



여성노인의 태권 에어로빅스 12주 훈련 후 몸통지르기 동작시 하지관절의 생체역학적 변화

Biomechanical Alterations in the Lower Limb Joints during the Punching Motion of Elderly Women after 12-Weeks of Taekwonaerobics Training

유실*(한양여자대학)

Yoo, Sil*(Hanyang Women's University)

국문요약

이 연구는 여성노인의 태권 에어로빅스 12주 훈련 후 앞굽이 몸통지르기 동작시 하지관절의 생체역학적 변화를 구명하는 것이다. 대상자는 여성노인 10명이 참여하였으며 카메라(MCU-240) 7대와 지면반력기(Kistler-9286AA) 2대를 이용하여 데이터를 수집하였다. 유의수준 .10에서 운동전·후 차이는 다음과 같다. 첫째, 최소 관절각의 변화는 발목의 저축/배축굴곡(왼쪽, $p=0.001^*$), 외변/내변(양쪽, $p=0.009^*$, $p=0.04^*$)과 무릎의 외전/내전(왼쪽, $p=0.04^*$) 및 엉덩이의 내측/외측 회전(양쪽, $p=0.07^*$, $p=0.02^*$)에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 둘째, 최대 관절모멘트 변화는 발목관절의 외변/내변 모멘트(양쪽, $p=0.05^*$, $p=0.05^*$), 무릎관절의 외전/내전 모멘트(왼쪽, $p=0.08^*$) 및 엉덩이관절의 내측/외측 회전 모멘트(오른쪽, $p=0.09^*$)가 통계적으로 유의하게 나타났다. 셋째, 최대 관절과위의 변화는 엉덩이관절의 굴곡/신전(양쪽, $p=0.05^*$, $p=0.01^*$)과 내전/외전(양쪽, $p=0.02^*$, $p=0.00^*$) 및 무릎의 내전/외전(왼쪽, $p=0.00^*$)과위가 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 결론적으로 태권 에어로빅스 몸통지르기 동작이 여성노인들의 하지 관절에 부분적인 생체변화를 일으켰다.

ABSTRACT

S. YOO, Biomechanical Alterations in the Lower Limb Joints during the Punching Motion of Elderly Women after 12-Weeks of Taekwonaerobics Training. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 4, pp. 637-645, 2009. The purpose of this study was to investigate the biomechanical alterations in the punching motion of 10 elderly women after 12 weeks of taekwonaerobics training. Seven infrared cameras(Qualisys MCU-240) and 2 force platforms(Kistler-9286AA) were used to acquire raw data. The results were as follows. First, the minimum joint angles of the lower limbs had a statistically significant difference between both the dorsiflexion/plantar flexion(left, $p=0.001^*$) and the inversion/eversion(both, $p=0.009^*$, $p=0.04^*$) from the ankle angle. There were differences in abduction/adduction(left, $p=0.04^*$) from the knee angle, as well as internal/external rotation(both, $p=0.07^*$, $p=0.02^*$) from the hip angle. Second, the maximum resultant joint moments of the lower limbs had statistically significant differences in the inversion/eversion moment from the ankle joint(both, $p=0.05^*$, $p=0.05^*$), the abduction/adduction moment(left, $p=0.08^*$) from the knee joint, and the internal/external rotation moment(right, $p=0.09^*$) from the hip joint. Third, the maximum resultant joint powers of the lower limbs had a statistically significant difference both in flexion/extension joint powers(both, $p=0.05^*$, $p=0.01^*$) and in abduction/adduction(both, $p=0.02^*$, $p=0.00^*$) from the hip joint, as well as abduction/adduction(left, $p=0.00^*$) from the knee joint. In conclusion, the elderly women were somewhat changed after 12 weeks of taekwonaerobics training.

KEYWORDS : AEROBICS, PUNCHING BODY MOTION, JOINT MOMENT, JOINT POWER

이 연구는 2009년도 한양여자대학 대학연구지원비(한양여대 2009-1-024)의 지원으로 연구되었음.

