뇌졸중 환자의 엉덩관절 펌굽힘근에 대한 등속성 운동이 등속성 근력과 보행 속도 및 강직에 미치는 영향

최경욱¹⁾, 서한교²⁾, 최영준^{3)*}

¹⁾연세대학교 의과대학 신촌세브란스 재활병원, ²⁾신한대학교, ³⁾동남보건대학교

Kyoung-Wook Choi, Han-Kyo Seo, Young-Jun Choi (2015). Effects of Isokinetic Exercise on Hip Extensor and Flexor Strength, Gait Speed and Spasticity in Adults with Stroke. *Exercise Science*, 24(4): 357-364.

PURPOSE: The purpose of this study was to evaluate isokinetic muscle strength, spasticity, and gait speed in adults with stroke following 6 weeks isokinetic muscle strength exercises.

METHODS: 26 adults stroke patients were recruited, and divided 2 groups. The exercise training performed 6 weeks general exercise therapy with isokinetic exercise ($n=13$), and control group ($n=13$) a general exercise therapy only. The rate of change in isokinetic strength, gait speeds between groups, and spasticity between groups using Modified Ashworth Scale (MAS) were compared before and after training. Paired and independent t-tests were used for statistic analysis ($p<.05$).

RESULTS: The results were as follows: First, the hip flexor and extensor of the exercise group were significantly ($p<.05$) higher than control group at each velocity. However, the hip flexor of the control group was only significant at 30 °/sec and 120 °/sec, and the hip extensor of the control group was significant at 30 °/sec ($p<.05$). As a result of comparing the rate of change in isokinetic muscle strength at each velocity before and after treatment, the hip extensor was seen to best statistically significant at each velocity but the hip flexor was significant at 30 °/sec and 120 °/sec ($p<.05$). Secondly, gait speeds increased after 6 weeks training in both groups; but, there was no significant improvement ($p>.05$). The rate of changes in gait speeds was significant ($p<.05$). Thirdly, two adults with stroke at level 1+ in the Modified Ashward Scale of the control group decreased to 1 and there was no difference in the exercise group. However, one of nine adults with stroke in the control group and one of ten adults with stroke in the exercise group increased level from 1 to 1+ and three of four adults with stroke in control group and one of three adults with stroke decreased level from 1+ to 1. There was no significant difference in spasticity between groups ($p>.05$).

CONCLUSIONS: Stroke with mild spastic hemiplegia patient's isokinetic exercise for hip extensor and flexor is approximately six weeks in strength, therefore it helps to strengthen and improve walking speed, spasticity its impact on the big it can not.

Key Word: stroke, isokinetic strength, gait speed, spasticity

주요어: 뇌졸중, 등속성근력, 보행속도, 강직

I. 서론

뇌졸중 반신마비 환자들의 궁극적인 재활 목표는 손상 이전 일상생활로의 복귀이고 이를 위해서는 이동기술의 재획득이 필수적이다 [13]. 또한 이동기술의 재획득을 위해서는 장기간 동안 기능적인 활동이 수월하지 않았던 상태에서 오는 전반적인 운동 능력 수준의 저하 즉 일반인보다 매우 약한 마비측 근력과 비정상적으로 증가되는 근육의 과긴장도(hypertonicity) 등을 우선적으로 해결해야 한다 [8].

초기 연구자들은 신장반사(stretch reflex)의 흥분성이 필요 이상으로 증가된 상태인 강직(spasticity)만이 기능적인 움직임을 방해하는 유일한 요인으로 인식하였다 [19]. 따라서 뇌졸중 환자에게 근력강화를 위한 저항운동을 하게 되면 강직과 더불어 동시수축이 증가되어 조화로운 선택적 움직임이 어려워진다고 생각하고 [3], 근력강화운동 보다는 강직을 억제하면서 근육긴장도를 정상화하는 것에 치료의 초점을 두었다. 하지만 이러한 치료를 통하여 강직이 감소되었을 때에도 수의적인 운동조절 능력이 증가하지는 않았으며 [10], 이러한 결과는 새로운 치료적 접근을

필요로 하게 되었다.

Engart et al [11]은 뇌졸중 환자가 마비측 다리의 근력이 회복되어도 비마비측 다리를 필요 이상으로 사용하는 기전을 학습된 비사용(learned disuse)이라 정의하고, 이를 제한하기 위해서는 근력강화운동이 효과적이라고 하였다. Miller & Light [24]는 반신불완전마비 환자에게 등척성 근력강화운동을 실시하여 운동 전후에 강직의 변화가 없었고 동시수축 정도가 감소하였으며, 강직과 동시수축 간에는 의미 있는 상관관계를 보이지 않았다는 결론을 내리고, 강직성 반신불완전마비 환자에서 근육약화의 문제점이 존재함에도 불구하고 근력강화운동은 피해야 한다는 가정에 대해 문제 제기를 하였다. 또한 Harris [15]는 많은 연구자들이 뇌성마비 아동이나 성인 반신마비 환자를 대상으로 시행한 근력강화운동이 근력과 전반적인 기능을 향상시킨다는 결론을 내리고 있다고 소개하였다. National Stroke Association [25]에서도 뇌졸중 환자는 강직과 근육의 약화가 함께 있기 때문에 개별적인 치료가 이루어져야 한다고 하였다. Shin & Lee [27]의 연구결과 뇌졸중 환자에게 10주간 유산소와 근력운동을 복합한 훈련이 뇌졸중 위험요인과 일상활동 능력의 개선에 효과적인 것으로 보고하였다.

