	7.67*	
	Change	-25.04±2.84 ^{†*}	-20.26±4.43 [†]	-13.57±5.59	16.89*
FRT	Pre	21.34±2.88	21.14±2.71	20.41±1.29	.42
	Post	28.05±2.94	27.08±2.24	24.96±2.00	4.24*
	t	-13.69*	-9.42*	-9.76*	
	Change	6.71±1.55 ^{†*}	5.94±1.99 [†]	4.55±1.47	4.20*

Note: ^aClosed kinetic chain exercise, ^bOpen kinetic chain exercise, ^CMean±SD.

TUG: Time up and go test, FRT: Functional reaching test.

*p<.05.

[†] Significant difference compared with control group(p<.05).

[‡] Significant difference compared with OKC group(p<.05).

IV. 고찰

재활영역에 있어서 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동의 개념의 유래는 독일에서부터 시작되어, 1955년 Steindler의 “Kinegiology of the Human Body”라는 책으로 알려지게 되었다(Karandikar과 Vargas, 2011). 닫힌 사슬운동은 근육의 동시수축으로 원심성 수축이 일어나며, 관절의 압력변화에 반응하여 고유수용성 감각을 촉진시키고, 관절의 안정성에 많은 기여를 하는 운동이다(Iwasaki 등, 2006). 열린 사슬운동은 구심성 수축이 우세하게 일어나며, 견인력과 회전력을 발생시켜 관절 가동범위가 제한되어 있는 환자의 근력강화에 유용한 운동방법이다. 이러한 닫힌, 열린 사슬운동은 근력과 균형조절 능력을 향상시키는 운동방법이라 하였다(Kwon 등, 2009). 이에 본 연구에서는 닫힌, 열린 사슬운동의 적용이 초기 뇌졸중 환자의 무릎 신전근의 근력과 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 하지의 근육 중 무릎 신전근의 근력 강화훈련에 대한 실험을 진행하였다. 뇌졸중 환자의 하지 근력강화 훈련의 효과에 대한 연구는 지속되어 왔고, 그 중에서 무릎 신전근의 강화 훈련도 선행 연구

들에서 주요하게 다루어졌다(Clark 등, 2006; Flansbjerg 등, 2006). 무릎 신전근의 근력은 선 자세에서 동적 안정성에 중요하다는 근거가 제시되고 있으며, 무릎 신전근의 근력강화운동을 강조하였다(Moxley Scarborough 등, 1999). 이에 본 연구는 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동으로 무릎 신전근의 대한 중재를 적용한 결과, 세 군 모두에서 무릎 신전근의 근력 수준이 통계학적으로 유의한 향상을 보였다. 특히, OKC군의 경우에 세 군중 중재 전, 후 근력 수준의 변화에서 가장 큰 변화를 보여 열린 사슬운동의 중재 후 효과를 보여주었다. 이러한 결과는 Tagesson 등(2008)의 전십자인대 손상 환자를 대상으로 열린, 닫힌 사슬운동의 중재 후 연구결과에서 열린 사슬운동이 닫힌 사슬운동보다 대퇴 사두근의 근력향상 효과적이라는 결과와 일치한다. 또한, Cho와 Jung(2001)의 정상성인 남자 17명을 대상으로 등장성 운동을 통한 열린, 닫힌 사슬운동의 근 활성화도 변화를 분석한 연구에서 열린 사슬운동군의 근 활성화도가 현저하게 증가하였다는 보고와 일치함을 보여준다. 이는 닫힌 사슬운동의 경우에 하나의 근육 군의 활성이 아닌 복합적인 근육군의 활성이 일어나지만, 열린 사슬운동의 경우에는 선택적으로 무릎을 신전시키는 동작에 있어 움직임의 조절을 위한 슬괵근의 활성이 크게 참여

