대한물리의학회지 제7권 제2호, 2012년 5월
Vol.7, No.2, May 2012. p.173~182

열린사슬운동과 닫힌사슬운동이 정상성인의 하지근활성도에 미치는 영향

권유정 · 박수진[1] · 김경[2]

대구대학교 대학원 물리치료전공, [1]선린대학 물리치료과, [2]대구대학교 물리치료학과

The Effect of Open and Closed Chain Exercise on Lower Extremity Muscle Activity in Adults

Yoo-jung Kwon, PT, MS, Soo-jin Park, PT, PhD[1], Kyoung Kim, PT, PhD[2]

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate school, Daegu University
[1]Department of Physical Therapy, Sunlin University
[2]Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

Purpose : This study was investigated the effect of lower extremity muscle activity during open kinetic chain exercise (OKC) and closed kinetic exercise (CKC) in normal young adults.

Methods : The participants were consisted of forty-one. All subjects were randomly assigned to two groups of open kinetic chain exercise group (n=21) and closed kinetic chain exercise group(n=20). It was perform 3 sets, 3 times per week for 6 weeks both open kinetic chain exercise group and closed kinetic chain exercise group. Subjects were assessed for each subject took pre-test, post-test in 2 weeks, post-test in 4 weeks, post-test in 6 weeks measurement the surface EMG data for vastus medialis and lateralis, lateral and medial hamstring, lateral and medial gastrocnemius, tibialis anterior.

Results : The vastus medialis and lateralis muscle activity was significantly increased within the intervention period both group($p<.05$). The lateral and medial part of hamstring muscle activity was significantly increased with in the intervention period($p<.05$). The tibialis anterior muscle activity of open kinetic chain exercise group and closed kinetic chain exercise group was significantly increased in the intervention period($p<.05$). The lateral and medial part of gastrocnemius muscle activity of open kinetic chain exercise group and closed kinetic chain exercise group was significantly increased with in the intervention period($p<.05$).

Conclusion : It was found that both open kinetic chain exercise and closed kinetic chain exercise was significantly increased muscle activity. Further studies are needed to analyzed long term effects and subjects

교신저자 : 박수진, E-mail: rememversj@hanmail.net
논문접수일 : 2012년 03월 21일 / 수정접수일 : 2012년 04월 12일 / 게재승인일 : 2012년 04월 13일

resulting from these changed. these exercises can be selectively adapted not only as treatment exercise for patients but also as preventive exercise for normal person to improve balancing ability by conducting proper amount of exercise for each individual's condition and stage.

Key Words : Open kinetic chain exercise, Closed kinetic chain exercise, muscle activity

Ⅰ. 서 론

근력은 근조직 및 신경병변 이외에 관절부 병변이나 연령이 증가함에 따라 감소하게 된다. 또한, 근육을 장기간 고정된 채 방치하는 등 오랫동안 근육 활동을 하지 않을 경우 근위축이 발생하여 근력이 감소하게 된다. 이러한 근위축을 예방하기 위해 저항운동을 통해 근육의 활동을 꾸준히 증가시키게 되면 근력이 점차적으로 증가하게 된다(박래준과 강화순, 1998).

저항운동은 근육이 빈약한 성인의 근력을 증가시킬 수 있는 안정적이고 효과적인 방법으로(Peterson 등, 2010), 자기체중을 이용한 운동방법과 중량기구를 이용한 운동방법을 통해 다양한 형태의 운동이 가능하다. 이러한 저항운동은 신체정렬에 따라 크게 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동으로 나눌 수 있다.

운동사슬은 공학적인 개념에서 중심부가 핀으로 연결된 관절들의 연속으로 서로 강하게 연결되어 있으며 이 시스템은 한 관절의 운동으로 다른 관절에서 운동이 일어나게 되고 다른 관절의 움직임을 예측할 수 있게 구성되어 이러한 운동사슬은 열리거나 닫힌 상태가 된다(정낙수 외, 2009).