뇌졸중 환자의 다리근력 약화는 다리 전반에 걸친 문제라기보다 넓다리뼈 펴근, 무릎 굽힘근, 발목 발바닥쪽굽힘근 및 발등 굽힘근에서 심한 약화가 보이기 때문에 이들 근육에 대한 집중적인 근력강화운동이 필요하다 [34]. 다리의 근육 중에서도 엉덩관절 주변 근육은 디딤기에 몸통의 안정을 유지시키고 흔들기에 다리를 조절하는 역할을 맡는다. 따라서 이들 근육의 약화는 보행 이상을 유발하는 중요한 원인이 될 수 있다 [2,37]. 특히 엉덩관절 펴근은 보행 중에 속도를 높여주고 신체의 중력중심을 밑에서 위로 들어 올리는데 작용하면서 디딤기 동안 무릎관절의 안정성 조절과 자세 유지에 많은 도움을 준다 [2,37]. 또한 환자의 자연스러운 보행 속도는 질적인 보행, 전체적 기능 상태, 그리고 임상적 진전에 있어 비정상적 정도를 효과적으로 나타내는 인자라고 알려져 있으며 치료 효과를 평가하고 수행력을 검사하는데 주로 이용된다 [9]. Wagenaar & Beek [33]는 보행을 기초로 이용한 운동학적 분석에서 보행 속도는 보행 패턴에 긍정적 영향을 미친다고 보고하였다.

등속성 운동은 속도의 변화에 따라 근육이 받는 저항이 달라지도록 고안된 기계에서 실시하는 운동으로 등장성 운동에서 볼 수 있는 관성의 영향을 받지 않도록 되어있고, 관절운동의 구간을 통하여 어떠한 시점에서도 근육이 최대의 힘을 낼 수 있도록 되어있다 [12]. Glasser [14]는 뇌졸중 환자들을 대상으로 한 연구에서 일반적인 보행훈련군과 Kinetron을 이용한 등속성 운

동 치료군 간에 보행속도의 차이가 없었다고 하였다. 그러나 국내에서는 Chon et al [7]이 뇌졸중 반신마비 환자의 재활치료에 등속성 운동 치료를 부가하여 근력 향상과 보행속도의 증가에 많은 도움을 얻었다는 결론과 등속성 운동은 느린 각속도에서 점차 빠른 각속도로 늘려가는 것이 좋은 방법이라고 제시하였다. Jang [16]은 무릎관절 굽힘근에 대한 등속성 운동을 통하여 근력과 보행 속도에 유의한 차이가 있었다고 보고하였고, 저속에서 고속으로 속도를 점진적으로 높여 가는 운동방법이 근력과 보행속도 증진에 유용하다고 하였다. 또 다른 연구에서는 몸통근 등속성 운동이 균형과 보행능력 향상뿐만 아닌 혈중 지질성분과 호르몬 수준변화에도 긍정적인 변화를 보고하며 반신마비 환자의 몸통근 등속성 운동의 필요를 주장하였다 [29,36].

이처럼 뇌 손상 환자에 대한 근력강화운동이 강직과 기능에 미치는 영향에 대해서 다양한 방법으로 연구되고 논의되어져 왔으며 [20], 등속성 운동이 뇌졸중 환자의 근력 증진에 효과적인 방법으로 소개되어 왔다. 하지만 아직도 많은 치료사들이 뇌졸중 환자에게 집중적인 근력강화운동의 적용은 강직을 증가시키고 비정상적인 움직임 패턴을 유발한다는 믿음을 가지고 있어 근력강화운동을 이용하는 치료를 어렵게 하고 있다. 또한 엉덩관절 주변 근육 특히 엉덩관절 펴근의 근력강화운동에 대한 필요성이 요구됨에도 불구하고 아직까지 엉덩관절 펴근의 등속성 근력강화운동에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Isokinetic Rehabilitation and Testing System(Cybex 6000)을 이용하여 뇌졸중 환자의 마비측 엉덩관절 펴근과 굽힘근에 실시한 등속성 운동이 근력과 보행속도 및 강직에 미치는 영향을 규명함으로써 등속성 운동이 근력강화와 기능회복에 도움이 되고 뇌졸중 환자의 재활치료에 적합한 것인지를 확인하여 다양한 등속성 운동 치료의 개발을 위한 기초 자료를 만들고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 뇌졸중으로 반신마비 진단을 받고 S 병원에 입원하여 물리치료를 받고 있는 40대에서 60대까지의 성인 뇌졸중 반신마비 환자 26명을 대상으로 하였다. 실험에 앞서 연구 대상자에게 실험방법 및 과정에 대해 설명하였으며, 무작위 방법으로 재활물리치료만 시행한 대조군과 재활물리치료와 등속성 운동을 시행한 실험군으로 각각 13명씩 배정하였다. 대상자 선정기준은 근골격계 또는 심혈관계 질환이 없는 자, 강직이 1-1+등급인 자, 보조장구 상관없이 10미터 이상 보행이 가능한 자, 인지