*Corresponding Author : 유실

서울특별시 성동구 행당동 17 한양여자대학 사회체육과

Tel : 02-2290-2434 / Fax : 02-2290-2439

E-mail : yoosil@hywoman.ac.kr

I. 서론

최근 우리사회는 고령화와 함께 생활습관 변화로 인하여 만성퇴행성질환이 급증하고 있다. 65세 이상 노인의 87%가 1개 이상의 만성질환을 앓고 있는 현실이다. 주요 만성퇴행성질환은 규칙적인 운동을 통해 예방(관상동맥질환의 33%, 뇌졸중과 당뇨의 25%)할 수 있으나, 주 3회 이상 운동하는 우리나라 성인은 20.6%에(핀란드 60%, 캐나다 40%, 미국 31%) 불과하다(김양래, 2006). 외국의 경우 이러한 고령화 사회에 대한 대응책으로 노인들의 삶의 질을 높이기 위한 많은 운동프로그램들이 개발되어 정신적·신체적·사회적으로 향상되어진 사례를 많이 볼 수 있으며(McCartney, McKelvie, Martin, Sale & MacDougall, 1993; Moritani & deVries, 1980), 이외에도 여러 연구가 노인의 근력강화와 걷기운동에 대한 긍정적 연구결과들을 보고하였다(Gross, stevson, Charette, Pyka & Marcus, 1992; Hess & Woollacott, 2005; Judge, Lindsey, Underwood & Winsenius, 1993; Liu-Ambrose et al, 2004; Rogers, Fernandez & Bohlken, 2001; Schlicht, Camaionea & Owen, 2001).

이에 한국노인의 정서에 맞는 운동 프로그램이 필요하며 이런 취지에서 개발된 태권에어로빅스는 한국의 전통무예인 태권도와 에어로빅스 운동을 접목한 것으로 일반인들의 건강증진을 위한 새로운 운동프로그램으로써 한국적 정서와 리듬운동의 즐거움을 겸비한 운동프로그램이다. 태권에어로빅스는 현재 초급, 중급, 상급 및 모두 다함께의 4과정으로 되어 있으며 이중에서 초급과정은 노인을 위한 과정으로서 겨루기와 몸통지르기 동작이 포함되어 있다(이영숙 등, 2007).

태권도 기본동작의 하나인 몸통지르기 동작 중 태권 에어로빅스 초급과정에서 보여주는 몸통지르기 동작은 앞굽이 몸통지르기동작으로서 한발을 앞으로 내딛으며 중심이동이 크게 일어난다. 특히 일정한 음악에 맞추어 동작을 실시하면 에어로빅 요소인 상하체의 조화로운 협응과 태권도의 절도 있는 멋스러움이 더하여 큰 즐거움을 준다.

한편 고령노인 중 여성노인의 수명 증가로 인하여 65세 이상 인구 여자100명당 남자인구를 나타내는 성비는 68.1%로 여성노인이 증가하고 있는 추세이며 여성노

인이 겪는 가장 어려운 문제는 건강문제(47.9%)로 나타나고 있다(조갑래, 2008). 그러므로 태권에어로빅스가 여성노인의 건강문제(근력강화와 평형능력 증가)해결에 긍정적인 역할을 할 것이다.

그동안 태권도의 몸통지르기와 관련된 선행연구들은 상체를 중심으로 규명되어왔다. 지르기는 팔굽을 뺀으며 주먹이 주로 일직선으로 움직여 미는 팔굽을 굽힌 채로 또는 편 채로 손이나 주먹이 원을 그리며 움직여 목표를 가하는 것이라 했다(국기원, 2008). 그리고 태권도의 기본동작인 주춤 몸통지르기 기술은 전완의 굴곡과 신전 그리고 내외회전에 의한 회전운동과 근력 및 외력에 의한 각운동량이 전이를 효율적으로 수행하는 동작이라 했다(강성철, 김의환, 신현무, 김성섭, 김태완, 2007).

또한 노인들의 하지관절과 관련된 연구들을 살펴보면 40세 이상의 성인을 대상으로 계단오르기시의 좌우면과 전후면 상에서의 관절 모멘트의 변화를 연구했는데 특히 계단 오를 때의 무릎 신전모멘트가 0.98 Nm/kg으로 평지를 걸을 때의 0.42 Nm/kg 보다 2배 이상 발생한 것으로 나타나며(Nadeau, McFadyen & Malouin, 2003), 슬관절 통증이 있는 환자와 통제그룹간의 계단 보행 시 관절모멘트의 차이를 비교했는데, 두 그룹의 무릎모멘트를 살펴보면 오를 때 각기 0.75 Nm/kg와 1.11 Nm/kg 이었으며, 내려올 때는 0.50 Nm/kg와 0.78 Nm/kg 으로 나타나 계단을 오를 때와 내려갈 때 모두 환자들 그룹의 무릎모멘트가 통제그룹의 무릎모멘트보다 유의하게 작게 나타났다(Salsich, Brechter & Powers, 2001).