열린 사슬 운동은 사지의 원위부에서는 자유롭게 움직이고 근위부에서는 고정된 상태에서 운동을 시행하는 방법으로, 관절가동범위가 제한된 환자의 근력 강화 운동에서 중요한 역할을 한다(김연주, 2007; 장재원, 2004). 또한, 열린 사슬운동은 구심성 근 수축이 우세할 뿐만 아니라, 더 많은 견인력과 회전력을 발생시키고, 안정성이 외부 수단에 의해 제공되는 운동이다(권순복과 이현옥, 2005). 또한, 가속도 증가, 저항력 감소, 신연력과 회전력 감소, 관절과 근육의 기계적 수용기의 변형 증가, 구심성 가속력과 원심성 감속력의 증가, 기능적 활동의 촉진과 같은 특징이 있다(Prince, 1999). 그러나, 움직이는 관절 축이 한 개이며 한 관절, 한 방향으로 부위나 근육을 분리하여 움직이는 운동방식이어서 한 방향으로만 흐르는 에너지는 돌이킬 수 없기 때문에 숙달되지 못하고 충분한 피드백이 없는 상태에서 부적절한 에너지 흐름을 초래하고 제대로 조절되지 못한 에너지 흐름은 특정 부위에 과도한 부하를 주어 손상을 초래할 위험이 있다(김연주, 2007).

닫힌 사슬 운동은 사지의 원위부는 고정되어 있는 상태에서 근위부와 원위부에서 저항을 동시에 적용할 때 일어나는 운동이다(Prince, 1999). 두 발 또는 두 손이 지면이나 기계 그리고 다른 운동 기구, 장비나 물체와 서로 고정되어 있는 상태에서 움직이는 관절 축이 여러 개이며 두 개 이상의 분절이 동시에 움직이고, 다관절, 다방향 운동으로 분절간, 분절 내, 근육 간, 근육 내 협응 운동을 유발하여 운동을 기능적으로 할 수 있는 특징이 있다(김연주, 2007).

또한 닫힌 사슬 운동은 동적인 근육의 안정성을 위한 동시 수축으로 원심성 수축이 우세하며, 관절압박력으로 전단력을 감소시켜 관절의 안정성을 제공해 주고, 기계적 수용기가 관절낭의 압력 변화에 민감하게 반응하여 고유수용성 감각을 촉진한다. 또한 닫힌 사슬 운동은 근력 강화의 주요 프로그램으로 길항근이 서로 원심성으로 작용하여 손상된 관절의 안정성에 많은 영향을 준다(Iwasaki 등, 2006).

따라서 본 연구에서는 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동을 이용하여 각 개인에 맞는 저항량과 횟수로 각 근육과 시기에 맞는 운동 방법을 제시하고자 하였다.

Ⅱ. 연구대상 및 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 S대학 학생을 대상으로 심혈관계 및 신경학적 그리고 정형외과적 질환이 없으며, 전정계 손상이나 시력장애로 인한 균형의 문제가 없는 자, 현재 특별한 운동을 하지 않고 일상생활을 수행할 수 있는 정상 성인 41명을 열린 사슬운동 그룹과 닫힌 사슬운동 그룹으로 나누어 주3회 6주간 실시하였으며, 대상자들에게 실험과정에 대한 충분한 설명을 하였고 실험 전 자발적인 참여 의사를 표시하는 동의서를 받았다.

2. 실험방법

1) 표면근전도 측정

본 연구는 근활성도 측정을 위해 사용된 표면 근전도인 MES 9000 EMG (myotronics-normed WA, 미국)을 사용하였다. 수집된 표면 근전도 아날로그 신호는 MES 9000 EMG로 보내져 디지털 신호로 전환한 다음 개인용 컴퓨터에서 MES 9000 소프트웨어 ver. 1.11을 이용하여 필터링과 기타 신호 처리하였다. 근전도기의 자료 수집 환경은 신호의 표본 추출률(sampling rate)을 1024Hz로 설정하였으며, 여과 주파수 범위는 15~4000Hz이고 60Hz의 전원잡음을 제거를 사용하였다. 수집된 신호는 완파정류(full-wave rectification)한 후 RMS (root mean square)로 계산되어졌다.