하지 않고 무릎의 신전근만의 활성화로 대부분의 동작을 수행하기 때문에 근력 수준의 향상의 변화가 더 크게 나타난 것이라 생각한다(Karandikar과 Vargas, 2011). 하지만 대조적으로 Augustsson 등(1998)의 연구에서 정상 성인 남성 24명을 대상으로 대퇴부의 닫힌사슬 운동과 열린 사슬운동을 적용한 결과, 열린 사슬운동보다 닫힌 사슬운동에서 더 큰 근력향상을 보여 본 연구와 반대되는 결과를 보였다. 이러한 연구결과의 차이는 연구에 참여한 대상자의 구조적, 생리학적인 차이로 생각되어지며 또한, 중재 방법에 있어 본 연구와는 다르게 많은 양의 부하를 통해 중재가 이루어진 차이가 이러한 연구결과와 차이를 나타낸 것 같다 사료된다.

뇌졸중 환자의 치료에 있어서 가장 중요한 목표 중 하나로 균형능력의 회복을 생각 할 수 있다(Choi, 2009). 이러한 균형은 똑바른 자세로 기저면 위에 중력중심을 유지하고, 움직이는 동안 넘어지지 않고 자세를 조절하는 능력을 말한다. 균형은 정적 균형과 동적 균형으로 구분 지을 수 있는데 정적 균형능력은 고정된 지지면 위에 흔들림 없이 서 있을 수 있는 능력을 말하며, 동적 균형은 기저면의 움직임 및 외부로부터의 자극이 주어졌을 경우나 스스로 움직임을 수행할 때의 균형을 의미한다(de Haart 등, 2004). 본 연구결과에 있어 정적 균형의 변화는 각각의 군에서 중재 후 운동의 유의한 효과를 보였지만 세 군간 중재 전, 후의 변화 비교에서는 유의하지 않았다($p=0.66$). TUG와 FRT의 동적 균형에서 중재 전, 후 각각의 군에 유의한 변화를 보였다. 특히, CKC군과 OKC군이 대조군에 비해 유의한 변화를 보였으며, 세 군중에 CKC군 경우에는 다른 두 군과의 중재 후 변화 비교에서 가장 크게 나타났다. 이러한 결과는 Kwon 등(2013)의 연구에서 정상성인을 대상으로 열린, 닫힌 운동을 6주간 적용한 후 열린 사슬운동보다 닫힌 사슬운동이 동적 균형능력 향상에 효과적이라는 결과와 일치함을 보여준다. 이처럼 닫힌 사슬운동의 중재 후 운동의 효과가 두드러지는 것은 열린 사슬운동과 다르게 여러 근육의 협력 수축이 이루어지며, 복합적인 근육의 작용으로 관절의 안정성을 형성하기 때문이다(Heller과 Pincivero, 2003).

본 연구의 결과에서 초기 뇌졸중 환자에게 닫힌, 열

린 사슬운동의 효과적인 측면을 확인할 수 있었다. 대조군의 근력과 균형능력의 향상은 뇌졸중 환자의 발병 후 초기 3개월 까지 시간이 경과함에 따라 자발적인 기능회복과 일반적인 물리치료의 효과로 볼 수 있다(Carson, 2005). 특히, 초기 뇌졸중 환자들에게 관찰되어지는 근위축 양상을 조기부터 최소화함으로써 근력과 균형능력의 향상을 효과적으로 이루어 낼 수 있다. 닫힌, 열린 사슬운동의 방법은 정상인이나 근골격계적인 문제를 가진 환자, 만성 뇌졸중 환자와 초기 뇌졸중 환자들에게도 근력증진 및 균형능력의 향상에 효과적인 운동방법으로 소개되고 있다. 본 연구의 결과를 통해 초기 뇌졸중 환자의 하지근력 강화에 효과적인 임상적 중재방법으로 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동을 고려할만하다고 제시한다.