태권에어로빅스의 몸통지르기 동작은 지르거나 계단보행과는 달리 한발이 앞으로 나아가면서 무릎을 굽히기 때문에 중심이 앞으로 이동하면서 밀로 내려가므로 운동초기에는 발목 및 무릎에 큰 부하를 느끼게 된다. 그러나 이 동작을 지속적으로 훈련하면 효율적인 하지관절의 적정 각도가 터득되고, 반복운동하면 하지근력의 훈련 효과가 있다.

따라서 여성노인이 태권에어로빅스 12주 훈련 후 몸통지르기 동작의 관절 동작범위(ROM), 회전 효과 및 단위 시간당 회전일을 나타내는 각각의 관절각, 관절 모멘트와 관절과위의 생체역학적 변화(차이 및 패턴)를 구명하고자

가설을 “훈련 전후간의 최소관절각, 최대모멘트 및 관절 파워는 차이가 없을 것이다”로 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 태권에어로빅스 프로그램에 3개월 이상 참여한 10명의 여성 노인을 대상으로 하였으며 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자의 신체적 특성

대상자	연령 (yrs)	신장 (cm)	체중 pre (kg)	체중 post (kg)
M	73.1	151.8	57.4	57.03
±SD	2.69	4.66	5.40	6.12

2. 실험방법

태권에어로빅스 운동프로그램에 제시된 바와 같이 몸통지르기 동작을 오른발 앞굽이로 실시하였으며, 이때 촬영을 위해서 대상자에게 소매가 없는 검은색 상의와 타이트한 반바지를 착용시키고 Qualisys System의 마커부착 위치에 부착하였다<그림 1>. 마커를 부착한 후, Qualisys사의 Proreflex MCU-240 카메라 7대를 샘플링을 100Hz로 촬영하였다. 이때 획득한 2차원 원자료는 NLT(Nonlinear Transformation)방법으로 3차원 위치 좌표로 변환하였다.

전역좌표계는 <그림 2>처럼 설정하였으며 모멘트와 파워 측정을 위한 지면반력은 영상장비와 동조하여 Kistler사의 9286AA모델 지면반력기 2대를 사용하여 획득하였다.

3. 실험절차

실험 전 대상자들에게 실험의 목적 및 내용을 설명하고 동의한 대상자에게 주의사항을 주지시킨 후, 2007

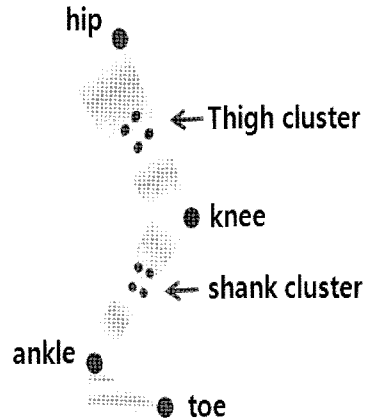


그림 1. 하지의 마커부착점

년 개발된 태권에어로빅스 초급동작의 몸통지르기 동작을 지면반력기 위에서 촬영하였다. 이때 오른발이 앞쪽 반력기 위에, 왼발이 뒤쪽 반력기 위에 놓이도록 하였다. 이후 1주에 3일 1시간의 태권에어로빅스 운동을 12주간 참여한 대상자들을 동일한 방법으로 재촬영하였다.

4. 국면 및 이벤트 정의

태권에어로빅스 몸통지르기 동작의 국면 및 이벤트는 <그림2>와 같다.



그림 2. 이벤트 설정

국면1 : Event1 (태권에어로빅스 몸통지르기 동작이 시작되는 시점; 오른발 앞, 왼발 뒤) - Event2 (왼팔을 앞으로 뻗으며 오른쪽 무릎의 최대굴곡 시점)

국면2 : Event2 (왼팔을 앞으로 뻗으며 오른쪽 무릎의 최대굴곡 시점) - Event3 (오른팔을 앞으로 뻗으며 오른쪽 무릎의 최소 굴곡 시점)

표 2. 하지의 최소 각도

(unit: deg)

Joint	left					right					
	before		after		p	before		after		p	
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD		
hip	x	3.50	12.35	5.40	3.84	0.64	-33.67	11.13	-27.24	13.66	0.23
	y	3.61	5.61	5.67	7.56	0.58	5.22	11.48	7.86	11.54	0.62
	z	10.15	6.67	3.50	8.04	0.07*	-7.96	8.17	1.84	9.81	0.02*
knee	x	-45.14	14.45	-49.10	15.47	0.67	-56.63	9.83	-52.88	18.28	0.65
	y	-9.27	4.39	-14.65	6.45	0.04*	0.08	8.10	-1.77	8.32	0.70
ankle	x	7.39	7.77	-29.63	5.76	0.001*	-0.62	4.62	-4.74	9.12	0.22
	y	-26.21	12.63	0.39	6.55	0.009*	5.83	3.61	1.38	6.02	0.04*