연구대상자는 신발을 벗고 편안한 반바지를 착용하고 전극 부착 부위를 면도한 후 알코올로 닦았다. 표면 근전도 전극은 내측광근, 외측광근, 내측 슬괵근, 외측 슬괵근, 내측 비복근, 외측 비복근, 전경골근에 부착하였다. 각 근육의 최대 근 수축을 유도하여 두드러진 근복(muscle belly)을 육안으로 확인하여 전극 부착 부위에 따라 각 전극 사이의 거리를 2cm 유지하였고 내측광근은 슬개골 내측상연에서 55° 내측상방으로 5cm 위에 부착하였고, 외측광근은 대퇴골의 전상장골극과 슬개골의 상극점 사이 2/3 지점의 대퇴 외측에 부착하였다. 이때 기준 전극은 비복근 외측에 부착하였다. 슬괵근은 슬와부 주름과 둔부 주름의 1/2 지점에 내외측에 부착하였다. 이때 기준 전극은 경골 앞면에 부착하였다. 비복근은 슬와부 중심선에서 하행 2cm 거리의 내외측 표면에 전극을 부착하였고 전경골근은 경골선상의 외측 2cm부위에 부착하였고 기준 전극은 경골 앞면에 부착하였다. 각각의 기록 전극과 기준전극은 근섬유에 평행하게 부착하였다(우영근 등, 2004; 김연주, 2007). 근육의 활성도를 측정하기 위해 각각 운동전, 운동 2주, 4주, 6주 후 각 근육의 최대 근수축력(MVIC)을 도수근력평가 자세를 기본으로 하여 구하였다. 이에 각 근육의 MVIC에 대한 RMS 값을 구하여 %MVIC를 다음과 같이 계산하였다.

$$\frac{\text{운동후 MVIC}}{\text{운동전 MVIC}} \times 100 = \%\text{MVIC}$$

2) 운동방법

열린 사슬 운동 그룹은 공압식 knee extensor (HUR, 핀란드)에 앉아 슬관절 굴곡 90도를 시작점으로 하여 신전하였고, 닫힌 사슬 운동은 shuttle 2000-1(Contemporary Design Company, 미국)을 이용하여 슬관절 90도에서 신전하였다.

3) 저항량 측정

저항량은 최대 저항 양의 80% 저항으로 30회 반복운동을 했을 때 근육 내 혈류량이 증가한다는 근거로 배성수(1998)가 만든 곡선과 도표를 바탕으로 하여 1RM에 80%를 결정하는데, 피실험자에게 임의의 무게를 주고 그것을 저항으로 반복 운동시켜 적합한 그 횟수와 저항량을 측정하였다. 예를 들어, 피실험자에게 임의의 3kg을 주고 그것을 저항으로 30회 했다면 그림1에서 1RM의 60%가 되며 이를 이용하여 1RM의 80%를 결정하기 위해 계산하면 다음과 같다.

$$x/80=3kg/60$$

$$x=240/60=4kg$$

따라서 피실험자의 1RM의 80%는 4kg이 된다. 1RM의 80%가 결정되면 그 무게로 30회 반복운동시키고 치료사가 관찰하여 피실험자가 피로하다고 느낄 때, 통증을 호소할 때, 협응 능력이 감소할 때 중지시키고 그때까지 반복한 횟수가 가장 적합한 저항량으로 운동과 관련된 모든 조직이 참여하는

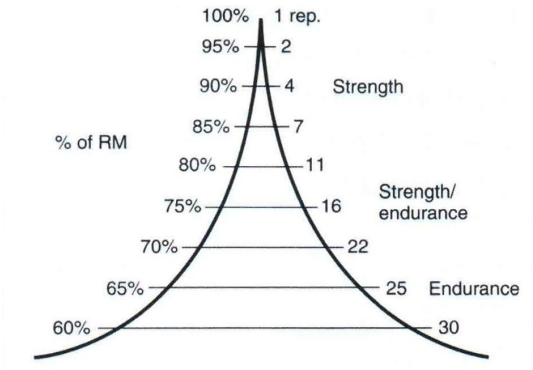

Fig 1. Oddvar Holten diagram

양이 된다. 좀더 적합한 양을 측정하기 위해 이를 3회 반복 실시한 후 총횟수에서 10~15% 뺀 평균횟수를 측정한다. 이렇게 정해진 피실험자 각각의 1RM의 80%의 무게와 횟수로 3세트 실시하였다. 근피로를 방지하기 위해 각 set 당 2분씩 휴식하고 운동기간은 주3회 6주간 실시하였다(배성수 등, 1999; Kurugant 등, 2006).