본 연구와 같이 적은 대상자의 수와 단기간의 중재로 연구결과를 초기 뇌졸중환자들에 대해 보편화시키는 제한적이다. 또한 연구의 중재에 사용되었던 닫힌, 열린 사슬운동의 장비로 동일하게 보편화하여 적용하는 것은 제한적일 수 있다. 하지만 닫힌, 열린 사슬운동의 개념을 이해하고 대상자에 알맞은 중재를 적용한다면 운동의 효과를 얻을 수 있을 것이다. 앞으로의 연구에서는 초기 뇌졸중환자에게 다양한 중재방법의 닫힌, 열린 사슬운동을 고안하여 효율적인 조기재활이 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

뇌졸중 환자들에게 조기재활은 환자들의 기능적인 수준과 더불어 삶의 질에 있어 주요한 영향을 미친다. 본 연구는 초기 뇌졸중 환자들을 대상으로 닫힌, 열린 사슬운동을 적용하여 무릎 신전근의 근력향상과 균형 능력에 대한 효과를 알아보기 위하여 시행되었다. 본 연구의 결과 닫힌, 열린 사슬운동이 초기 뇌졸중 환자의 무릎 신전근의 근력과 균형능력의 향상에 유의한 효과가 있음을 확인하였다. 이상의 결과로, 본 연구에서 시행한 닫힌, 열린 사슬운동이 초기 뇌졸중 환자의 무릎 신전근의 근력과 균형능력을 향상 시키는데 효과

적인 중재방법 중의 하나로 임상에 적용 할 수 있을 것이다.

References

- Ada L, Dorsch S, Canning CG. Strengthening Interventions Increase Strength and Improve Activity After Stroke: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2006;52(4):241-8.
- Augustsson J, Esko A, Thomeé R, et al. Weight training of the thigh muscles using closed vs. open kinetic chain exercises: a comparison of performance enhancement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 Jan;27(1):3-8.
- Blackburn JR, Morrissey MC. The Relationship Between Open and Closed Kinetic Chain Strength of the Lower Limb and Jumping Performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(6):430-5.
- Bohannon RW. Muscle Strength and Muscle Training After Stroke. *J Rehabil Med.* 2007;39(1):14-20.
- Braun SM, Beurskens AJ, van Kroonenburgh SM, et al. Effects of Mental Practice Embedded in Daily Therapy Compared to Therapy as Usual in Adult Stroke Patients in Dutch Nursing Homes: Design of a Randomised Controlled Trial. *BMC Neurol.* 2007;15(7):34.
- Canning CG, Ada L, Adams R, et al. Loss of Strength Contributes More to Physical Disability After Stroke than Loss of Dexterity. *Clin Rehabil.* 2004;18(3):300-8.
- Carson RG. Neural Pathways Mediating Bilateral Interactions Between the Upper Limbs. *Brain Res Brain Res Rev.* 2005;49(3):641-62.
- Cho JH, Jung SB. Electromyographic Analysis of Isotonic Closed and Open Kinetic Chain Exercises. *The Korean journal of physical education.* 2001;40(4):633-43.
- Choi SS. The Effect of Dual Tasks on Gait and Static Standing in Stroke Patients. Daegu university. Dissertation of Master's Degree. 2009.
- Clark DJ, Condliffe EG, Patten C. Reliability of Concentric and Eccentric Torque During Isokinetic Knee Extension in Post-Stroke Hemiparesis. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21(4):395-404.
- de Haart M, Geurts AC, Huidekoper SC, et al. Recovery of Standing Balance in Post Acute Stroke Patients: a Rehabilitation Cohort Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(6):886-95.
- Duncan PW, Studenski S, Chandler J, et al. Functional Reach: Predictive Validity in a Sample of Elderly Male Veterans. *J Gerontol.* 1992;47(3):M93-8.
- Flansbjer UB, Downham D, Lexell J. Knee Muscle Strength, Gait Performance, and Perceived Participation After Stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(7):974-80.
- Han SW. A SEMG Analysis of Knee Joint Angle During Close Kinetic Chain Exercise and Open Kinetic Chain Exercises in Quadriceps Muscle. *J Korean Soc Phys Ther.* 2004;16(3):192-204.
- Heller BM, Pincivero DM. The Effects of ACL Injury on Lower Extremity Activation During Closed Kinetic Chain Exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003;43(2):180-8.
- Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H, et al. Improvement in Knee Extension Strength Through Training by Means of Combined Electrical Stimulation and Voluntary Muscle Contraction. *Tohoku J Exp Med.* 2006;209(1):33-40.
- Karandikar N, Vargas OO. Kinetic Chains: a Review of the Concept and its Dlinical Applications. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011;3(8):739-45.
- Kim YJ, Kim TY, Oh DW. The Effects of Closed Kinetic Chain Exercise and Open Kinetic Chain Exercise in Improving the Balance of Patients with Hemiplegia. *Korean J Orthop Manu Ther.* 2009;15(1):22-31.
- Kwon SB, Lee HO. Effect of Closed and Open Kinetic Chain Exercise After Cruciate Ligament Reconstruction. *J Korean Soc Phys Ther.* 2005;17(3):297-310.
- Kwon YJ, Bae SS, Park SJ. The Effect of Static Balance Recovery by Open Kinetic Chain and Closed Kinetic

