



한국운동역학회지, 2004, 제14권 2호, pp. 139-152
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 2, pp. 139-152

태권도 돌려차기 시 분절들의 반동동작

황인승 · 이성철 · 임 정*(연세대학교)

ABSTRACT

Counter movement of the Segments During the *Tae-kwon-do* Roundhouse Kicking

Hwang, In-Seong · Lee, Sung-Cheol · Lim, Jung*(Yonsei university)

I. S. HWANG, S. C. LEE, J. LIM. Counter movement of the Segments During the *Tae-kwon-do* Roundhouse Kicking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 14, No. 2, pp. 139-152, 2004. Two subjects, an expert and a novice, were carefully selected based upon their foot speed. Three dimensional videography was used in the assessment of roundhouse kicking of the *Tae-kwon-Do*.

The local reference frames were imbedded at the trunk, pelvis, thigh and shank. Anatomical angular displacement at the joints were measured by projecting the upper segment's local axes to the lower segment's local reference planes. The local axes again projected to the global reference frames and absolved each segment's movement. The peaks of the anatomical angular displacement curve assessed as the counter movements and the angular movements of the segments in the global space absolved in light of the occurrence of the counter movements.

이 연구는 2003학년도 연세대학교 연구처 논문연구지원비(2003-1-0188)의 지원으로 연구되었음.

투 고 일 : 2004년 6월 30일 접수

심 사 일 : 2004년 7월 6일

심사완료일 : 2004년 8월 14일

* Corresponding author, 120-749 서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교 체육교육관 303호
연락처 : lj5400@yonsei.ac.kr, Tel. 011-469-5400

The expert showed larger and more countermovements than the novice at the all segments. The countermovement occurred more clearly at the trunk than the hip and knee joint and during the preparative movement phase. These countermovements occurrence were due to either by turning upper or lower segments and controlled by the turning direction and sequence of the two nearby segments.

It was revealed that the countermovements of the trunk during the preparative movement phase was the important factor of the power kicking.

KEY WORDS : COUNTERMOVEMENT

I. 서 론

스포츠 기술 중 분절의 회전 속도를 높여 그 끝의 속도를 크게 하려는 기술 즉 던지기, 치기, 차기 등의 기술을 향상시키는 가장 핵심적 요소는 근력을 효율적으로 사용하는 것이다. 근육을 효율적으로 사용하여 최대의 근력을 내기 위해서는 신장성(eccentric), 등척성(isometric), 단축성(concentric) 수축국면들을 거치는 "신전 후 단축 근 활동 과정(stretch-shorten cycle activation pattern)"을 경험하는 것이 필수적이다(Cavagna, 1977; van Ingen schenau, Robbert, & de Haan, 1997). 특히 신장성 수축기간에 높은 근 수축 활동을 보여야만 근육의 직렬(series)과 병렬(parallel) 탄성조직 내에 탄성 에너지를 축적 시킬 수 있고(Wilson, Elliott, & Wood, 1990; Winter, 1990) 이어서 일어나는 단축성 수축에서 큰 힘을 낼 수 있다. 이러한 과정을 van Ingen schenau at. al.(1997)은 특히 근육의 사전충전(preload) 과정이라고 정의하고 있다. 이 탄성에너지 축적 능력은 일반적으로 신장성 수축기간에 신전되는 크기와 속도 그리고 신장성 수축과 단축성 수축간의 멈춤시간(pause time)에 의하여 결정된다(Wilson, 1991)고 보고하고 있다. 그러나 이 세 가지 요인 중 대부분의 학자들에 의하여 일치된 지지를 받는 요인은 신장성 수축의 크기와 근력과 관계이다. van Ingen schenau, at. al.(1997)은 사전신전(prestretch)을 크게 하면 할수록 근육은 뒤이어 일어나는 단축성 수축을 크게 할 수 있도록 한다고 발표하고 있고 Bobbert, Gerritsen, Litjens, & van Soest, (1996)과 Chapman(1980)은 반동동작(countermovement)이 동작의 개시각을 크게 하여 운동 폭을 증가시키고 따라서 분절의 회전속도를 크게 한다고 보고 있다. 그는 또한 반동동작의 각의 크기와 분절속도와는 긍정적으로 상관관계가 있다고 보고하고 있고 Elliott, Baxter & Besier(1999)는 사전신전(prestretch)의 크기는 반동동작(countermovement)의 각의 크기로서 나타낼 수 있다고 말하고 있다.

위에서 논하는 바와 같이 결국 반동동작(countermovement)은 근 군의 사전신전(prestretch)을 경협케 하고 이 동안 근육들은 “신전 후 단축 근 활동 과정(stretch-shorten cycle activation pattern)”을 통하여 사전충전(preload)이 되어 뒤이어 일어나는 단축성 수축 시 강한 힘을 낼 수 있고, 그 크기는 반동동작의 각의 크기로 나타낼 수 있다고 정리할 수 있다.

운동기술의 운동학적 분석은 전통적으로 일률적인 전위, 속도, 혹은 가속도 등을 나열하여 정보를 제공하는 수준에 머물러 있다. 이는 선수, 코치나 교사들에게 복잡한 숫자의 변화만을 보여주어 실질적인 도움이 되지 못하는 경우가 대부분이다. 본 연구는 기술의 뚜렷한 차이를 보이는 두 태권도 선수의 돌려차기 동작에서 개개분절들의 반동동작 과정을 운동학적으로 조명하고 비교 설명해 봄으로써 그것이 근육을 효율적으로 사용케 하는 코칭의 한 원칙일수 있음을 보여주는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 대상자

태권도 사범 2명의 관찰로 5명의 잘 훈련된 태권도 선수와 5명의 대표적인 초보자를 선택하였다. 1.2m 높이에 걸린 축구공을 최대한 힘껏 차게 한 후 축구공이 날아간 거리와 관찰로 태권도 선수 중에 발의 속도가 가장 빠른 자(14m/sec)로 간주되는 1명(체중:62, 신장:172)을 가려내어 대표적 숙련자로 정하였다.