3. 자료분석

본 연구는 SPSS 12.0 for window를 이용하여 통계처리 하였고, 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 치료전과 치료 2주, 4주, 6주 후의 하지 근활성도의 변화를 알아보기 위해 반복측정 일원분산분석(repeated one-way ANOVA)을 이용하였고, 두 그룹간 비교를 위해 독립 표본검정(independent t-test)을 실시하여 통계처리 하였고, 유의수준은 .05로 하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variable \ group	OKC group(n=21)	CKC group(n=20)	Total	p
Age(year)	23.10±.72	22.0±.69	22.60±3.22	.281
Height(cm)	159.19±33.47	164.80±7.78	162.0±24.4	.470
Weight(kg)	60.09±11.33	56.25±7.81	58.3±10.1	.213

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group

Ⅲ. 결 과

Table 2. Test of within-groups contrasts of intervention time on vastus medialis

	(I) Period	(J) Period	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
OKC	pretest	2weeks	-8.64	5.48	.13
		4weeks	-13.51	3.74	.00*
		6weeks	-12.15	4.52	.01*
	2weeks	4weeks	-4.87	5.00	.34
		6weeks	-3.51	3.52	.33
	4weeks	6weeks	1.35	3.45	.70
CKC	pretest	2weeks	2.75	5.63	.63
		4weeks	-5.99	6.05	.33
		6weeks	-11.89	4.10	.01*
	2weeks	4weeks	-8.75	2.82	.01*
		6weeks	-14.65	4.96	.01*
	4weeks	6weeks	-5.90	4.45	.20

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group
*p<.05
unit: %p

Table 3. Test of within-groups contrasts of intervention time on vastus lateralis

	(I) Period	(J) Period	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
OKC	pretest	2weeks	-13.52	7.18	.07
		4weeks	-11.30	3.32	.00*
		6weeks	-15.83	5.10	.01*
	2weeks	4weeks	2.22	7.00	.75
		6weeks	-2.31	7.14	.75
	4weeks	6weeks	-4.54	3.60	.22
CKC	pretest	2weeks	-6.91	3.80	.08
		4weeks	-16.15	5.02	.00*
		6weeks	-24.60	5.23	.00*
	2weeks	4weeks	-9.24	3.34	.01*
		6weeks	-17.69	5.11	.00*
	4weeks	6weeks	-8.44	5.42	.14

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group
*p<.05
unit: %p

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 S대학에 재학 중인 젊은 성인 41명으로, 남자 12명 여자 29명이었고 열린 사슬운동그룹 21명과 닫힌 사슬운동그룹 20명 무작위로 나누었다(Table 1).

2. 운동기간에 따른 내측광근의 근활성도 비교

운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 내측광근 근활성도를 비교한 결과, 운동 4주 후까지 유의하게 증가하였고(p<.05) 운동 4주에서 운동 6주 간 다소 감소하는 것으로 나타났으나 유의하게 증가하였다(p<.05). 닫힌사슬운동그룹은 운동 2주 후에 다소 감소하였으나(p>.05) 6주 후 유의하게 증가하였다(p<.05). 그러나 그룹간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 2).

Table 4. Test of within-groups contrasts of intervention time on hamstring lateral part

	(I) Period	(J) Period	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
OKC	pretest	2weeks	-21.72	8.11	.01*
		4weeks	-41.00	8.98	.00*
		6weeks	-52.43	9.89	.00*
	2weeks	4weeks	-19.29	9.93	.07
		6weeks	-30.71	9.71	.00*
	4weeks	6weeks	-11.42	10.14	.27
CKC	pretest	2weeks	-34.82	7.53	.00*
		4weeks	-57.96	8.49	.00*
		6weeks	-75.87	10.26	.00*
	2weeks	4weeks	-23.14	5.56	.00*
		6weeks	-41.05	10.21	.00*
	4weeks	6weeks	-17.91	8.70	.05

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group
*p<.05
unit: %p

Table 5. Test of within-groups contrasts of intervention time on hamstring medial part

