



한국운동역학회지, 2004, 제14권 2호, pp. 41-55
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 2, pp. 41-55

역도 인상동작의 운동학적 분석

문영진*(체육과학연구원) · 송주호** · 김지섭***(국민대학교)

ABSTRACT

A Kinematic Analysis of Snatch Technique in Weight-Lifting

Moon, Young-Jin*(Korea Sports Science Institute)

Song, Joo-Ho** · Kim, Ji-Seob***(Kook min university)

Y. J. Moon, J. H. Song, J. S. Kim. A Kinematic Analysis of Snatch Technique in Weight-Lifting. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 2, pp. 41-55, 2004. This study analyzed snatch technique in weight-lifting performed by female gold, silver, and copper medalists at the 75kg level in the 2002 Pusan Asian Games and obtained the following conclusions.

1. KSH used more extensor in the waist than those in ankles, knees, or hip joints during the second pull, So further training is required to manifest both each of joints and waist extensor effectively and thus for the line from shoulders through barbell to hip joints to form a smooth vertical pattern.
2. Contrary to those in other countries, Korean athlete KSH tended to be swift in starting but

투 고 일 : 2004년 6월 29일 접수

심 사 일 : 2004년 7월 6일

심사완료일 : 2004년 8월 4일

* Corresponding Author, 연구원, 139-242 서울시 노원구 공릉2동 223-19 체육과학연구원

** 시간강사, 136-702, 서울시 성북구 정릉동 861-1 국민대학교 체육대학

연락처: jhsong707@hotmail.com, Tel: 02-910-4785

*** 대학원생, 국민대학교 체육대학

slow in the second pull section, showing less effectiveness in movement during the second pull; therefore, they must try to exert a swift movement in lockout.

3. KSH showed slowdown in the speed, which was a factor interfering with performance during second pull, despite the great maximum speed of moving barbell. It is important to use barbell sufficiently not to reduce the speed of vertical movement but rather to keep the speed increasing.
4. KSH, who kept doing inefficient movements such as failure to perform swift lockout after lifting the heel at the maximum angle of lower limbs, needs to reduce this meaningless extension of ankles, knees, or hip joints to exert energy effectively.

KEY WORDS : SECOND PULL, LOCK OUT, KINEMATIC

I. 서 론

역도 경기의 기본 원칙은 바벨의 저항에 대항하여 선수가 최대의 힘을 발휘하여 그 저항을 극복하고 규정된 동작을 성공적으로 수행하는데 있다. 역도에서 규정된 동작을 수행하는데 걸리는 시간은 인상종목의 경우 약 5초 이내에 모든 동작이 끝나기 때문에, 선수들은 짧은 시간 내에 최대 근력을 발휘할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 특히 역도 경기 중 인상동작의 특징은 선수가 바벨을 높게 들어 올린 후에 바벨이 밑으로 떨어지기 전에 아주 낮게 앉으면서 머리 위에 바벨을 위치시키는 것이다. 즉 바벨을 끌어올린 후 바벨이 떨어지기까지의 시간을 이용하여 재빨리 앉으면서 에너지를 최소화해야 한다.

따라서 인상동작은 들기(lifting)에 해당되며 단일동작에 의하여 인간이 발휘할 수 있는 최대 힘을 겨루는 경기로서 다른 스포츠 종목과는 달리 경기의 전 과정을 과학적으로 분석할 수 있다는 특성 때문에 외국에서는 인상동작의 기술요인에 대한 생체역학적 분석이 활발하게 진행되어 왔다(주명덕, 1991).

선행연구를 살펴보면 Nelson & Burdett(1978)는 세계 정상급 선수들의 끌기와 잡아채기 동작시 소요시간과 변위를 측정하여 선수들의 경기력 수준을 예측할 수 있는 기초 자료를 제시하였다.

압력판(Force Platform)을 이용한 지면 반력의 측정은 바벨을 들어올리기 위해 경기대에 가한 힘을 측정하기 위한 것으로 인상 동작시 수직 성분의 지면 반력은 끌기와 잡아채기 동작에 의하여 힘-시간 곡선에서 2개의 정점을 나타내고 있다(Enoka, 1979 ; Breniere, Bouisset, Gatti & Cuong Do,

1979 ; Baumann, W, V. Gross, K. Quandt, P. Galbierz & A. Schwizz, 1988 ; Funato, Kazuo & Fukunaga, 1989 ; 최규정, 이춘식, 1985).