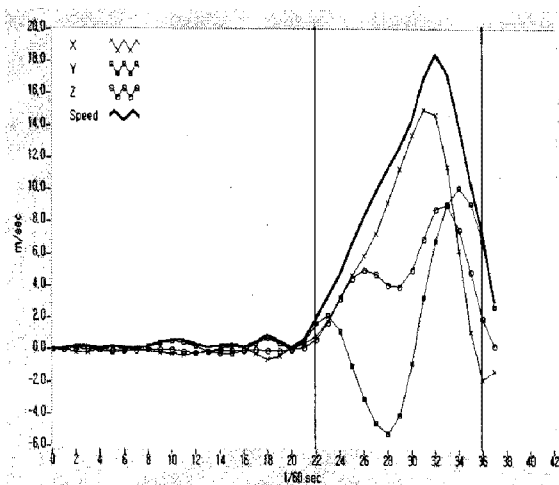


그림 11-1 숙련자 발끝의 속도

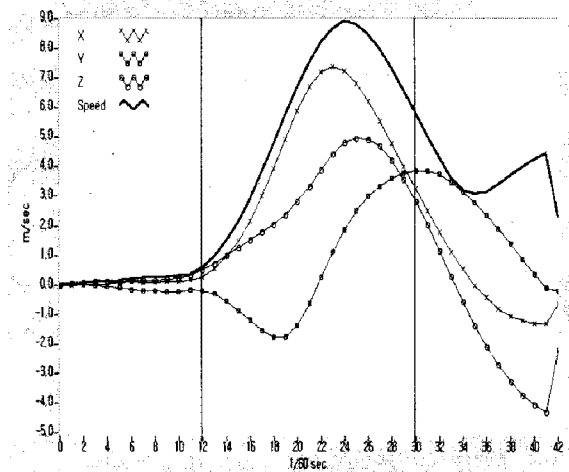


그림 11-2 초보자 발끝의 속도

그리고 초보자 중에 발의 속도가 가장 느린 자(5m/sec)로 간주되는 1명(체중:62kg, 신장:168cm)을

가려내어 대표적 초보자로 정하고 연구의 대상으로 하였다. 두 대상자의 발의 속도는 <그림II-1>, <그림II-2>와 같았다.

2. 실험절차

대상자들에게는 일반적인 해부학적 경계점과 특히 상체와 골반의 운동을 관찰하기 위하여 관골(골반의 위쪽)의 좌우 끝과 마지막 늑골의 좌우 끝에 마커를 부착하였다. 두 대의 비디오 카메라(JVC, VHS)를 한대는 오른쪽 정측면, 다른 한대는 타겟 라인으로부터 약 30° 정도의 오른쪽 측면에 1.2m 높이로 위치시켰다. 3차원 분석을 위한 통제점들을 찍고 난 후 노출시간 1/500sec, 프레임속도 60Hz로 동조타이머와 대상자들을 촬영하였다. 대상자들에게는 준비, 시작 이라는 구령에 따라 최대의 파워로 타겟을 차도록 하였다. Arial Performance Analysis System(APAS)을 이용하여 영상자료를 동조시키고 해부학적 경계점들을 좌표화 시킨 후 Direct Linear Transformation(Abdel-Aziz & Karara, 1971) 방법으로 합성된 3차원 공간 좌표들을 얻어냈다. Second-order Butterworth Low-Pass Filter(Winter, 1990)를 이용하여 평활화한 후 LabVIEW 6.1프로그램언어로 분석하였다.

3. 자료처리

대상자의 상체와 차는 다리를 <그림II-3>과 같이 4개의 분절로 연결된 경체로 보았다. 흉곽부위를 상체분절로 보았고 척추의 운동은 이 상체분절과 골반분절을 잇는 요추에서 일어나는 3차원 운동으로 간주하였다. 차는 다리의 대퇴분절은 고관절로 골반분절에 연결되어 역시 3차원 운동을 하고, 정강이 분절은 슬관절로 연결되어 2차원 운동을 하는 것으로 간주하였다. 발목관절의 운동은 무시하였다. 결국 척추, 고관절, 슬관절의 자유도(degrees of freedom)수는 각각 3, 3, 2가 된다.

4개의 분절에는 각 지역좌표계를 심었다<그림II-3>. 지역축의 결정방법은 황인승, 이성철(1999)이 사용한 방법을 이용하였다. 각분절의 z축은 말초에서 기시방향을 향하고 있고, x축은 전면을 향하고, y축은 좌측면을 향하고 있다.

4개 분절들의 동작은 두 가지 측면에서 관찰하였다. 하나는 관절에서 일어나는 두 분절간의 각운동을 해부학적 측면에서 관찰하였고, 다른 하나는 개개분절이 공간에서 어떻게 동작하는가를 관찰하였다. 각 관절의 해부학적 운동은 근육의 운동을 간접적으로 설명할 수 있고 개개분절의 공간에서의 운동은 그 기술을 설명하는데 도움을 준다.