	(I) Period	(J) Period	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
OKC	pretest	2weeks	-49.93	14.27	.00*
		4weeks	-56.72	18.45	.01*
		6weeks	-67.01	19.75	.00*
	2weeks	4weeks	-6.79	13.61	.62
		6weeks	-17.08	12.84	.20
	4weeks	6weeks	-10.29	10.02	.32
CKC	pretest	2weeks	-43.16	10.45	.00*
		4weeks	-68.66	15.26	.00*
		6weeks	-76.87	16.13	.00*
	2weeks	4weeks	-25.50	14.78	.10
		6weeks	-33.72	17.00	.06
	4weeks	6weeks	-8.21	8.16	.33

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group
*p<.05
unit: %p

3. 운동기간에 따른 외측광근의 근활성도 비교

운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 외측광근 근활성도를 비교한 결과, 운동 후 2주에서 4주 사이에 다소 감소하는 경향이 있었으나(p>.05), 운동 6주 후 유의하게 증가하였고(p<.05), 닫힌사슬운동그룹은 2주, 4주, 6주 후 유의하게 증가하였다(p<.05)(Table 3). 그러나 각 그룹간의 외측광근 근활성도는 유의한 차이가 나지 않았다(p>.05).

4. 운동기간에 따른 외측 슬괵근의 근활성도 비교

운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 외측 슬괵근의 근활성도를 비교한 결과, 운동 4주에서 운동 6주 간 다소 감소하는 것으로 나타났으나 운동 6주 후 유의하게 증가하였고(p<.05). 닫힌사슬운동그룹은 운동 2주, 4주, 6주 후 유의하

Table 6. Test of within-groups contrasts of intervention time on tibialis anterior

	(I) Period	(J) Period	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
OKC	pretest	2weeks	-70.10	25.32	.01*
		4weeks	-99.62	24.26	.00*
		6weeks	-80.33	22.01	.00*
	2weeks	4weeks	-29.52	16.21	.08
		6weeks	-10.23	20.29	.62
	4weeks	6weeks	19.29	16.58	.26
CKC	pretest	2weeks	-53.90	20.59	.02*
		4weeks	-61.62	24.42	.02*
		6weeks	-49.38	21.74	.03*
	2weeks	4weeks	-7.72	18.56	.68
		6weeks	4.52	17.10	.79
	4weeks	6weeks	12.24	13.68	.38

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group
*p<.05
unit: %p

Table 7. Test of within-groups contrasts of intervention time on gastrocnemius lateral part

	(I) Period	(J) Period	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
OKC	pretest	2weeks	-2.80	3.09	.37
		4weeks	-3.10	2.89	.30
		6weeks	-3.38	2.04	.11
	2weeks	4weeks	-0.30	1.38	.83
		6weeks	-0.58	2.12	.79
	4weeks	6weeks	-0.28	1.60	.86
CKC	pretest	2weeks	-4.80	2.02	.03*
		4weeks	-8.91	3.62	.02*
		6weeks	-8.06	2.95	.01*
	2weeks	4weeks	-4.11	2.64	.14
		6weeks	-3.27	2.06	.13
	4weeks	6weeks	0.85	3.43	.81

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group
*p<.05
unit: %p

게 증가하였다(p<.05)(Table 4). 그러나 그룹간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05).

5. 운동기간에 따른 내측 슬괵근의 근활성도 비교

운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 내측 슬괵근의 근활성도를 비교한 결과, 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹 모두 운동 6주 후 유의하게 증가하였다(p<.05)(Table 5). 그러나 그룹간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05).

6. 운동기간에 따른 전경골근의 근활성도 비교

운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 전경골근의 근활성도를 비교한 결과, 열린사슬운동그룹은 운동 4주 후까지 근활성도가 유의하게 증가하다가(p<.05) 운동 6주 후 측정 결과 다소 감소하는 경향이 있었으나 유의하지 않았고(p>.05),

Table 8. Test of within-groups contrasts of intervention time on gastrocnemius medial part