5. 자료 및 통계처리

자료처리는 Qualisys System(Sweden)의 QTM(Motion Capture Software)과 Kistler사의 Bioware를 이용하여 위치좌표와 지면반력 자료를 얻었고 Visual -3D를 이용하여 연구변인을 산출하였다.

앞굽이 몸통지르기 동작에 대해 SPSS 12.0K를 이용하여 하지 관절각도, 관절모멘트와 관절과워에 대하여 평균과 표준편차를 산출하였고 운동전후의 평균치의 차이 검정은 훈련을 독립변인으로 하는 종속 t-test검증 (paired samples t-test)을 실시하였다. 여성노인들의 동작을 고려하여 모든 자료는 .10의 유의수준에서 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 논의

1. 하지의 관절각(Resultant joint angle)

태권에어로빅스 몸통지르기동작 시 운동 전후의 하지 관절 동작범위 차이를 나타내는 최소관절각의 변화를 살펴보면 발목의 저/배측굴곡(왼쪽, X축, $p=0.001^*$), 외/내번(양쪽, Y축, $p=0.009^*$, $p=0.04^*$)과 무릎의 외/내

전(왼쪽, Y축, $p=0.04^*$) 및 엉덩이의 내/외측 회전(양쪽, Z축, $p=0.07^*$, $p=0.02^*$)이 유의수준 .10에서 통계적으로 유의하게 나타났다<표 2>. 유의하게 나타난 변인들의 패턴은 다음과 같다.

1) 왼 발목관절의 배측굴곡/저측굴곡

운동 전·후의 저/배측 굴곡 패턴은 유사하게 나타났으나 운동전에는 저측굴곡($7.39\pm7.77^\circ$), 운동 후에는 배측굴곡($-29.63\pm5.76^\circ$)만이 나타났다<그림 3>. 그리고 운동 후의 동작범위가 운동 전보다 크게 나타난 운동 후 발목관절의 배측 활동성이 증가되었다고 사료된다.

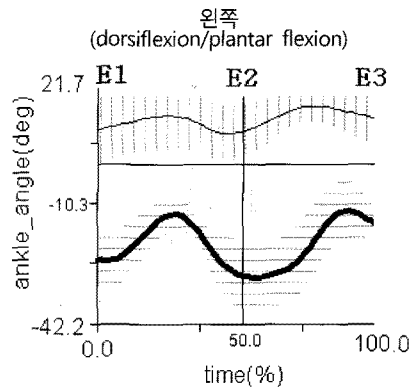


그림 3. 발목의 배/저측 굴곡각 plantar flexion(+),dorsiflexion(-)
— 운동후 — 운동전

2) 양쪽 발목관절의 외변/내변

운동 후의 양쪽발 내/외변의 범위가 운동전보다 작게 나타났다<그림 4>. 이는 운동전 발목관절의 안정성이 부족하여 나타나는 현상으로 판단되며 반복훈련으로 동작이 안정되고 있음을 시사한다.

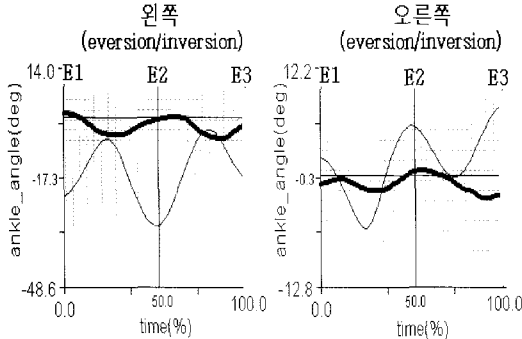


그림 4. 발목의 외/내변각
eversion(+),inversion(-) — 운동후 — 운동전

3) 왼쪽 무릎관절의 외전/내전

운동 전·후의 왼쪽 무릎관절 외전/내전패턴은 유사하나 운동 전의 최소 무릎각은 $-9.27 \pm 4.39^\circ$ 로 내전되고 있었으나, 운동 후에는 $-14.65 \pm 6.45^\circ$ 로 더 많이 내전되었다<그림 5>. 이는 왼쪽 무릎을 자연스럽게 내측으로 더 회전시키면서 왼팔을 앞으로 뻗으며 오른쪽 무릎을 굴곡 시키는 동작을 수행하므로 야기되어진다고 생각된다.