각 관절의 해부학적 운동을 알아보기 위해 그 관절을 중심으로 한 두 인접분절들의 지역축 간의 각을 다음과 같이 투사시켜 측정하여 알아냈다(Sakurai, Ikegami, Okamoto, Yabe, and Toyoshima, 1993):

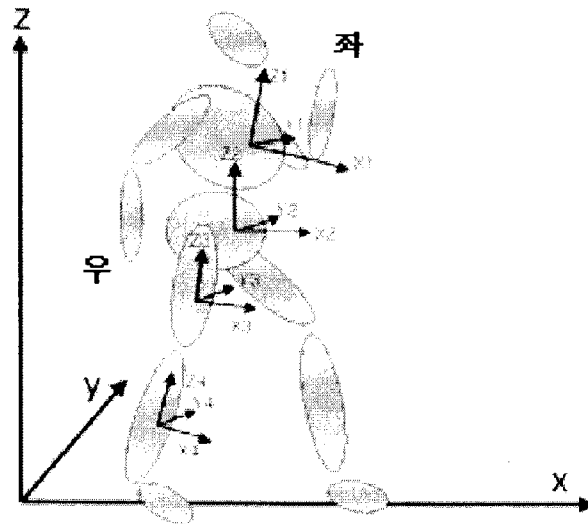


그림 11-3. 관성좌표계와 지역좌표계의 구성

- * 흉곽분절의 x_1 축을 골반분절 지역 좌표계의 x_2 - y_2 면에 투사시켜 투사된 벡터와 골반분절 y_2 축 간의 각을 측정하여 90° 를 뺀 후 양(+)¹⁾의 값을 척추의 우측회전(right twist), 그리고 음(-)²⁾의 값을 척추의 좌측회전(left twist)으로 하였다.
- * 흉곽분절의 z_1 축을 골반분절 지역 좌표계의 x_2 - z_2 면에 투사시켜 이 투사시킨 벡터와 골반분절의 x_2 축 간의 각을 계산 후 90° 를 빼서 음(-)¹⁾의 값을 척추의 굴곡(flexion), 그리고 양(+)²⁾의 값을 척추의 신전(extension)으로 하였다.
- * 흉곽분절의 y_1 축을 골반분절 y_2 - z_2 면에 투사시켜 이 투사된 벡터와 골반분절 z_2 축 간의 각을 측정하여 90° 를 뺀 후 음(-)¹⁾의 값을 척추의 우측굴곡(right bending), 그리고 양(+)²⁾의 값을 척추의 좌측굴곡(left bending)으로 하였다.
- * 골반분절의 x_2 축은 대퇴분절 지역좌표계의 x_3 - y_3 면에 투사시켜 투사된 벡터와 대퇴분절의 y_3 축 간의 각을 측정하여 90° 를 뺀 후 양(+)¹⁾의 값을 대퇴의 좌측회전(left twist), 그리고 음(-)²⁾의 값을 대퇴의 우측회전(right twist)으로 하였다.
- * 골반분절의 z_2 축을 대퇴분절 지역좌표계의 x_3 - z_3 면에 투사시켜 투사된 벡터와 대퇴분절의 x_3 축 간의 각을 측정한 후 90° 를 빼서 음(-)¹⁾의 값을 대퇴의 굴곡(flexion), 그리고 양(+)²⁾의 값을 대퇴의 신전(extension)으로 하였다.
- * 골반분절의 z_2 축을 대퇴분절 좌표계의 y_3 - z_3 면에 투사시켜 투사된 벡터와 대퇴분절의 y_3 축 간

의 각을 측정하여 90°를 뺀 후 양(+)의 값을 대퇴분절의 외전(abduction), 음(-)의 값을 대퇴분절의 내전(adduction)으로 하였다.

* 슬관절의 해부학적 각운동은 굴곡, 신전만 일어나는 2차원 운동으로 가정하여 두 인접분절 간의 각의 계산으로 나타내었다.

분절들의 공간에서의 운동을 알아보기 위하여 각 분절에 심어놓은 지역 좌표계와 관성좌표계 간의 각(angle) 역시 위와 같은 방법으로 투사시켜 측정하였다. 단지 운동용어만을 굽히기와 펴기, 좌우측 돌리기, 그리고 좌우측 눕히기 등 일상용어로 설명하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

돌려차기 동작의 결과분석을 원활히 하기 위하여 동작을 3개의 동작구간으로 나누어 분석하였다.

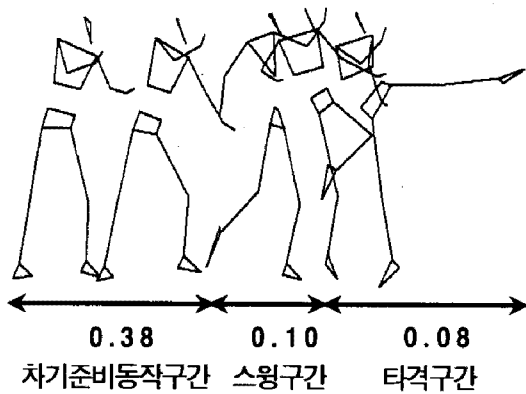


그림 III-1. 숙련자의 돌려차기 동작순서와 경과시간

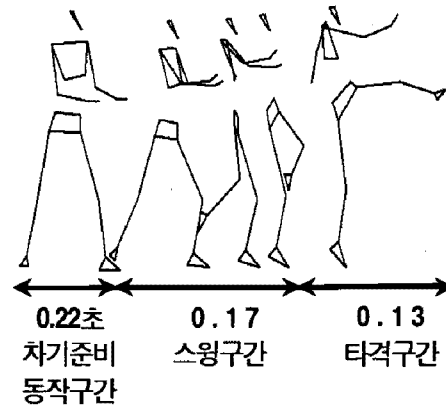


그림 III-2. 초보자의 돌려차기 동작순서와 경과시간

즉, 준비자세에서 차는 발이 지면에서 떨어질 때까지의 동작구간을 차기준비동작구간(preparative movement phase), 차는 발이 지면에서 떨어져 차는 다리 무릎관절각이 최소각이 될 때까지의 동작구간을 스윙구간(swing phase), 그리고 이후의 타격이 이루어질 때까지의 동작구간을 타격구간(release phase)으로 하였다. 또한 스윙구간과 타격구간을 합쳐 차기동작구간(kicking phase)으로 하였다.<그림 III-1, 그림 III-2>