	(I) Period	(J) Period	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
OKC	pretest	2weeks	-6.58	3.05	.04*
		4weeks	-8.05	4.19	.07
		6weeks	-10.54	3.45	.01*
	2weeks	4weeks	-1.47	2.37	.54
		6weeks	-3.96	2.79	.17
	4weeks	6weeks	-2.50	2.75	.37
CKC	pretest	2weeks	-12.01	3.38	.00*
		4weeks	-13.56	5.73	.03*
		6weeks	-20.79	7.38	.01*
	2weeks	4weeks	-1.55	4.17	.71
		6weeks	-8.79	5.62	.13
	4weeks	6weeks	-7.24	5.97	.24

OKC: open kinetic chain exercise group
CKC: closed kinetic chain exercise group
*p<.05
unit: %p

닫힌사슬운동그룹은 운동 4주 후 근활성도가 유의하게 증가였다($p<.05$)(Table 6). 그러나 그룹간에는 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

7. 운동기간에 따른 외측 비복근의 근활성도 비교

운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 외측 비복근의 근활성도를 비교한 결과, 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹 모두 유의하게 증가하였다($p<.05$)(Table 7). 그러나 그룹간에는 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

8. 운동기간에 따른 내측 비복근의 근활성도 비교

운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 내측 비복근의 근활성도를 비교한 결과, 열린사슬운동그룹은 운동 6주 후까지 근활성도가 증가하였으나 유의한 차이가 없었고, 닫힌사슬운동그룹은운동 6주 후 유의하게 증가하였다($p<.05$)(Table 8). 각 그룹간에 유의한 차이는 없었다($p>.05$)

Ⅳ. 고 찰

근력은 근조직, 신경, 관절 병변으로 인한 오래된 고정이나 침상생활, 그리고 연령의 증가로 인해 점차 감소하게 되는데, 보행 및 일상생활동작의 기능향상을 위해 하지 근력 증진 운동을 통한 균형조절 능력 증진은 필수라 할 수 있다(양희송과 이강우, 2002).

본 연구는 정상 성인 41명을 대상으로 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동이 하지 근활성도에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 그리고 운동기간에 따른 근활성도 변화를 알아보기 위해 내측광근, 외측광근, 내측 슬괵근, 외측 슬괵근, 전경골근, 내측 비복근, 외측 비복근의 활성도를 측정 비교분석 하였다.

골격근은 강한 운동 자극으로 근비대와 근력강화가 일어난다. 일반적으로 저항운동은 1RM의 80%에서 최적의 근비대와 근력강화가 이루어진다(McDonagh와 Davis, 1984; Tanimoto와 Ishii; 2006). 따라서 본 연구에서는Oddvar Holten의 연구를 바탕으로 각각 개인의 1RM의 80%에 해당하는 저항량과 반복횟수를 정하여 주 3회 6주간 실시하였다(배성수, 1998).

근력은 근육이 발휘할 수 있는 최대의 힘이며 근력강화는 기능적인 향상을 의미한다(Enoka, 1988). Hakkinen 등(2001)은 초기의 근력증가는 신경훈련 기전이 원인으로 운동단위 동원능력의 향상으로 인해 근활성도가 증가하고 그 후 근 비대에 의해 근력증가가 이루어진다고 하였다.

배성수(2006)는 근육불균형으로 인한 근육의 긴장이나 근력 약화로 인해 축삭이 허혈 되거나, 역학적 부하에 의해 신경을 둘러싼 결합조직들이 과긴장이 유발되어 근 수축력의 약화를 초래할 수 있다고 하였다. 이러한 약화된 근육은 운동을 통하여 근활성도를 증가시키는데 도움이 된다. 따라서 본 연구에서는 각 개인의 적합한 운동량을 측정하여 근력강화 운동으로 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동을 실시하여 근력 증진을 위해 시기별 적절한 치료적 운동 프로그램을 형성하는데 도움이 되고자 하였다.

Jankowska 등(2008)은 만성심장질환자 10명을 대상으로 점진적 저항운동을 12주간 실시한 결과 대퇴사두근의 근력이 유의하게 증가하였다고 하였고, 김유신과 김은정(2005)은 편마비환자를 대상으로 하지근력강화를 운동을 한 결과 슬관절의 신전근과 굴곡근의 근력이 향상되었다고 하였으며, 김연주(2007)은 전방십자인대 재건술을 한 환자를 대상으로 닫힌 사슬 운동을 6주간 실시하여 내측광근, 외측광근, 내측 슬괵근, 외측 슬괵근의 운동기간에 따른 근활성도를 살펴본 결과 운동기간에 따라 유의하게 증가하였는데, 특히 운동 전과 운동 6주 후 가장 유의하게 증가하는 것으로 나타났다고 하였으며 본 연구에서도 선행연구와 유사하게 증가하는 것으로 나타났다.