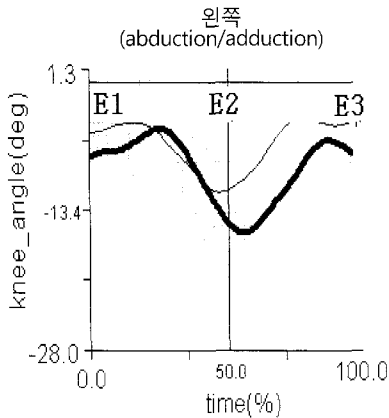


그림 5. 무릎의 내/외전각
abduction(+),adduction(-)
— 운동후 — 운동전

4) 양쪽 엉덩이관절의 내측/외측 회전

운동전 왼쪽 엉덩이 관절은 외측회전만 이루어졌으나 운동 후 내/외측 회전이 일어났으며, 오른쪽은 운동 전 내측회전 운동 후 내/외측 회전이 일어나 상이한 패턴을 보였다<그림 6>. 이는 운동 후 엉덩이 관절의 움직임의 동작범위가 크게 나타나 활동성이 커짐을 시사하는 것이다.

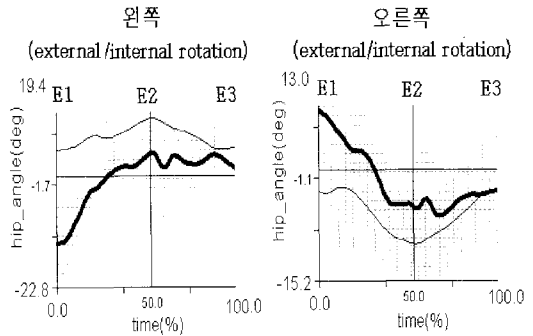


그림 6. 엉덩이 내/외측 회전각
external rotation(+), internal rotation(-)
— 운동후 — 운동전

2. 하지관절의 모멘트 (Resultant joint moment)

태권 에어로빅스 몸통지르기 동작의 운동 전후 하지관절의 회전효과를 나타내는 최대 관절모멘트 변화는 양쪽 발목 관절의 외변/내변 모멘트(Y축, $p=0.05^*$, $p=0.05^*$), 왼쪽 무릎관절의 외전/내전 모멘트(Y축, $p=0.08^*$) 및 오른쪽 엉덩이 관절의 내/외측 회전 모멘트(Z축, $p=0.09^*$)가 유의수준 .10에서 통계적으로 유의하게 나타났다<표 3>. 유의하게 나타난 변인들의 패턴은 다음과 같다.

1) 양쪽 발목관절의 외변/내변 모멘트

운동 전 왼쪽 최대발목 모멘트는 0.02 ± 0.10 Nm/kg로 외변모멘트가 나타났으나, 운동 후에는 -0.05 ± 0.03 Nm/kg로 매우 작은 내변모멘트가 나타났다<그림 7>. 그리고 오른발도 운동 전 -0.06 ± 0.08 Nm/kg으로 내변 모멘트가 나타났으나 운동 후 0.03 ± 0.08 Nm/kg로 외변 모멘트가 나타났다. 이 변인은 통계적으로 유의하게 나타났다으나 수치로 보아 실제로 큰 차이가 없는 것으로 사료된다.

표 3. 하지의 최대모멘트

(unit: Nm/kg)

Joint		left					right				
		before		after		p	before		after		p
		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
hip	x	-0.40	0.31	-0.28	0.16	0.28	0.83	0.41	0.87	0.32	0.82
	y	0.36	0.21	0.28	0.16	0.46	0.42	0.35	0.49	0.39	0.69
	z	-0.17	0.17	-0.14	0.05	0.59	0.32	0.16	0.19	0.08	0.09*
knee	x	0.67	0.39	0.56	0.25	0.55	0.51	0.44	0.67	0.24	0.38
	y	0.11	0.06	0.17	0.11	0.08*	0.20	0.17	0.20	0.16	0.93
ankle	x	0.54	0.15	0.46	0.14	0.28	0.46	0.24	0.39	0.25	0.80
	y	0.02	0.10	-0.05	0.03	0.05*	-0.06	0.08	0.03	0.08	0.05*