1. 돌려차기의 동작 개요와 순서

돌려차기는 상대의 옆구리를 타겟으로 다리를 옆으로 들어올리며 비스듬히 차는 기술이다. 숙련자나 초보자 모두 분절들의 동작순서는 대체로 비슷한 순서를 나타냈다. 먼저 ①흉곽 분절이 돌아가기 시작하고, 뒤이어 ②골반분절이 따라 돌며 준비동작구간을 끝내고, 스윙동작구간에서는 ③흉곽분절의 회전은 비교적 멈추어 있는 반면에 골반분절과 대퇴 분절이 함께 빠르게 돌아 타겟 높이로 무릎을 가져온 후, ④무릎이 펴지면서 차는 순서였다. 숙련자와 초보자의 차이는 개개분절운동의 운동폭의 크기로서 숙련자가 크게 보였다. 그 밖의 현저한 차이를 보인 것은 양팔의 동작과 지지발의 피봇정도 였으나 이는 운동 폭의 크기에 따른 균형을 잡기위한 동작으로 생각되며 본 연구에서는 제외 되었다.<그림 III-1, 그림 III-2>

2. 동작구간의 경과시간 분석

주어진 조건하에 총 동작시간(움직이기 시작 한 순간부터 타격순간 까지)은 숙련자가 0.56초 이고 초보자가 0.52초로 초보자가 빠르게 나타났으나 그 차이는 0.04초로 아주 근소하였다. 하지만 각 구간별 경과시간은 서로 상당한 차이를 보여 차기준비동작구간은 숙련자가 0.38초, 초보자가 0.22초로 숙련자가 긴 준비동작구간을 나타냈다. 차기동작구간은 숙련자(0.18초)가 초보자(0.30초)보다 빨리 동작을 끝내는 것으로 나타났다. 스윙구간과 타격구간은 대체로 비슷한 경과시간을 보여주었다. 숙련자는 스윙구간이 0.10초, 타격구간이 0.08초로 나타났고 초보자는 스윙구간이 0.17초, 타격구간이 0.13초로 스윙구간이 약간 길게 나타났다.

주요상체의 운동이 일어나는 준비동작구간에서 숙련자와 초보자 간의 경과시간이 뚜렷한 차이를 보이는 것은 상체운동에 큰 차이가 있다는 것을 암시하는 것이다.<그림 III-1, 그림 III-2>

3. 척추의 동작

다음에 나오는 각운동 곡선들은 세 개의 곡선들로 구성되어있다. 두개의 곡선들은 관성공간에서 하나의 관절을 중심으로 인접한 두 분절 각각의 각운동이다. 하나의 굵은 선은 인접한 두 분절의 이러한 운동결과 관절 내에 일어나는 해부학적 각운동을 나타낸 것이다. 특히 해부학적 각운동 곡선의 각 꼭지점들은 각운동방향의 반전을 뜻하며 '전동작'은 '후동작'의 반동동작으로 볼 수 있다. 꼭지점의 높이와 방향 그리고 경사도는 반동동작의 질(형태)을 나타내는 중요한 지표이다. 두 수직 실선은 준비동작구간과 차기동작구간을 구분한 것이다.

1) 척추의 회전운동(twist)

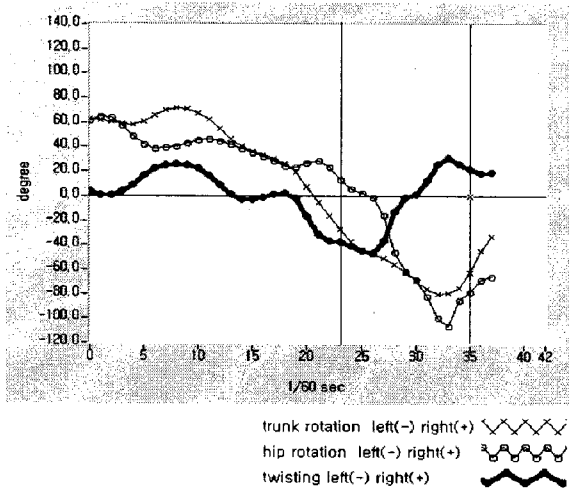


그림 III-3 숙련자 척추의 회전운동(twist)

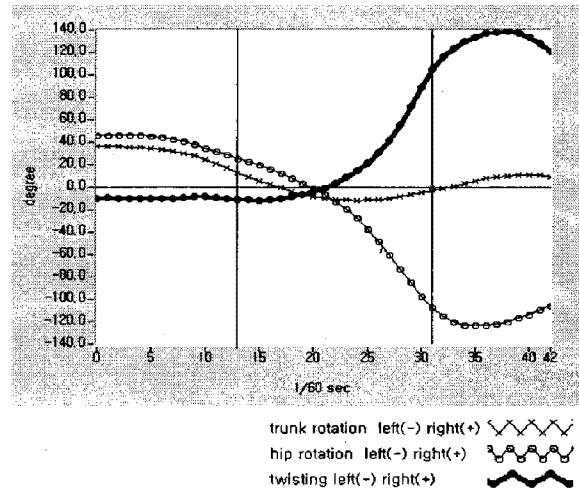


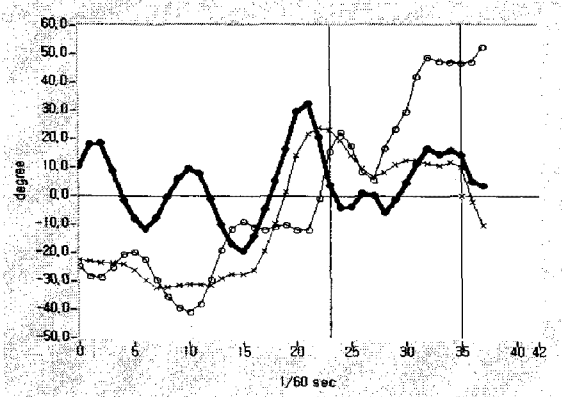
그림 III-4 초보자 척추의 회전운동(twist)