주명덕(1991)은 역도경기의 가장 중요한 기술인 끌기와 잡아채기 동작을 수행할 때 관절에 가해지는 파워의 크기는 고관절의 경우에 현저하게 높았으며 또한 무릎관절 보다는 발목관절에 가해지는 최대 파워의 값이 컸다고 보고하였다.

우리나라 역도 선수들은 용상경기에 비하여 인상경기의 경기력 수준이 상대적으로 열세이기 때문에 과학적인 연구와 훈련이 절실하게 요청되는 분야이다. 또한 경기자가 선수자신의 최고 중량을 들어올리는 데에는 경기력뿐만 아니라 심적 부담을 극복할 수 있는 자신감이 매우 중요한 변인으로 작용할 수 있다.

따라서 본 연구는 아테네 올림픽에서 메달리스트로 예상되는 선수가 포함된 체급에서의 국제대회(2002년 제14회 부산 아시안게임 대회) 분석을 통하여 경쟁국가의 기술력 분석 및 우리나라 역도 인상동작의 기술력을 증진시키기 위하여 우리나라 선수의 장·단점을 파악하고, 아테네 올림픽에서 메달을 획득할 수 있도록 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구대상은 2002년 부산아시안게임 참가 75kg급 여자 역도 선수들 중 금, 은, 동메달을 획득한 선수 3명의 인상 성공 동작을 선정·분석하였으며 피험자 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 피험자의 특성

구분 대상자	소속국가	연령(Yrs)	체중(kg)	체급(kg)	신장(cm)	인상기록(kg)
Sub A(KSH)	KOREA	26	74.80	75	165.0	102.5
Sub B(KAH)	KAZAKHSTAN	23	74.90	75	165.0	118.0
Sub C(SUN)	CHINA	22	74.40	75	161.0	118.5

2. 실험 장비

영상 촬영 장비는 비디오 카메라(Sony DCR-VX2100) 1대, 비디오 카세트 레코더(Panasonic AG-

7350VC), 모니터(Sony PVM-1371Q), 기준척(1m×1m×1m)을 사용하였다.

영상 분석 장비는 펜티엄IV 컴퓨터이며, 분석 프로그램으로 KWON3D(2.1)를 사용하였다.

3. 실험 방법

아시안게임 경기장면의 기술 분석을 위한 촬영은 아시안게임 조직위원회의 허락을 얻어 촬영을 하였고, 시합이 끝난 후 통제점들을 설치 및 촬영한 후 제거하였다. 기술 분석으로는 2D-DLT 방법이 활용되었다.

카메라는 VX-2100 고해상도 디지털 카메라를 사용하였으며 카메라 속도는 30프레임(frame)으로 각각의 프레임은 두 개의 필드(field)로 나누어질 수 있기 때문에 분석시 시간 해상도는 1/60초로 촬영하였다. 카메라는 총 2대 사용되었다. 1대는 기술 분석을 위하여 역도 시합대의 측면에 설치하였고 나머지 1대는 정성적 분석을 위하여 앞면과 측면사이를 이동하면서 촬영하였다. 2D-DLT을 활용하기 위한 계수산출은 체육과학연구원에서 개발된 조립용 통제점들과 통제점들 내 6점 실공간 좌표를 통해 산출하였다.

4. 자료 처리

영상으로 촬영된 자료 분석은 통제점 좌표화와 인체 관절 중심점의 좌표화, 2차원 DLT방법에 의한 좌표 계산과 자료의 스무딩은 Kwon(1994)이 개발한 KWON3D (2.1) 프로그램을 사용하였다. 자료 처리 및 그래픽 처리는 MS Excel 2000을 사용하였다. 또한 인체 분절자료(body segment parameters)는 Plagenhoef (1983)의 자료를 사용하였다.

각 관절점 13개의 점을 직접 좌표화 하였다. 디지털이징 오차와 기자재 자체에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 Butterworth 저역필터(low pass filter)를 사용하여 원자료를 필터링 하였다. 이때 차단주파수(Cut-off frequency)는 10Hz로 설정하여 실시하였다.