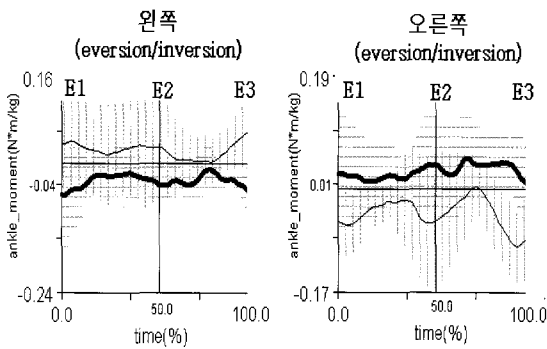


그림 7. 발목 외내번 모멘트
eversion(+), inversion(-) — 운동후 — 운동전

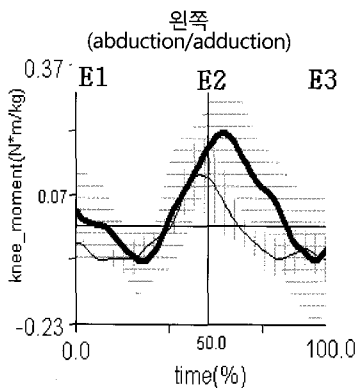


그림 8. 무릎 외내전 모멘트
abduction(+), adduction(-) — 운동후 — 운동전

2) 왼쪽 무릎관절의 외전/내전 모멘트

운동전 왼쪽 무릎은 0.11 ± 0.06 Nm/kg, 운동 후에는 0.17 ± 0.11 Nm/kg 로 운동 후에 무릎에 다소 큰 외전 모멘트가 발생하였으나<그림 8> 노인들의 무릎의 내/외전 모멘트는 매우 작게 나타나므로 실제적으로는 별 차이가 없는 것으로 사료된다.

3) 오른쪽 엉덩이관절의 외측/내측 회전 모멘트

운동 전 오른쪽 엉덩이 관절의 외측회전모멘트는 0.32 ± 0.16 Nm/kg에서 0.19 ± 0.08 Nm/kg로 이 역시 운동 후의 값이 작게 나타났다<그림 9>. 즉, 운동 후 오른쪽 대퇴가 외측으로 회전하는 효과가 작아진 것이며 오른쪽 대퇴를 잘 제어하면서 동작을 수행하는 것으로 생각된다.

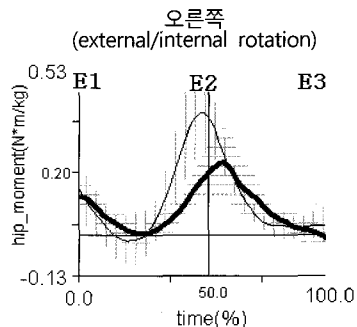


그림 9. 엉덩이 내/외측 회전 모멘트
external rotation(+), internal rotation(-) — 운동후 — 운동전

3. 하지 관절의 파워(Resultant joint power)

관절파워는 관절의 회전 순발력이라고 할 수 있으며 $Power=W/t=M*\omega$ 이다. 양(+)의 파워는 에너지 발산과 모멘트 방향과 각속도의 방향이 일치함을 의미하므로 동심성 수축(concentric contraction)을, 음(-) 파워는 에너지 흡수와 모멘트방향이 각속도의 방향과 반대를 의미하므로 이심성 수축(eccentric contraction)을 의미한다.

태권 에어로빅스 몸통지르기 동작의 운동전후 하지 최대관절파워의 변화는 엉덩이 관절의 굴곡/신전(양쪽, X축, $p=0.05^*$, $p=0.01^*$)과 내/외전(양쪽, Y축, $p=0.02^*$, $p=0.00^*$) 및 무릎의 내/외전(왼쪽, Y축, $p=0.00^*$) 파워가 유의수준 .10에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다<표 4>. 유의하게 나타난 변인들의 패턴은 다음과 같다.

1) 무릎관절의 외전/내전파워

E2(왼팔을 앞쪽으로 뻗으며 오른쪽 무릎의 최대굴곡 시점)에서 운동전은 무릎의 굴곡이 일어나지 않았으나 운동 후에는 내전에 이어 외전이 발생하였다<그림 10>. 이는 E2에서 동심성 수축 후, 이심성 수축이 일어나며 관절의 회전 순발력이 크게 나타남을 시사 하는 것이다.