<그림III-3>은 흉곽과 골반분절의 관성좌표계를 기준으로 한 각운동, 그리고 두 분절 간의 해부학적 회전각을 표시하였다. 양(+)¹⁾의 방향은 우측회전을 뜻하고 음(-)²⁾의 방향은 좌측회전을 뜻한다. 특히 해부학적 회전각 곡선의 각 꼭지점들은 중요한 의미를 갖고 있다. 종모양(+)³⁾의 꼭지점은 우측으로 회전각이 커지다가 다시 줄어드는 반동동작으로 볼 수 있고 꺾모양(-)⁴⁾의 꼭지점은 좌측으로 회전각이 커지다가 다시 줄어드는 반동동작으로 볼 수 있다.

숙련자의 경우 크게 두 번의 반동동작을 볼 수 있다. 하나는 흉곽분절을 우측으로, 골반분절을 좌측으로 가볍게 돌렸다가 이들을 다시 되돌림으로서 양(+)¹⁾의 반동동작을 보였다. 둘은 이 후 흉곽분절을 빨리 좌측으로 돌리고 골반분절은 느리게 따라 돌다가 다시 골반분절이 빠르게 회전함으로써 음(-)²⁾의 반동동작을 보였다. 이들 모두 동작구간에서 일어났으며 첫 번째 반동동작은 흉곽분절을 강하게 좌측으로 돌리기 위한 반동동작이고 두 번째 반동동작은 골반분절을 강하게 좌측으로 돌리기 위한 반동동작으로 해석할 수 있다.

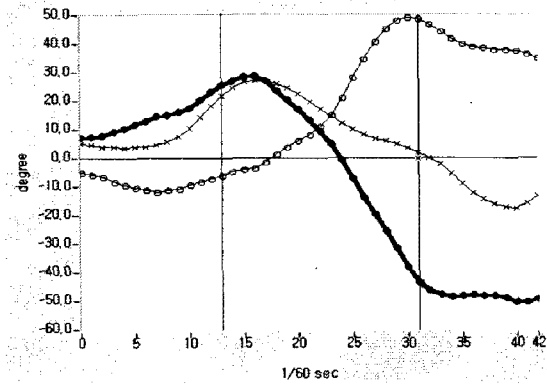
반면에 초보자<그림III-4>의 경우는 해부학적 회전각 곡선이 부드러운 상향곡선을 나타내어 전혀 꼭지점들을 보이지 않고 있다. 이는 반동동작이 전혀 없는 동작을 하고 있다는 것을 뜻한다. 준비동작 구간에서 흉곽은 우측으로 골반은 더 우측으로 돌려 약 10°의 좌측회전각을 유지한 채 두 분절 모두 좌측으로 돌리다가 흉곽은 제자리에 머물고 골반분절만 좌측으로 돌리는 모양을 차기동작구간에서 보여 주었다.

2) 척추의 굴곡-신전운동(flexion -extension)



trunk forward leaning(-) backward leaning(+)
 hip forward leaning(-) backward leaning(+)
 flexion(-) extension(+)

그림 III-5 숙련자 척추의 굴곡신전 운동



trunk forward leaning(-) backward leaning(+)
 hip forward leaning(-) backward leaning(+)
 flexion(-) extension(+)

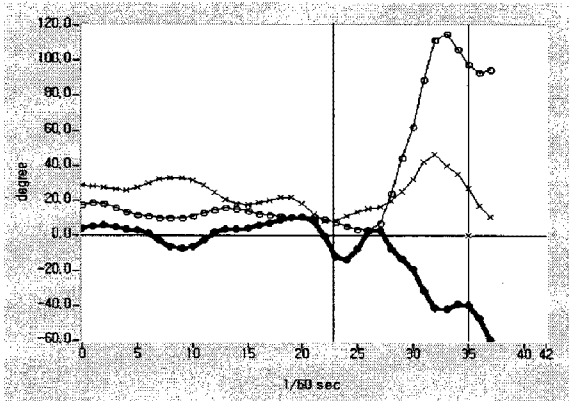
그림 III-6 초보자 척추의 굴곡신전 운동

숙련자는 신전과 굴곡을 보이는 양(+)의 꼭지점과 굴곡과 신전을 보이는 음(-)의 꼭지점이 각각 세 번과 두 번 보이면서 준비동작을 마쳤다. 앞에 보인 가벼운 반동동작들(±20°)은 주로 골반분절의 운동에 의하여 일어났고, 뒤에 보인 가장 큰 반동동작(+33°)은 골반을 잡아둔 채 흉곽을 짓히는 동작에 의하여 일어났다. 이후 차기동작구간에서는 골반을 뒤로 짓히는 강력한 굴곡이 일어났고 이후 가벼운 신전으로 타격이 이루어졌다<그림 III-5>.

초보자는 준비동작구간에서 한번의 양(+)의 꼭지점(+29°)을 보인 후 계속 굴곡만을 보였다. 흉곽은 뒤로 짓히고 골반은 앞으로 숙인 자세로 출발하여 흉곽을 더욱 뒤로 짓혀 한번의 반동동작을 보인 후 계속 굴곡 시키는 단순한 동작을 보였다<그림 III-6>.