5. 이벤트(Event) 및 국면(Phase) 구분

- 1) 제1국면(E1~E2) : 바벨이 지면에서 떨어지는 순간(Starting position)부터 바벨이 무릎 관절을 통과하는 순간까지 - 출발국면(First pull).
- 2) 제2국면(E2~E3) : 바벨이 무릎 관절을 통과하는 순간부터 잡아채기의 끝 부분으로 무릎관절이 완전히 신전되고 발뒤꿈치가 최대로 들린 순간까지 - 세컨풀국면(second pull).
- 3) 제3국면(E3~E4) : 무릎관절이 완전히 신전되고 발뒤꿈치가 최대로 들린 순간부터 발뒤꿈치가 바닥에 착지하고 바벨을 어깨에 걸치는 앉아받기동작이 완료되는 순간까지 - 앉아받기국면

(Lock out).

각 이벤트와 국면에 대한 정의 및 도해는 <그림 1>과 같다.

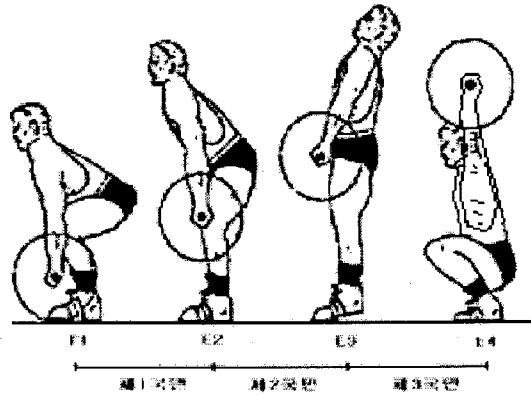


그림 1. 이벤트 및 국면

Ⅲ. 결과 및 논의

본 연구는 2002년 부산 아시안게임 75kg 여자 메달리스트 선수들의 인상동작에 대한 영상 자료를 분석한 것으로 결과는 다음과 같다.

1. 국면별 소요시간

<표 2>는 인상 동작시 국면별 시간을 나타낸 것이다.

표 2. 국면별 시간

(단위 : sec)

국면	Subject	Sub A	Sub B	Sub C	M	SD
	출발 국면		0.47	0.48	0.43	0.46
세컨풀 국면		0.30	0.28	0.32	0.3	0.02
앉아받기 국면		0.60	0.79	0.58	0.66	0.11

<표 2>에서 보는 바와 같이 국면별 시간을 보면 출발 국면은 평균 0.46초로 나타나고 있으며, 피

험자별 큰 차이가 없으나 피험자 B가 0.48초로 긴 시간을 보이고 피험자 C가 0.43초로 짧은 시간을 보이고 있다. 세컨폴 국면은 평균 0.3초로 피험자 B가 0.28초로 다소 빠르게 나타났다.

앞아받기 국면에선 평균 0.66초이며 피험자 B가 0.79초로 가장 길게 나타났으며, 피험자 C가 가장 빠른 시간을 나타내고 있는 것으로 보아 중심을 빨리 바벨 아래로 낮추었다고 생각할 수 있다. 전체 적으로도 피험자 B가 0.79초를 나타내고 피험자 C가 0.58초로 가장 빠른 인상 동작을 보이고 있다.

2. 바벨, 어깨, 무게 중심(COG)의 이동 형태

<그림 2, 3, 4>는 실제 시합장면을 각 이벤트별로 캡처해서 나타낸 것으로 피험자 A는 102kg, 피험자 B는 118.0kg, 피험자 C는 118.5kg을 들 때의 장면이다.

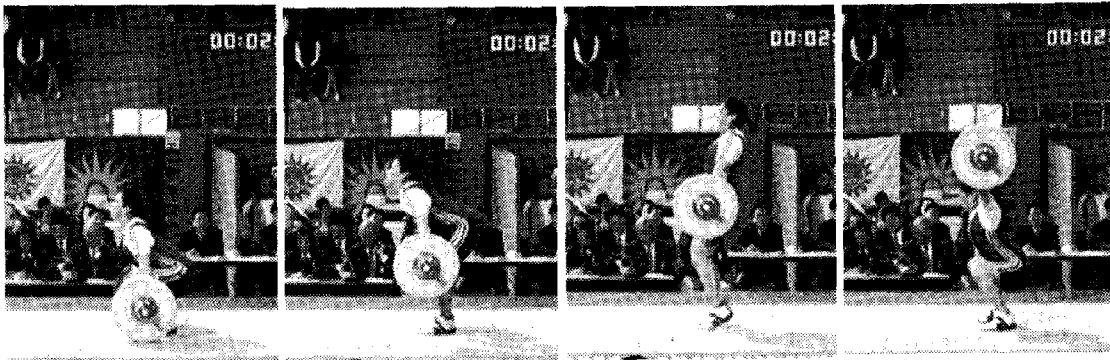


그림 2. 피험자 A(KSH)의 이벤트별 인상장면(기록 102.5kg)