- Chain Exercises. *J Korean Soc Phys Med.* 2009;4(1):23-30.
- Kwon YJ, Park SJ, Jefferson J, et al. The Effect of Open and Closed Kinetic Chain exercises on Dynamic balance Ability of Normal Healthy Adults. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(6):671-4.
- Lee JH, Kim SB, Lee KW, et al. The Effect of Prolonged in Patient Rehabilitation Therapy in Subacute Stroke Patients. *Ann Rehabil Med.* 2012;36(1):16-21.
- Lee NK. The Effects of Closed and Open Kinetic Chain Exercises on Lower Limb Muscle Activity, Balance and Gait in Stroke Patients. Daegu university. Dissertation of Master's Degree. 2011.
- Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, et al. Treatment-Induced Cortical Reorganization After Stroke in Humans. *Stroke.* 2000;31(6):1210-6.
- Lomaglio MJ, Eng JJ. Muscle Strength and Weight-Bearing Symmetry Relate to Sit-to-Stand Performance in Individuals with Stroke. *Gait Posture.* 2005;22(2):126-31.
- Moxley Scarborough D, Krebs DE, Harris BA. Quadriceps Muscle Strength and Dynamic Stability in Elderly Persons. *Gait Posture.* 1999;10(1):10-20.
- Ouellette MM, LeBrasseur NK, Bean JF, et al. High-Intensity Resistance Training Improves Muscle Strength, Self-Reported Function, and Disability in Long-Term Stroke Survivors. *Stroke.* 2004;35(6):1404-9.
- Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": a Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
- Salbach NM, Mayo NE, Wood-Dauphinee S, et al. A Task-Orientated Intervention Enhances Walking Distance and Speed in the First Year Post Stroke: a Randomized Controlled Trial. *Clin Rehabil.* 2004;18(5):509-19.
- Shechtman O, Davenport R, Malcolm M, et al. Reliability and Validity of the BTE-Primus Grip Tool. *J Hand Ther.* 2003;16(1):36-42.
- Sim YB. The Effect of Arm Sling on Balance and Gait Speed in Patients with Hemiplegia. Gachon university. Dissertation of Master's Degree. 2011.
- Tagesson S, Oberg B, Good L, et al. A Comprehensive Rehabilitation Program with Quadriceps Strengthening in Closed Versus Open Kinetic Chain Exercise in Patients with Anterior Cruciate Ligament Deficiency: a Randomized Clinical Trial Evaluating Dynamic Tibial Translation and Muscle Function. *Am J Sports Med.* 2008;36(2):298-307.
- Tyson SF, DeSouza LH. Reliability and Validity of Functional Balance Tests Post Stroke. *Clin Rehabil.* 2004;18(8):916-23.
- Wade DT, Wood VA, Hewer RL. Recovery After Stroke the First 3 Months. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1985;48(1):7-13.