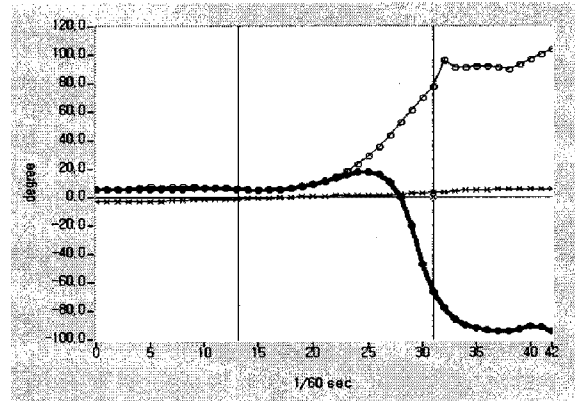
3) 척추의 좌우 굴곡동작(Bending)

숙련자나 초보자 모두 준비자세에서 적은 폭의 척추 좌우 굴곡각을 유지한 상태로 준비동작구간을 마쳤고, 이후 골반분절을 좌측으로 빨리 기울여 타격 시 척추의 우측굴곡이 일어나는 동작을 보였다.



trunk right leaning(-) left leaning(+)
 hip right leaning(-) left leaning(+)
 right bending(-) left bending(+)

그림 III-7 숙련자 척추의 좌우측 굴곡 운동그림



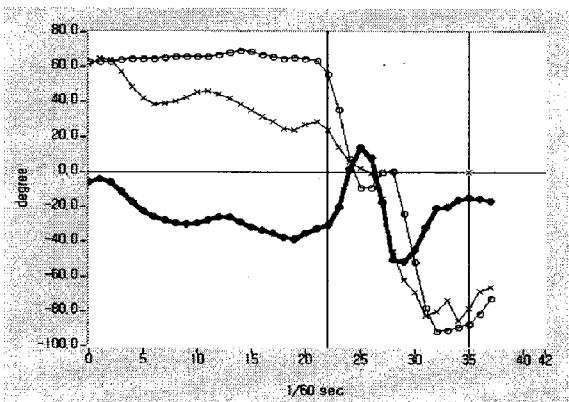
trunk right leaning(-) left leaning(+)
 hip right leaning(-) left leaning(+)
 right bending(-) left bending(+)

III-8 초보자 척추의 좌우측 굴곡 운동

단지 숙련자는 준비동작구간에서 척추의 좌측굴곡이 일어나도록 동작하였고, 좌측굴곡의 크기를 적은 폭으로 크게, 적게 하는 반동동작을 여러번 보인 반면, 초보자는 이 구간에서 적은 폭의 좌측굴곡 상태를 일정하게 유지하였다. 특히 초보자는 타격 시 숙련자보다 더 큰 우측굴곡상태를 보였다.

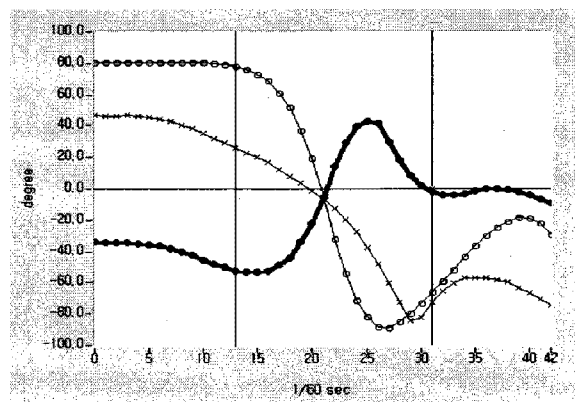
4 고관절의 동작

1) 고관절의 회전운동



hip rotation left(-) right(+)
 thigh rotation left(-) right(+)
 twisting left(+) right(-)

그림 III-9 숙련자 고관절의 회전운동



hip rotation left(-) right(+)
 thigh rotation left(-) right(+)
 twisting left(+) right(-)

그림 III-10 초보자고관절의 회전운동

숙련자의 경우 준비동작 구간에서 대퇴는 우측(65°)으로 돌려진 상태를 유지한 채 골반 분절만이 좌측으로 돌기 시작하여 준비동작 구간 직전에 약 40° 가량의 우측회전각을 일으켜 해당 근 근의 신전이 일어나는 현상을 보였다. 스윙구간 초기에는 대퇴분절이 빠르게 좌측으로 회전하며 골반분절의 회전 위치로 가져와 잠시 두 분절 간의 회전각이 좌측회전(10°)까지 이르렀다. 이후 다시 골반분절이 좌측으로 빠르게 회전하고 대퇴분절이 시간차를 두고 따라 돌며 -50° 가량의 우측회전각을 만들었다. 차기동작구간에서는 골반분절의 회전은 멈추고 대퇴분절이 계속 돌아 우측회전각이 -10°일 때 타격이 일어났다. 결국 고관절의 회전운동 모양으로 볼 때, 3번의 반동운동을 보여 주었다.

초보자의 경우도 대퇴는 우측회전(80°)을 유지한 채 골반분절을 좌측으로 회전시켜 대퇴의 우측회전각이 약 54°가 되도록 준비동작을 마쳤다. 스윙동작에서 골반분절은 서서히 좌측으로 돌고 대퇴분절이 빠르게 좌측으로 돌아 골반분절 회전위치를 지나쳐 회전함으로서 오히려 대퇴의 좌측회전각(42°)을 만들었다. 이후 차기동작에서는 두 분절 모두 우측으로 돌며 대퇴 회전각 0°에서 타격이 일어났다. 초보자는 두 번의 반동운동을 보였다.