그림 3. 피험자 B(KAH)의 이벤트별 인상장면 (기록 108.0kg)

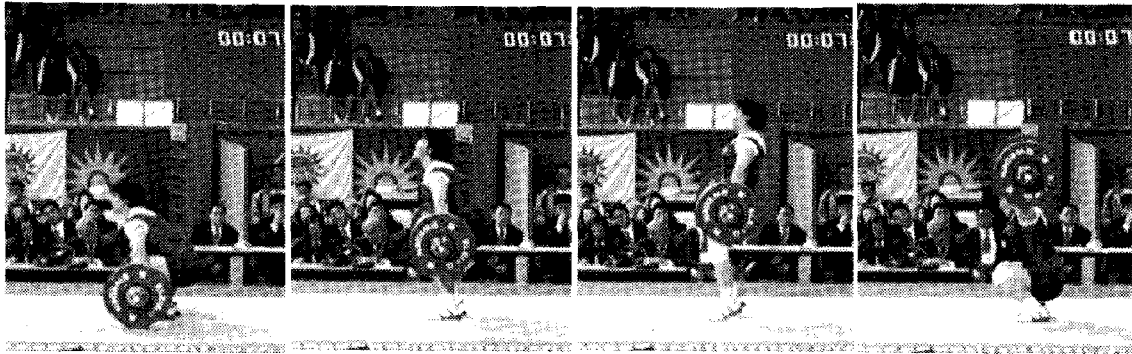


그림 4. 피험자 C(SUN)의 이벤트별 인상장면(기록 108.5kg)

<그림 2>에서 보는 바와 같이 피험자 A는 여자 75kg 급에서 1999년 세계 역도대회에서 우승을 차지한 김순희 선수로서 이번 아시안게임에선 동메달에 머물렀고, <그림 3>은 피험자 B로 카자흐스탄 선수로 이번 아시안게임 은메달을 획득한 선수이다. <그림 4>는 피험자 C인 중국의 Sun Ruiping 선수로 인상뿐만 아니라 용상에서도 세계신기록을 들어올려 금메달을 획득하였다. 피험자 A는 피험자 C보다 출발자세에서 허리를 많이 집어넣는 자세를 보였다. 바벨이 무릎에 있을 때의 자세는 피험자 C가 피험자 A보다 몸통을 세움으로써 보다 더 바벨을 몸 가까이에 붙이는 동작을 보이고 있다. 이러한 동작차이는 세컨풀로 연결될 때 피험자 C는 부드럽게 연결이 될 수 있는 원인이 되며, 피험자 A는 세컨풀로 연결시킬 때 허리부분이 급격하게 뒤로 젖히면서 바벨을 들어 올리는 원인이 된다. 또한 세컨풀 동작에서 지면을 수직으로 정확히 밀어 몸이 수직방향으로 이동되도록 수행하지 못하고 몸이 급격하게 후방으로 빠지고 있다.

이러한 현상은 앉아 받기자세에서 불리한 동작 형태를 유발할 수 있다. 즉, 몸이 후방으로 급격하게 빠지다가 앉아받기를 위하여 다시 앞으로 오는 과정에서 바벨을 후방으로 떨어뜨리게 되는 결과를 초래하게 될 수 있는 것이다.

<그림 5>는 어깨, 바벨, 무게중심의 전체적인 이동 경로를 나타낸 것으로 이 세 가지 요인이 어떻게 움직이는가를 봄으로서 기술수행에 있어 전체적인 동작의 흐름을 파악, 수정할 수 있다.