또는 지각 장애가 없는 자, 약물치료 경험이 없는 자로 하였고, 실험은 약 6주간 진행하였다. 본 연구에 참여한 환자는 환자와 보호자의 자발적인 참여 동의를 받은 후 실시하였고 일반적인 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. General characteristics of sbujets

Variables	EG (n=13)	CG (n=13)	p
Gender	M : 11 / F : 2	M : 9 / F : 4	.372
Affect side	Right : 8 Left : 5	Right : 10 Left : 3	.416
Diagnosis	Hemorrhage : 3 Infarction : 10	Hemorrhage : 4 Infarction : 9	.674
Duration (mon)	5,54±2,26	5,54±1,61	.991
Age (yrs)	55,62±4,94	55,92±4,54	.612
Height (cm)	165,2±4,23	166,7±5,38	.701
Weight (kg)	63,69±10,31	60,31±9,46	.519

Values are means and SD.

EG: Experimental Group, CG: Control Group.

2. 측정방법 및 절차

본 연구는 뇌졸중 환자의 마비측 엉덩관절 펌근과 굽힘근에 대한 등속성 운동이 뇌졸중 환자의 근력과 보행속도 및 강직에 미치는 영향을 규명하기 위한 것으로 6주간의 실험 전과 후에 사전 검사와 사후 검사로 등속성근력, 강직, 보행속도를 검사하고 결과분석의 과정을 거쳤다.

1) 등속성근력검사

Isokinetic Rehabilitation and Testing System(Cybex 6000, Lumex Co, USA)에 내재되어있는 cybex data reducing computer(CDRC)에 의해 운동의 속도와 저항의 양을 일정하게 조정하였고 운동 시 모니터를 통한 시각피드백(visual feedback)과 구두 명령(verbal instruction)을 통하여 환자로 하여금 최대 운동 효과를 낼 수 있게 하였다.

피검자를 검사대에 누이고, 기계의 축과 엉덩관절의 축이 일치하도록 한 후 패드를 넙다리뼈전면 하부(무릎 위)에 대고 벨트로 단단히 고정시켰다. 또한 운동 시 넙다리뼈에서 일어날 수 있는 회전운동을 방지하고 안정성을 높이기 위해서 몸통 상부와 골반부, 건축 다리의 넙다리뼈 상부를 벨트로 고정시켰다.

운동의 개별성의 원리를 이론적 바탕으로, 뇌졸중 환자의 특성상 강직의 발생을 최소화하기 위해서 각속도 30 °/sec와 60 °/sec, 그리고 120 °/ sec 에서의 등속성근력 측정을 하였다 [4]. 먼저 Cybex 6000의 각속도를 30 °/sec에 설정하고, 실제의 엉덩관절 우력에 다리의 무게와 기계운동 축의 무게에 의한 관성의 영

향(gravity effect torque, GET)을 배제하기 위하여 GET를 측정하여 입력하였다 [37].

복와외 자세에서 환측 엉덩관절을 자연스럽게 굽힘한 다음 빠르게 펴 시키는 동작을 3회 반복하고, 측정된 등속성근력에서 체중에 대한 최대 힘효율 값을 기록하였다. 계속해서 60 °/sec, 120 °/ sec 에서도 각각 3회씩 엉덩관절 펴기의 등속성근력을 측정하였다. 근육운동 형태는 펴기와 굽힘근 모두 구심성 수축으로 하였다. 각 검사 사이에는 환자의 상태에 따라 충분한 휴식시간을 두었다. 엉덩관절 굽힘근의 등속성근력 측정은 엉덩관절을 펴시킨 상태에서 빠르게 굽힘 시키는 동작을 3회 반복하여 각각의 각속도에서 측정하였다.

2) 보행속도

10 m 보행 속도를 검사하기 위하여 길이 10 m, 폭 80 cm 의 청색 매트와 10 m 줄자, 초시계를 사용하였다. 보행속도는 10 m의 거리를 걷는 동안 양쪽 2 m를 제외한 6 m 거리를 걷는데 소요된 시간을 측정하는 것으로, 먼저 치료실 바닥에 길이 10 m, 폭 80 cm 의 청색 매트를 깔고, 구간의 시작에서 2 m 부분과 끝나기 전 2 m 부분을 검은 테이프로 표시하였다. 검사 전에 피검자를 매트 위로 3회 왕복하게 하여 상황에 익숙하게 하였다. 피검자가 바로 선 자세에서 걷기위한 준비가 되면, 검사자는 “편안하게 걸으세요” 라는 말을 하였다. 전자 초시계로 처음 2 m 거리에 표시한 선을 통과한 첫 번째 걸음의 발뒤꿈치 닿기 때부터 구간이 끝나는 부분 8 m 선 마지막 걸음의 발끝 떼기 때까지의 거리 즉, 양쪽 2 m를 제외한 6 m 길이에서 측정한 시간을 가지고 거리/시간 단위로 표시하였다 [5]. 정상 성인의 편안한 보행 속도는 성별, 연령에 따라 차이가 있지만 평균 1.33 m/sec로 알려져 있다 [37].

3) 강직검사

강직검사는 치료사 3명이 순위척도인 Modified Ashworth Scale(MAS)를 사용하여 측정하고, 측정 후 검사자간 신뢰도 검사를 위해 크론바흐(cronbach) α값을 구하였다.