2) 고관절의 굴곡-신전운동(flexion-extension)

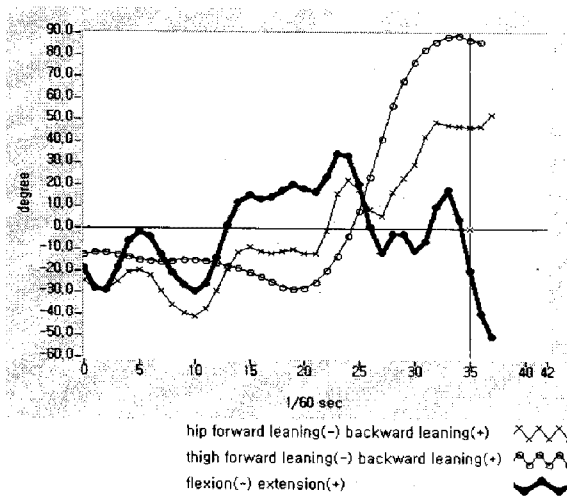


그림 III-11 숙련자 고관절의 굴곡-신전운동

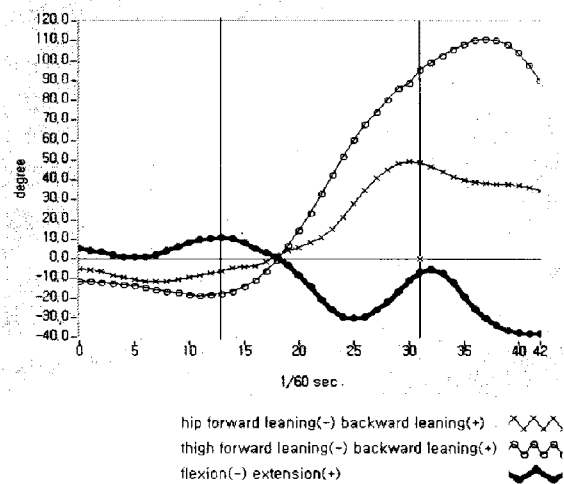


그림 III-12 초보자 고관절의 굴곡-신전운동

숙련자의 경우 준비동작구간에서 대퇴분절은 서서히 앞으로 기울이고 골반분절은 앞으로 기울인 후 빨리 뒤로 젖혀 고관절의 신전각 35°를 만들었다. 이후 스윙동작에서 대퇴분절이 빨리 위로 돌아 골반분절을 앞지르며 굴곡각 -20°에서 타격이 일어났다.

특징적인 것은 골반분절의 운동으로, 앞으로 기울인 후 펴는 동작이 반복적이며 그 크기를 달리 함으로서 고관절의 굴곡신전운동에 모두 6번의 반동동작이 일어나는 것을 보여 주었다.

초보자는 준비동작구간에서 골반분절이 위로 젖혀지고 대퇴분절이 따라 도는 형태를 보였으나 고관절의 신전각이 발생하지는 않았다. 이후 타격 시까지 대퇴는 위로 빨리 돌고 골반은 서서히 돌아

멈추는 현상이 일어나며 굴곡상태에서 타격이 일어났다. 결국 초보자의 고관절에서는 한번의 약한 신전이 일어나는 반동동작만을 보였다.

3) 고관절의 내전 외전운동(adduction-abduction)

숙련자의 경우 골반분절이 대퇴분절보다 더 좌측으로 기울어진 상태로 준비동작구간을 끝내 고관절의 내전각을 약 5°로 유지하였다. 이후 두 분절은 시간차를 두고 좌측으로 기울여 고관절의 외전을 보였다.

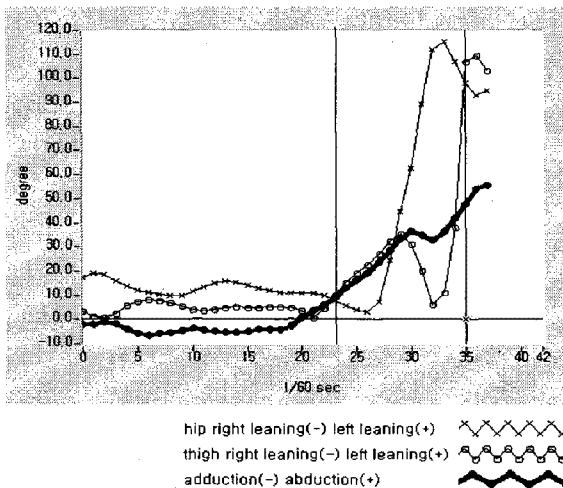


그림 III-13 숙련자 고관절의 내전 외전운동

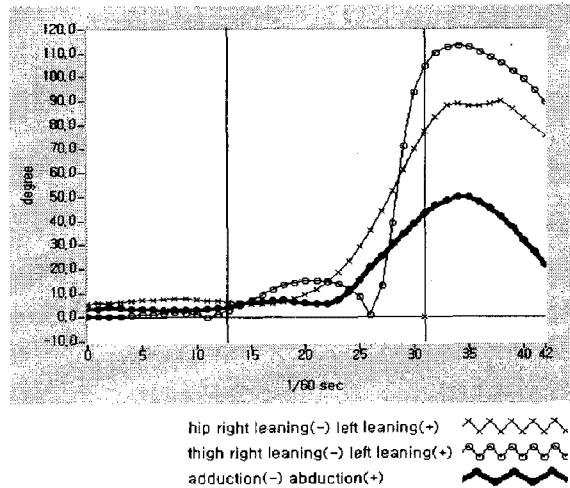


그림 III-14 초보자 고관절의 내전 외전운동

결국 숙련자는 내전 후 외전으로 끝났고 그이상의 반동동작은 볼 수 없었다. 초보자의 경우도 대체로 같은 모양을 보였으나 처음부터 외전상태로 출발하여 더 큰 외전으로 동작을 마쳤으며 한번의 반동동작도 볼 수 없었다.