Tracy 등(2004)은 65~80세 정상노인을 대상으로 등척성과 비등척성 근력강화를 16주 실시한 결과 비등척성 운동이 대퇴사두근의 힘의 변화를 작게 한다고 하였다. 본 연구에서는 비등척성 운동으로 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동을 6주간 실시하여 내측광근과 외측광근의 근활성도를 측정한 결과

두 그룹 모두 유의하게 증가하는 것을 알 수 있었다.

Tagesson 등(2008)은 전십자인대 손상 환자를 대상으로 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동을 한 결과 열린 사슬 운동에서 대퇴사두근의 근력이 더 증가하였고 슬괵근의 근력, 정적·동적 운동, 기능은 두 그룹에서 비슷하다고 하여 본 연구의 결과와 유사하게 나타났다. 이는 두 그룹 모두 근력강화 운동을 실시하여 이러한 결과가 나타난 것으로 사료된다.

조정희(2001)는 정상 성인 남자 17명을 대상으로 등장성 운동을 통한 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동의 근활성도 변화를 분석한 연구에서 외측 슬괵근의 장두가 열린사슬운동그룹에서 근활성도가 현저히 증가하는 것으로 나타났으나 본 연구에서는 두 그룹 모두 운동기간에 따른 외측 슬괵근의 근활성도가 유의하게 증가하였고, 특히, 닫힌사슬운동그룹에서 현저히 증가하는 것으로 나타났다.

우영근 등(2004)은 정상 성인의 정적 균형 조절 시 다양한 조건에 따라 우세측 하퇴의 전경골근, 장비복근, 비복근 외측두, 비복근 내측두의 활성도를 비교한 결과 안정위 시 균형 유지를 위해 비복근이 주로 활동하고 다양한 고유수용성 감각의 자극이 주어질 때 비복근 뿐만 아니라 전경골근의 근육 활성도도 증가한다고 하였는데 본 연구에서도 운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 전경골근의 근활성도를 비교한 결과, 운동기간에 따른 전경골근의 근활성도가 유의하게 차이가 나는 것으로 나타났고($p<.05$), 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹 모두 운동전에 비해 운동 2주 후, 4주 후, 6주 후에 전경골근의 근활성도가 유의하게 증가하여($p<.05$) 본 연구의 결과와 유사하였다. 운동기간에 따른 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹의 외측 비복근의 근활성도를 비교한 결과, 열린사슬운동그룹은 운동 전과 비교해 운동 2주 후, 4주 후, 6주 후에서 근활성도가 증가하였으나 유의하지는 않았고($p>.05$), 닫힌사슬운동그룹은 운동전에 비해 운동 2주 후, 4주 후, 6주 후에서 외측 비복근의 근활성도가 유의하게 증가하는 것으로 선행연구와 유사하게 나타나는 것을 알 수 있었다.

열린 사슬 운동은 단일 관절 운동으로 서 임상적인 사용이 줄어들고 있다는 보고가 있으나 관절가동범위의 제한이 있는 환자나 초기 근력강화프로그램에서는 매우 중요한 역할을 한다(한상완, 2004). 열린사슬운동은 한 관절 운동으로 개별근육의 훈련에 적당하고 닫힌 사슬운동은 다관절 운동으로 안정화와 기능적 훈련에 적합하다고 할 수 있다(최상준, 2008). 또한 근육의 대퇴사두근, 슬괵근, 뿐만 아니라 하퇴근육의 동시수축과 동원으로 인한 하지 관절의 안정성이 증가하여 나타난 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동이 하지 근활성도에 미치는 영향과 효과성을 알아보기 위하여 포항에 소재한 S대학에 재학 중인 정상 성인을 대상으로 주3회 6주간 실시하였다. MES9000을 이용하여 근활성도를 측정하였으며, 운동 기간 6주 동안 운동전, 운동 2주 후, 운동 4주 후, 운동 6주 후 총 4회 반복측정하여 분석한 결과 열린사슬운동그룹과 닫힌사슬운동그룹이 근활성도를 향상시키는 것을 알 수 있었다. 내측광근과 전경골근은 근력강화 초기 2주동안은 열린 사슬 운동이 더 효과적인 것으로 나타났고 다른 외측광근, 슬괵근, 비복근은 닫힌 사슬운동이 더 효과적인 것으로 나타났다.