4) 운동프로그램

실험군과 대조군은 6주간의 실험기간 동안 기본적으로 주 5회 물리치료를 받았다. 물리치료는 치료사와 1 대 1로 실시하는 운동치료 30분과 전동자전거타기(수동운동), 바로서기, 손발자전거타기(능동운동) 등의 기구사용을 30분 이상 매일 1회씩, 주5회, 6주 동안 실시하였다.

실험군은 대조군과 별도로 등속성 운동기구인 Cybex 6000을 이용한 마비측 엉덩관절 펴기와 굽힘근의 등속성 운동을 ACSM

[1]의 지침과 Teixeira-Salmela et al [30]의 운동프로그램을 일부 수정하여 1일 30분간, 주3회, 6주 동안 추가로 실시하였다. 등속성 운동에 관련된 인원은 검사자 1명과 보조자 1명으로 구성하였다. 운동프로그램은 검사, 준비운동, 등속성 운동, 정리운동 순서로 실시하였다. 검사자가 환자의 혈압, 맥박, 호흡수를 체크한 다음, 준비운동으로 마비측 엉덩관절 펌근과 굽힘근에 대한 수동관절운동과 신장운동을 5분 동안 실시하였다 [30]. 등속성 운동은 복와위 자세에서 엉덩관절과 무릎관절을 편안하게 굽힌 다음 엉덩관절을 가능한 빠르게 펴고, 굽힘하였다. 각속도 30 °/sec에서 10회 반복운동, 각속도 60 °/sec에서 10회 반복운동, 각속도 120 °/sec에서 10회 반복운동을 하였고, 각각의 각속도 사이에는 2분 이상 충분한 휴식 시간을 두었다. 근육운동 형태는 펌근과 굽힘근 모두 구심성 수축으로 하였다. 운동을 하는 동안 치료사는 “좀더!”, “힘 있게!” 등의 구두 명령을 주고, 모니터에 나타나는 그래프를 환자가 볼 수 있게 하여 청각과 시각 피드백 효과를 줌으로써 환자로 하여금 최대의 운동 능력을 낼 수 있게 하였다. 이후 정리운동으로 마비측 엉덩관절 펌근과 굽힘근에 대한 수동관절운동과 신장운동을 5분 동안 실시하였다.

3. 자료처리방법

본 연구의 자료는 SPSS 18.0 for Windows 프로그램을 이용하였으며, 모든 결과는 평균과 표준편차를 산출하여 도표화하였고, 두 집단 간의 차이를 검증하기 위하여 독립표본 t 검정 (independent t-test)을, 실험 전과 후 변화 비교를 위해 대응표본 t 검정 (paired t-test)을 실시하였다. 또한 강직은 순위척도인 MAS를 사용하여 실험 전과 후에 측정된 후 분포표로 표시하였으며, 측정자간 신뢰도를 구하기 위해 크론바흐(cronbach) α 값을 산출한 후 집단간 실험 전·후 강직의 차이를 비모수 검정인 맨 휘트니스 검정(Mann-Whitney Test)으로 처리 하였다. 모든 결과의 통계적 유의수준(α)은 .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 등속성근력 변화 비교

1) 엉덩관절 굽힘근과 펌근의 실험 전후 각속도별 등속성근력 변화 비교

실험군과 대조군의 마비측 엉덩관절 굽힘근에 대한 각속도별 등속성근력 변화를 비교한 결과 실험군에서는 모든 각속도에서 유의한 증가를 보였지만($p<.05$), 대조군에서는 각속도 30 °/sec와

120 °/sec에서만 통계학적으로 유의하게 증가되었다($p<.05$). 실험군과 대조군의 마비측 엉덩관절 펌근에 대한 각속도별 등속성근력 변화를 비교한 결과 실험군에서는 모든 각속도에서 통계학적으로 유의한 증가를 보였지만($p<.05$), 대조군에서는 각속도 30 °/sec에서만 통계학적으로 유의하게 증가되었다($p<.05$).

Table 2. The comparison of change in hip flexor and extensor angular velocity

	Angular velocity	Pre	Post 6 weeks	t	p
F	EG 30 ° /sec	54.38±18.15	76.00±21.61	6.090	.000*
	EG 60 ° /sec	46.38±14.17	62.92±21.07	5.071	.000*
	EG 120 ° / sec	36.00±15.33	47.92±22.16	4.652	.001*
	CG 30 ° /sec	53.23±21.26	63.15±24.59	3.135	.009*
	CG 60 ° /sec	44.62±19.67	52.46±23.25	1.776	.101
	CG 120 ° /sec	35.08±10.94	39.38±12.40	2.268	.043*
E	EG 30 ° /sec	73.46±26.62	101.54±22.28	7.032	.000*
	EG 60 ° /sec	65.23±22.53	91.77±20.79	7.876	.000*
	EG 120 ° / sec	48.62±15.33	61.92±26.46	5.037	.000*
	CG 30 ° /sec	76.43±27.77	86.50±28.28	2.550	.025*
	CG 60 ° /sec	63.86±24.76	69.36±24.18	1.138	.277
	CG 120 ° / sec	42.43±19.21	42.79±18.11	0.027	.979