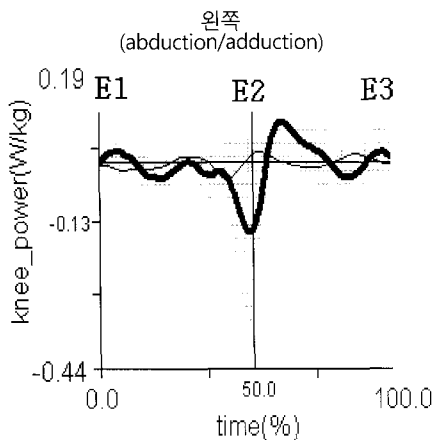


그림 10. 무릎관절의 외/내전 파워 abduction(+),adduction(-) — 운동후 — 운동전

2) 엉덩이 관절의 굴곡/신전파워

운동전·후의 엉덩이 관절의 굴곡/신전파워의 패턴은 상이하게 나타났으며 운동 후 파워의 생성과 흡수가 더 빈번하게 발생하면서 파워 전환이 이루어진다<그림 11>. 이는 이심성 수축과 동심성 수축이 자주 일어나면서 동작이 수행되고 있음을 시사한다.

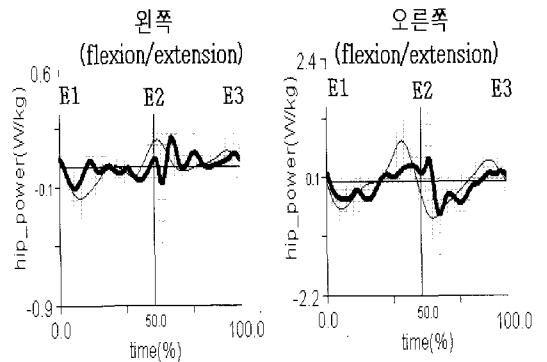


그림 11. 엉덩이 관절의 굴곡/신전파워 extension(+), flexion(-) — 운동후 — 운동전

3) 엉덩이관절의 외전/내전파워

엉덩이관절의 외전/내전파워는 왼쪽은 운동 후 E2에서 내전파워가 크게 나타났으며 오른쪽은 유사하게 나타났다. 이는 운동 후 이심성 수축을 통해 에너지를 흡수하면서 대퇴가 관절모멘트와 각속도의 방향이 상반된 상태에서 내측으로 움직이는 것을 반영한 것이다(그림 12).

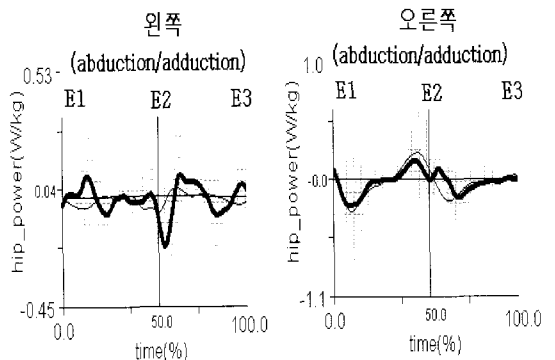


그림 12. 엉덩이 관절의 외/내전 파워 abduction(+),adduction(-) — 운동후 — 운동전

표 4. 하지의 최대파워

(unit: W/kg)

Joint		left					right				
		before		after		p	before		after		p
		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
hip	x	0.19	0.08	0.36	0.18	0.05*	-0.74	0.34	0.79	0.86	0.01*
	y	0.08	0.03	0.19	0.13	0.02*	-0.21	0.24	0.14	0.10	0.00*
	z	0.06	0.04	0.19	0.20	0.12	-0.11	0.06	0.34	0.55	0.34
knee	x	0.94	0.53	0.94	0.54	0.99	0.64	0.16	1.05	0.66	0.11
	y	0.04	0.02	0.12	0.06	0.00*	0.06	0.03	0.06	0.04	0.70
ankle	x	0.50	0.20	0.43	0.28	0.51	0.64	0.16	0.56	0.27	0.61
	y	0.01	0.01	0.02	0.01	0.22	0.06	0.03	0.05	0.02	0.41

이러한 결과들은 이중숙, 양정옥, 이범진, 및 박상욱 (2009)의 연구에서 12주간 복합운동 후 여성노인들의 보행에서 압력중심과 이동곡선이 안정적으로 변화된 결과와 유사한 흐름으로서 운동을 통해 효율적인 운동법을 찾아내고 운동요령을 터득한 결과라 생각된다.

IV. 결론

태권 에어로빅스 몸통지르기 동작에 대한 운동 전·후 여성노인의 생체역학적 변화를 분석한 결과 요약 및 결론은 다음과 같다.