따라서 각 개인에 맞는 정확한 운동량으로 이러한 운동을 실시함으로써 운동방법에 따른 시기별 근활성도 각 근육의 선택적 치료로 적용할 수 있을 것이고 앞으로 임상적인 연구의 기초적인 자료가 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

권순복, 이현옥. 십자인대 재건술 후 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동의 효과. 대한물리치료학회지. 2005;17(3):297-310.

김연주. 닫힌 사슬운동이 전십자인대 재건술 환자의 슬관절 안정성에 미치는 영향. 대구대학교 대학원. 석사학위 논문. 2007.

김유신, 김은정. 하지 근력강화 트레이닝을 통한 편마비 환자의 보행형태 및 등속성 근력에 관한 연구. 한국특수체육학회지. 2005;13(3):67-82

박래준, 강화순. 전기 자극과 치료적 운동에 의한 슬관절 신전근의 근력 증가 효과. 대한물리치료학회지. 1998;10(2):33-40

배성수 저. 물리치료학개론. 대학서림. 2006.

배성수. 저항운동치료 처방 프로그램 개발. 특수교육 재활과학 테크노파크 사업단. 1998.

배성수, 김태숙, 김은주. 저항운동치료 처방에 관한 연구. 대한물리치료학회지. 1999;11(1): 149-56.

양회송, 이강우. 만성 요통환자와 정상인의 균형반응 비교. 한국전문물리치료학회지. 2002;9(2):1-17.

우영근, 박지원, 최종덕 등. 정상성인에서 정적 균형 제어시 다양한 조건에 따른 하퇴 근육 활성도의 특성. 한국전문물리치료학회지. 2004;11(2):35-45.

장재원. 개방역학운동과 폐쇄역학운동 시 대퇴사두근의 근활성도 변화. 고려대학교 대학원. 석사학위 논문. 2004.

정낙수 역. 임상운동학. 영문출판사. 2009:115-6.

조정희. 등장성 운동을 통한 폐쇄역학운동과 개방역학운동의 근활성도 분석. 경희대학교 대학원. 석사학위 논문. 2001.

최상준. 코칭(훈련)의 New Paradigm-통합기능훈련. 코칭능력개발지. 2008;10(3):66-78.

한상완. 단일관절운동과 복합관절운동시 슬관절 각도에 따른 대퇴사두근의 표면근전도 비교 분석. 대한물리치료학회지. 2004;16(3):192-204.

Enoka RM. Muscle strength and its development. New perspectives. Sports Med. 1988;6(3):146-68.

Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ. Selective muscle hypertrophy, change in EMG and force, and serum hormones during strength training in old women. J Appl Physiol. 2001;91(2):569-80.

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.

Jankowska E A, Wegrzynowska K, Superlak M et al. The 12-week progressive quadriceps resistance training improves muscle strength, exercise capacity and quality of life in patients with stable chronic heart failure. Int J Cardiol. 2008;130(1):36-43.

Kurugant U, Parker P, Rickards J et al. Strength and muscle coactivation in older adults after lower limb strength training. International Journal of industrial ergonomics. 2006;36(9):761-6.

McDonagh MJN, Davis CTM. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. Eur j Appl Physiol. 1984;52(2):139-55.

Peterson MD, Rhea MR, Sen A et al. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. Ageing Res Rev. 2010;9(3):226-37.

Prince WE. Rehabilitation technique in sports medicine. 3rd ed. USA. McGraw-Hill. 1999.

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. Am J Sports Med. 2008;36(2):298-307.

Tanimoto M, Ishii N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. J Appl Physiol. 2006;100(4):1150-7.

Tracy LB, Byrnes CW, Roger ME. Strength training reduces force fluctuations during anisometric contraction of the quadriceps femoris muscles in old adults. J Appl Physiol. 2004;96(4):1530-40.