Values are means and SD, *, $p<.05$

F: Flexor, E: Extensor, EG: Experimental Group, CG: Control Group

2) 각속도별 등속성근력 변화를 비교

실험 전과 후에 측정된 각속도별 등속성근력의 변화율을 두 집단 사이에 비교한 결과 펌근에서는 모든 각속도에서 실험군과 대조군 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었지만($p<.05$), 굽힘근에서는 30 °/sec 와 120 °/sec 에서만 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

Table 3. The comparison ratio of change in isokinetic muscle strength each angular velocity between groups

	Angular velocity	Experimental Group	Control Group	t	p
Flexor	30 ° /sec	44.37±36.65	20.06±20.27	-2.093	.047*
	60 ° /sec	35.80±27.99	21.39±47.57	-0.941	.356
	120 ° / sec	32.57±19.08	13.19±18.24	-2.648	.014*
Extensor	30 ° /sec	48.40±38.11	17.24±22.20	-2.548	.018*
	60 ° /sec	50.46±40.39	12.51±31.79	-2.662	.014*
	120 ° / sec	37.74±48.42	5.07±23.78	-2.184	.039*

Values are means and SD, *, $p<.05$

2. 보행속도 비교

실험군과 대조군의 실험 전과 후에 검사한 보행속도를 살펴 보면 실험군과 대조군 모두 실험 전 보다 실험 후에 보행 속도가

빨라졌지만, 두 집단 사이의 비교에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 실험군과 대조군의 실험 전과 후에 검사한 보행속도의 변화율을 두 집단 사이에 비교한 결과는 두 집단 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

Table 4. The comparison of change gait speed and ratio of change gait speed

	Experimental group	Control group	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre	0.32±0.06	0.31±0.04	-0.283	.139
Post	0.56±0.22	0.44±0.16	-1.530	.078
Ratio of change (%)	71.11±33.34	38.80±30.25	-2.588	.016*

Values are means and SD, *: $p<.05$

3. 강직 비교

1) MAS를 이용한 강직 분포

실험 전과 후에 검사한 강직의 분포를 보면 대조군에서는 실험 후 grade1+ 에서 2명이 줄었지만, 실험 군에서는 실험 전과 후의 분포가 변화 없이 나타났다. 그러나 실험 전 1등급에서 실험 후 1+등급으로 강직이 증가된 환자는 대조군에서 9명 중에 1명, 실험군에서는 10명 중에 1명이 있었다. 실험 전 1+등급에서 실험 후 1등급으로 강직이 감소된 환자는 대조군에서 4명 중에 3명, 실험군에서는 3명 중에 1명이 있었다. 3명의 검사자가 측정 한 측정자간 신뢰도는 크론바흐(cronbach) α 값이 .747이었다.

Table 5. Spasticity distribution of using a Modified Ashworth Scale

	Experimental group		Control group	
MAS	Pre	Post	Pre	Post
1	9	11	10	10
1+	4	4	3	3

2) 실험 전후 집단간 강직의 차이 비교

두 집단 사이에 강직의 차이 비교는 순위 척도인 MAS를 사용하여 측정한 값을 비모수 검정-맨 휘트니스 검정(Mann-whitney Test)으로 처리 후 비교한 결과 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p>.05$).

Table 6. The difference of spasticity in each groups

	EG	CG	<i>z</i>	<i>p</i>
Pre	14.00	13.00	-.434	.762
Post	13.00	14.00	-.488	.762

IV. 논의

1. 등속성 운동과 근력과의 관계

등속성 운동을 실시한 실험군에서는 폼근과 굽힘근 모두 유의한 증가를 보였지만, 일반적인 운동만 실시한 대조군의 굽힘근에서는 30 °/sec와 120 °/sec에서, 폼근에서는 30 °/sec에서만 유의한 증가를 보였다. 또한 등속성근력 변화율을 비교한 결과에서도 굽힘근은 30 °/sec와 120 °/sec에서, 폼근에서는 모든 각속도(30 °/sec와 60 °/sec, 120 °/sec)에서 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이가 있었다. Thistle et al [31]이 51명의 성인 남자를 대상으로 8주 동안 등척성 운동, 점진적 저항운동, 등속성 운동을 실시하여 등속성 운동에서 근력의 증가가 현저한 것을 증명하였다. Jenkins et al [17]과 Chon et al [7]은 뇌졸중 환자를 대상으로 등속성 운동 후 모든 각속도에서 우력의 의미 있는 증가를 보인다고 하였다. 본 연구의 결과에서도 등속성 운동을 실시한 실험군에서는 각각의 각속도에서 대조군 보다 등속성근력이 유의한 증가를 보여, Jenkins et al [17]과 Chon et al [7]의 연구 결과에 부합한다고 할 수 있다. 따라서 등속성 운동이 근골격계 환자뿐만 아니라 뇌졸중 환자의 근력강화에도 중요한 역할을 할 수 있다고 사료된다.