첫째, 최소 관절각의 변화는 발목의 저축/배측굴곡(왼쪽, $p=0.001^*$), 외번/내번(양쪽, $p=0.009^*$, $p=0.04^*$)과 무릎의 외전/내전(왼쪽, $p=0.04^*$) 및 엉덩이의 내측/외측 회전(양쪽, $p=0.07^*$, $p=0.02^*$)에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

둘째, 최대 관절모멘트 변화는 발목관절의 외번/내번 모멘트(양쪽, $p=0.05^*$, $p=0.05^*$), 무릎관절의 외전/내전 모멘트(왼쪽, $p=0.08^*$) 및 엉덩이관절의 내측/외측 회전 모멘트(오른쪽, $p=0.09^*$)가 통계적으로 유의하게 나타났다.

셋째, 최대 관절파워의 변화는 엉덩이관절의 굴곡/신전(양쪽, $p=0.05^*$, $p=0.01^*$)과 내전/외전(양쪽, $p=0.02^*$,

$p=0.00^*$) 및 무릎의 내전/외전(왼쪽, $p=0.00^*$)파워가 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

결론적으로 태권 에어로빅스 몸통지르기 동작이 여성노인의 하지 관절에 부분적인 생체변화를 일으켰다. 향후 실가지도자들이 생활체육현장에서 여성노인을 지도할 때 일반 성인들과 같이 동작을 크고 정확하게 실시할 수 있도록 지도하는 것이 아니라 이러한 노인의 운동특성을 고려하고 적절한 운동방법을 찾아내는 노력이 필요할 것이다.

참고문헌

- 강성철, 김의환, 신현무, 김성섭, 김태완(2007). 태권도 주춤 서 몸통지르기 유형별 생체역학적 변인 비교분석. *한국운동역학회지*, 17(4), 201-208.
- 국기원(2008). *태권도 품새 교본*. 서울: 오성출판사.
- 김양래(2006). 노인체육진흥을 위한 전략개발연구 (MONO1200714314). 서울: 국민체육진흥공단 체육과학연구원.
- 은선덕(2006). 노인의 계단 내려가기 동작 시 계단 높이와 하지 관절 모멘트와의 관계 연구. *한국운동역학회지*, 16(4), 31-38.
- 이영숙, 김성연, 정선미, 장진우, 백승욱, 문숙경(2007).

- 태권 에어로빅스 단계별 운동 프로그램 개발 및 보급. 서울: (사)한국에어로빅스건강과학협회 태권 에어로빅스 연수원.
- 이중숙, 양정옥, 이범진, 박상목(2009). 12주간 복합운동이 여성노인의 족저압에 미치는 영향. *한국운동역학회지*, 19(1), 117-126.
- 조갑래(2008). 2008년 고령화 통계. 통계청. 사회복지 통계과.
- Gross, M., Stevenson P., Charette S., Pyka, G., & Marcus, R.(1998). Effect of muscle strength and movement speed on the biomechanics of rising from a chair in healthy elderly and young women. *Gait & Posture*, 8, 175-85.
- Hess, J. A., & Woollacott, M.(2005). Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28, 582-590.
- Judge, J. O., Lindsey, C., Underwood, M., & Winsemius, D.(1993). Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Physical Therapy*, 73, 254-262.
- Liu-Ambrose, T., Khan, K. M., Eng, J. J., Janssen, P. A., Lord, S. R., & McKay, H. A.(2004). Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52, 657-665.
- McCartney, N., McKelvie, R. S., Martin, J., Sale, D. C., & MacDougall, J. D.(1993). Weight training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *Journal of Applied Physiology*, 74, 1056-1060.
- Moritani, T., & deVries, H. A.(1980). Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *Journal of Gerontology*, 35, 672-682.
- Nadeau, S., McFadyen, B. J., & Malouin F.(2003). Frontal and sagittal plane of stair climbing task in healthy adults aged over 40 years: what are the challenges compared to level walking?. *Clinical Biomechanics*, 18, 950-959.
- Rogers, M. E., Fernandez, J. E., & Bohlken, R. M.(2001). Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 11, 291-298.
- Salsich, G. B., Brechterm, J. H., & Powers, C. M.(2001). Lower extremity kinetics during stair ambulation in patients with and without patellofemoral pain. *Clinical Biomechanics*, 16, 906-912.
- Schlicht, J., Camaionea, C. N., & Owen, S. V.(2001). Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and Sit-to-stand performance in older adults. *The Journals of Gerontology series A: Biological sciences and Medical Sciences*, 56, M281-M286.

투 고 일 : 10월 15일

심 사 일 : 11월 09일

심사완료일 : 12월 28일