5 슬관절의 운동

<그림 III-15>는 숙련자와 초보자의 슬관절 각운동을 나타낸 것이다. 슬관절은 굴곡과 신전운동만이 일어나는 것으로 가정하였으며 그림에서의 실선과 점선의 수직선은 각각 숙련자와 초보자의 준비동작구간과 차기동작구간을 구분한 것이다. 숙련자는 준비동작구간에서 약 175°를 유지한 반면 초보자는 약 168°를 유지하였다. 스윙구간에서 숙련자는 79°까지 굴곡 시켰고 초보자는 112°정도 굴곡 시켰다. 타격 시에도 숙련자는 약 175°로 완전히 신전시킨 반면에 초보자는 약 152° 정도 밖에 신전되지 않았다. 결국 초보자는 반동동작의 폭이 적고 따라서 슬관절의 운동 폭이 적은 것으로 나타났다.

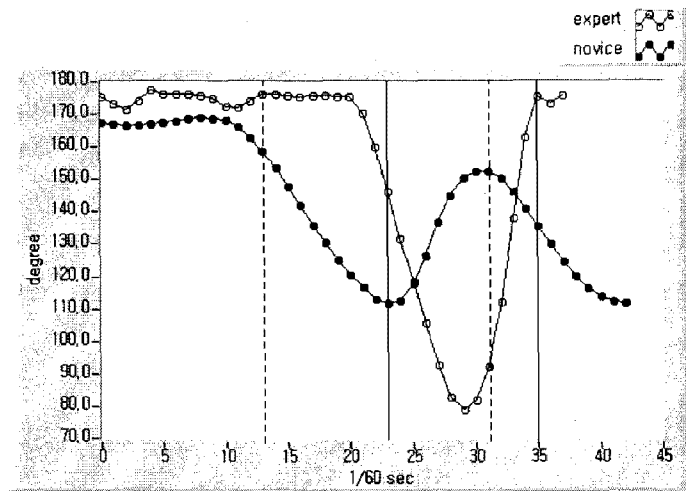


그림 III-15 숙련자와 초보자의 슬관절 각운동

VI. 결 론

숙련자는 초보자보다 모든 분절에서 더 크고 더 많은 반동동작을 보여 효율적으로 사용하고 있음을 보여주었다. 이러한 반동동작 폭과 빈도의 차이는 슬관절보다는 고관절, 그보다는 척추의 동작에서 더 큰 차이를 보였다. 척추의 동작에서는 장축을 중심으로 한 좌우회전운동(twist)과 굴곡-신전운동(flexion-extension) 그리고 고관절의 동작에서는 굴곡-신전운동에서 큰 차이를 보였다. 특히 준비동작구간에서 이러한 반동동작의 폭과 빈도의 차이가 두드러지게 나타났다. 결국 강력한 차기동작을 하기 위해서는 준비동작구간에서 흉곽분절과 골반분절의 반동동작 폭과 방향, 그리고 빈도에 초점을 맞추어 코칭이 이루어져야 할 것이다. 근육의 효율적인 사용여부를 간접적으로 진단할 수 있는 방법이 반동동작이라 할 때(Elliott et al, 1999), 각 관절의 해부학적 각운동 곡선의 꼭지점들은 각운동 방향의 반전을 뜻하며 이것은 반동동작으로 볼 수 있다. 이 반동동작의 방향, 빈도, 그리고 폭은 스포츠기술 분석에서 근육의 효율적 사용여부를 운동학적으로 진단할 수 있는 중요한 지표로 사용될 수 있음을 본 연구에서 충분히 보여주었다.

참고문헌

- 황인승, 이성철 (1999). 태권도 돌려차기시 근활동 모양에 관한 3차원 분석. 한국체육학회지, 제38권 제1호, 460-476.
- Abdel-Aziz, Y.I. & Karara, H.M. (1971). Direct Linear Transformation. : from comparator coordinates into object coordinates in close-range Photogrammetry, Urbana Illinois(pp. 1-19). Falls Church, VA : *American Society of Photogrammetry*.
- Bobbert, M.F., Gerritsen, K.G.M., Litjens, M.C.A., & van Soest, A.J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1402-1412.
- Bruce C. Elliott, Kevin G. Baxter, Thor F. Besier (1999). Internal Rotation of the Upper-Arm Segment During a Stretch-Shorten Cycle Movement. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 381-395.
- cavagna, G.A. (1977). Storage and utilisation of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and sports science Reviews*.
- Chapman, A.E. (1980). The effect of wind-up on forearm rotational velocity. *Canadian Journal of Applied sports science*, 5, 215-219.
- Shinji sakurai, Yasuo Ikegami, Atsushi Okamoto, Kyonosuke Yabe, and Shintaro Toyoshima. (1993). A Three-Dimensional Cinematographic Analysis of Upper Limb Movement During Fastball and Curveball Baseball Pitchers. *Journal of Applied Biomechanics*, 9.
- Ven Ingen Schenau, G.J., Bobbert, M.F., and de Haan, A. (1997). Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretch-shortening cycle. *Journal of Applied Biomechanics*, 13.
- Wilson, G.J., Elliott, B.C., & Wood, G.A. (1990). The use of elastic energy in sport. *sports coach*, 13, 8-10.
- Winter D.A. (1990). Biomechanics and motor control of human movent (2nd ed.). *New York: Wiley-Interscience*.
- Wilson, G.J. (1991). Stretch-shorten cycle: nature and implications for human muscle perform-ance. *Journal of Human Muscle Performance*, 1, 11-31.