Knutsson & Martensson [22]의 연구에서는 강직성 반신마비 환자들을 대상으로 하는 등속성 운동에서 각속도가 빨라질수록 등속성근력이 감소하였고, 능동적인 운동이 수동적 운동보다 길항근의 수축이 더 심해져 운동수행이 어려워졌다. 이러한 결과는 Chokroverty et al [6]의 연구로 설명된다. Chokroverty et al [6]은 반신마비 환자들을 대상으로 시행한 근육 생검에서 typeII 근섬유의 위축이 심하게 나타나는 것을 관찰하였다. 이는 근섬유의 활성화 문턱값이 typeII 보다 type I 섬유의 낮아서, 강직이 있는 환자에서는 type I 섬유가 주로 활성화되기 때문이다. 그리고 Thortensson & Karlsson [32]은 typeII 섬유가 많을수록 빠른 속도에서 높은 우력치를 나타낼 수 있다고 하였다. typeII 섬유가 상대적으로 많이 위축되어 있는 반신마비 환자는 정상인과의 등속성근력을 비교한 Kim [18]의 연구결과와 같이 두 군 사이의 엉덩관절 폼근의 체중 당 최대우력값의 변화율에서 유의한 차이를 보여, 각속도가 빨라질수록 정상인에 비해 운동 수행이 어려웠고 빠른 각속도에서의 우력치가 느린 각속도에서의 우력치 보다 낮았다. 이러한 결과는 실험군과 대조군 모두 각속도가 빨라질수록 등속성근력이 감소하는 결과를 보여준 본 연구결과와도 부합한다. 이는 typeII 근섬유가 상대적으로 많이 위축되어 있는 반신마비 환자에 있어서 각속도가 빨라질수록 정상인에 비해서 운동 수행이 어려울 것이라는 Thortensson & Karlsson [32]의 연구를

뒷받침하는 결과라고 할 수 있다.

또한 본 연구에서는 뇌졸중 환자들이 빠른 속도에서의 과제 수행이 쉽지 않은 점 때문에 등속성 운동 범위를 30 °/sec, 60 °/sec, 120 °/sec로 낮은 범위에서 설정하여 등속성근력을 검사하고 점진적인 등속성 운동을 실시한 다음 각속도별 등속성근력 변화를 측정한 결과, 실험군은 엉덩관절 펌근과 굽힘근 모두 각각의 각속도에서 등속성근력이 유의하게 증가하는 것을 볼 수 있었지만, 대조군에서는 엉덩관절 굽힘근에서 30 °/sec와 120 °/sec, 펌근에서는 30 °/sec에서만 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. Sherman et al [26]은 무릎관절 인대수술 후의 환자들을 대상으로 연구한 결과 빠른 속도에서 치료한 집단은 빠른 속도에서, 느린 속도에서 치료한 집단은 느린 속도에서만 통계적으로 의미 있는 우력의 증가를 보였다. 반면 Chon et al [7]과 Jenkins et al [17]은 설정되는 각속도에 관계없이 등속성 운동 후 모든 각속도에서 우력의 의미 있는 증가를 보인다고 하였고, Smith & Melton [28]은 빠른 속도에서 운동한 집단은 빠른 속도에서만 우력이 의미 있게 증가하였지만, 느린 속도에서 운동한 집단은 모든 각속도에서 우력이 증가하였다는 보고를 하였고, Jang [16]은 고속에서 운동한 집단과 저속에서 점진적으로 각속도를 높이면서 운동한 집단 모두에서 우력이 의미 있는 증가를 보였다고 하였다. 이처럼 운동속도와 우력의 관계에서는 저자들에 따라서 서로 다른 연구 결과들을 보고하고 있다. 다만 Chon et al [7]은 등속성 운동 치료시 느린 각속도에서 점차 빠른 각속도로 늘려가는 것이 좋은 방법이라고 제시하였고, Jang [16]도 저속에서 고속으로 속도를 점진적으로 높여 가는 운동 방법이 근력과 보행 속도 증진에 유용하다고 하였다. 결국 본 연구의 결과는 Chon et al [7]과 Jang [16]의 연구에서 보고한 것과 같이 반신마비 환자들을 대상으로 하는 등속성 운동 치료는 환자의 회복 상태를 고려하여 낮은 속도에서 시작하여 점차 빠르게 하는 것이 좋다는 의견과 부합한다. 또한 실험군의 경우 각속도를 점진적으로 증가시키면서 운동을 실시하여 환자들이 속도에 대한 적응을 하였고 모든 각속도에서 유의한 등속성근력 증가를 보였지만, 대조군에서는 일반적인 운동만을 실시하였으므로 환자들이 속도에 대한 적응이 부족했을 것이라 생각된다. 그러므로 type II 근 섬유유의 위축이 심한 뇌졸중 반신마비 환자에 대한 등속성 운동은 환자의 회복 상태를 고려하여 낮은 속도에서 시작하여 점차 빠르게 하는 것이 좋을 것이다. 따라서 점진적인 등속성 운동은 type II 근육 섬유에 대한 활성화뿐만 아니라, 환자들에게 기능적인 움직임을 재교육함에 있어서 속도에 대한 적응훈련 효과가 있다고 할 수 있다.

2. 등속성 운동과 보행속도와의 관계

본 연구에서는 실험군과 대조군 모두 실험 전 보다 실험 후에 보행 속도가 빨라졌지만, 실험 전과 후에 두 집단간의 비교에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 하지만 보행속도의 변화율을 비교한 결과는 통계학적으로 유의하게 빨라진 것을 볼 수 있었다. Glasser [14]는 뇌졸중 환자들을 대상으로 한 연구에서 대조군은 일반적인 보행훈련만 받게 하고, 실험군은 Kinetron을 이용한 등속성 운동 치료를 첨가하여 치료한 결과 두 군 사이에 보행속도의 차이는 없었다고 하였다. 국내에서는 Chon et al [7]이 뇌졸중 반신마비 환자의 재활치료에 등속성 운동 치료를 첨가하여 보행속도의 증가에 많은 도움을 얻었다고 하였으며, Jang [16]도 무릎관절 굴근에 대한 등속성 운동을 통하여 근력과 보행 속도에 유의한 차이가 있었다고 보고하였다. Kim et al [21]은 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향을 분석한 결과 앉은 자세에서의 균형과 다리 근력이 보행에 기여하는 중요도가 크다고 하였다. Teixeira-Salmela et al [30]의 연구자들은 뇌성마비 아동이나 성인들에게서 시행한 근력강화운동이 근력과 전반적인 기능을 향상시킨다고 결론을 내리고 있다. 그러므로 본 연구 결과는 선행 연구들 특히 Teixeira-Salmela et al [30]의 결과에 부합한다고 할 수 있다. 따라서 뇌졸중 반신마비 환자의 등속성 운동에 의한 마비측 근력 향상은 보행 속도 증진에 도움을 줄 수 있으며 [35], 특히 엉덩관절 펌근과 굽힘근에 대한 근력이 보행속도에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다.

3. 등속성 운동과 강직과의 관계

본 연구에서는 3명의 치료사가 순위척도인 Modified Ashworth Scale로 강직을 측정하여 측정자간 신뢰도 검사에서 크론바흐(cronbach) α값이 .747로 신뢰할 만한 결과를 얻었다. 연구 대상자는 모두 MAS 1등급 또는 1+등급으로 강직의 정도가 경한 환자들은 선정하여 분포표로 표시하였다. 실험 전과 실험 후에 검사한 강직의 분포를 보면 대조군에서는 실험 후 1+ 등급에서 2명이 줄었지만, 실험군에서는 실험 전과 후의 분포가 변화 없이 나타났다. 하지만 실험 후 1등급에서 1+등급으로 강직이 증가된 환자는 대조군에서 9명 중에 1명, 실험군에서는 10명 중에 1명이 있었고, 1+등급에서 1등급으로 강직이 감소된 환자는 대조군에서 4명 중에 3명, 실험군에서는 3명 중에 1명이 있었다.

반신마비 환자들을 대상으로 등속성 운동 즉 근력강화운동을 할 경우 강직이 더 증가될 수 있다는 우려는 Knutsson & Martensson [22]이 최대의 수의적 운동시 강직이 증가 된다는 보고를 하였으며, Harris [15]는 강직성 근육(spastic muscle)에는 절

대로 근력강화운동을 하여서는 안 된다고 하였다. 하지만 McLellan [23]은 경한 강직이 있는 환자에서는 수의적 운동 시 오히려 강직이 억제되며, 심한 강직이 있는 환자에서만 강직이 심해질 수 있다고 하였다. 본 연구의 결과는 Knutsson & Martensson [22]의 연구에 부합하는 측면이 있지만, Harris [15]의 연구에는 반하는 결과이다. 또한 집단간 실험 전·후 강직의 비교에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었지만 보행속도 변화율에서 실험군의 보행속도 증가율이 유의하게 빠른 향상을 보여줌으로써 McLellan [23]의 연구에 부합하는 결과를 보여주고 있다. 따라서 경증의 강직성 반신마비 환자에 대한 등속성 운동이 강직에 미치는 영향은 크지 않다고 할 수 있다.

V. 결론

이상의 결과들을 종합하면, 경증의 강직성 뇌졸중 반신마비 환자의 엉덩관절 펌근과 굽힘근에 대한 6주간의 등속성 운동은 모든 각속도에서 유의한 근력증가를 나타냈다. 따라서 등속성 운동은 근골격계 환자뿐만 아니라 뇌졸중 환자의 근력강화에도 중요한 역할을 할 수 있다고 사료된다. 또한 점진적인 등속성 운동을 실시한 다음 각속도별 등속성근력 변화를 측정할 결과, 실험군은 엉덩관절 펌근과 굽힘근 모두 각각의 각속도에서 등속성근력이 유의하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 type II 근육 섬유에 대한 활성화뿐만 아니라, 환자들에게 기능적인 움직임을 재교육함에 있어서 점진적인 등속성 운동의 속도에 대한 적응훈련이 필요하다고 할 수 있다. 한편, 보행속도 변화율에서는 등속성 운동의 실험군이 보행속도변화율에서 유의한 차이의 결과를 얻었다. 이는 등속성 운동에 의한 마비측 근력 향상이 보행속도 증진에 도움이 된다고 할 수 있다. 그러나 등속성 운동이 강직에 미치는 영향은 크지 않다고 할 수 있다.

References

- [1] American College of Sports Medicine (2002). *ACSM's Guideline for Exercise Testing and Prescription*, 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 57–113.
- [2] Basmajian JV & Wolf SL (1990). *Therapeutic exercise*, 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 260–277.
- [3] Bobath B (1990). *Adult Hemiplegia: Evaluation and treatment*, 3rd ed., London: Heinemann Published.
- [4] Bohannon RW (1987). Relative decreases in knee extension torque with increased knee extension velocities in stroke. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 67(8): 1218–1220.
- [5] Butland RJA, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, & Gedds DM (1982). Two–six–, and 12–minute walking tests in respiratory disease. *British Medical Journal*, 284(6329): 1607–1608.
- [6] Chokroverty S, Reyes MG, Rubino FA, & Baron KD (1976). Hemiplegic amyotrophy. Muscle and motor point biopsy study. *Neurology*, 33(2): 104–110.
- [7] Chon JS, Shin JS, & Chun SI (1991). The Effectiveness of Isokinetic Exercise for Hemiplegic Patients. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 15(1): 57–66.
- [8] Damiano DL & Abel MF (1998). Functional outcomes of strengthening in spastic cerebral palsy. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(2): 119–125.
- [9] Dettmann MA, Linder MT, & Sepic SB (1987). Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patients. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(2): 77–90.
- [10] Dietz V, Quintern J, & Berger W (1981). Electrophysiological studies of gait in spasticity and rigidity: evidence that altered mechanical properties of muscle contribute to hypertonia. *Brain*, 104(3): 431–449.
- [11] Engart M, Knusson E, Jonsson M, & Sternhag M (1995). Dynamic muscle strength training in stroke patients: effects on knee extension torque, electromyographic activity, and motor function. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(5): 419–425.
- [12] Esselman PC, deLateur BJ, Alquist AD, Questad KA, & Giaconi RM et al (1991). Torque development in isokinetic training. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(10): 723–728.
- [13] Kwon YS, Kang CG, Jung BO, Park RJ, & Kim JS (1999). Moment and power of lower extremities during hemiplegic gait. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 11(1): 55–61.
- [14] Glasser L (1986). Effects of isokinetic training on the rate of movement during ambulation in hemiparetic patients. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 66(5): 673–676.
- [15] Harris SR (2001). Challenging Myths in Physical Therapy. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 81(6): 1180–1182.
- [16] Jang MH (2000). Effects of knee flexor isokinetic training on Knee muscles strength and walking speed in hemiplegia. *The Journal of Korean Academy of Physical Therapist*, 7(2): 711–725.
- [17] Jenkins WL, Thackaberry M, & Killian C (1984). Speed–specific isokinetic training. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 6(3): 181–183.
- [18] Kim HJ (2003). A comparative study on isokinetic muscular power of hip and knee joint between general people and hemiplegia [thesis]. Seoul: Kyunghee University.
- [19] Kim JM (2003). *Clinical Neurology*. Jung Dam Media.
- [20] Kim NJ, Kim HS, Oh JK, & Lee BH (2006). Effects of elastic band

- p>exercise on upper and lower electromyographic activity in stroke.
- Exercise Science*
- , 15(4): 329-335.
- [21] Kim YC, Jang SJ, Park MY, & Park SW (1992). Prognostic Factors of Ambulation in Stroke Patients. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 16(4): 443-451.
- [22] Knutsson D & Martensson A (1980). Dynamic motor capacity in spastic paresis and its relation to prime mover dysfunction, spastic reflexes and antagonist co-activation. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 12(3): 93-106.
- [23] McLellan DL (1977). Co-contraction and stretch reflexes in spasticity during treatment with baclofen. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 40(1): 30-38.
- [24] Miller GJT & Light KE (1997). Strength training in spastic hemiparesis: Should it be avoided?. *NeuroRehabilitation*, 9(1): 17-28.
- [25] National stroke Association (2000). *Spasticity after stroke*. National Stroke Association.
- [26] Sherman WM, Pearson DR, Plyley MJ, Costill DL, & Habansky AJ et al (1982). Isokinetic rehabilitation after surgery. *American Journal of Sports Medicine*, 10(3): 155-161.
- [27] Shin YA & Lee HK (2005). The effects of Aerobic and resistance training on stroke risk factor and ADL-related fitness variables in hemiplegia patients. *Exercise Science*, 14(3): 267-280.
- [28] Smith MJ & Melton P (1981). Isokinetic versus isotonic variable-resistance training. *American Journal of Sports Medicine*, 9(4): 275-279.
- [29] Song BH & Yoon JS (2009). The effects of isokinetic exercise of the trunk muscles on lipid hormone components in the hemiplegic patients. *Exercise Science*, 18(3): 349-360.
- [30] Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, & Brouwer B (1999). Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(10): 1211-1218.
- [31] Thistle HG, Hislop HJ, Maffroid M, & Lowman EW (1967). Isokinetic contraction: A new concepts of resistive exercise. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 48(6): 279-282.
- [32] Thorstensson A & Karlsson J (1976). Fatigability and fibre composition of human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica Journal*, 98(3): 318-322.
- [33] Wagenaar RC & Beek WJ (1992). Hemiplegic gait: kinematic analysis using waking speed as a basis. *Journal of Biomechanics*, 25(9): 1007-1015.
- [34] Wiely ME & Damiano DL (1998). Lower-extremity strength profiles in spastic palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology Journal*, 40(2): 100-107.
- [35] Yoon JS (2009). The influence on gait variables of the difference in muscle strength on hamstring muscles of hemiplegic patients. *Exercise Science*, 18(1): 133-142.
- [36] Yoon JS (2009). Effects of trunk muscle isokinetic exercise on trunk muscle power, balance and gait changes of hemiplegia patients. *Exercise Science*, 18(4): 567-576.
- [37] Yoon TS & Kim MS (1996). Isokinetic Values and Cardiovascular Responses of Hip Abductors and Adductor According to Different Positions of Exercise. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 20(3): 762-770.