또한 바벨의 이동 경로 분석은 선수들에게 피드백을 제공할 때 가장 쉽게 이해할 수 있는 데이터이며 가장 중요한 정보이고, 역도기술의 효율적인 습득 및 시기의 성패원인을 규명하기 위한 중요한 기초 자료로 활용된다(예종이, 1994)

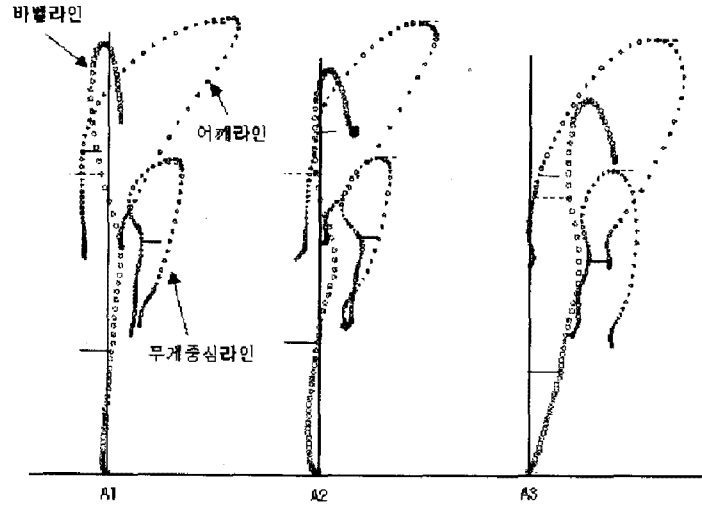


그림 5. 어깨, 바벨, 무게중심의 이동형태(실선은 E2, 점선은 E3)

<그림 5>에서 보는 바와 같이 피험자 A는 출발구간에서 어깨라인이 후방으로 빠지지 않고 수직 상방향으로 올라가고 있으며, 바벨도 몸에 가깝게 붙어서 올라가고 있다. 그러나 세컨폴시 몸이 피험자 B와 피험자 C보다 후방으로 급격히 빠지고 있다. 이러한 원인은 <그림 2>와 <그림 4>에서 보는 바와 같이 피험자 A의 인상 장면 중 2번째 장면과 피험자 C의 인상 장면 중 2번째 장면을 통해 알 수 있다. 즉, 피험자 C는 출발을 시점으로 바벨이 무릎위치에 올 때까지 발목관절, 무릎관절, 고관절 신전운동을 함께 수행하고 있으나 피험자 A는 무릎관절 신전운동을 많이 수행하고 고관절 신전운동은 상대적으로 적게 하면서 바벨을 무릎까지 들어 올리고 있다. 이러한 현상은 결국 세컨폴에서 주로 허리의 신전운동을 위주로 바벨을 들어 올리게 하여 무게중심이 수직 상방향으로 이동하지 못하고 후방으로 이동하게 되는 원인을 제공하게 된다. 또한 이러한 동작은 세컨폴때 허리에 무리를 가하게 되며, 빨리 몸통을 후방으로 빼서 맞아받기를 해야 하기 때문에 정확하게 세컨폴 동작을 수행하지 못하게 하는 원인이 될 수 있다.

피험자 B는 출발 구간시 바벨을 안쪽으로 당기지 못한 채 바벨을 무릎근처까지 올리고 있다. 이러한 현상은 어깨선이 후방으로 빠지면서 바를 수직으로 들려는 동작에서 기인된 것으로 보인다. 다행히 세컨폴 구간에서 무게중심과 바가 수직 상방향으로 움직이도록 풀동작이 효과적으로 수행하고 있다. 따라서 피험자 B는 출발구간의 자세교정이 요구된다.

피험자 C는 출발부터 몸과 바벨이 뒤로 빠지고 있다. 그러나 무게중심은 후방으로 많이 빠지지 않고 수직으로 올라가고 있으며, 바벨과 몸이 다른 선수들보다 붙어서 올라가는 것을 볼 수 있다. 특히, 세컨폴 동작시 다른 선수들보다 수직 상방향으로 풀동작이 이루어지고 있는 것으로 보아 안정적으로 동작을 수행하고 있음을 알 수 있다.

이런 경향으로 볼 때 피험자 A는 세컨폴시 발목, 무릎, 고관절의 신전운동이 함께 수행되도록, 특히 고관절의 신전에 유념하여서 연습하여 풀동작의 효과적인 수행으로 다음 동작으로 자연스러운

연결이 되도록 노력해야 할 것이다.

3. 바벨의 전후 거리 및 높이

<표 3>은 피험자별 바벨과 무게중심의 전후거리를 국면별로 나타낸 결과표이다.

<표 3>에서 보는 바와 같이 국면별 바벨과 무게중심의 전후거리차이 평균에서 피험자 A는 출발 국면시 9.3cm로 피험자 B와 C보다 바벨이 몸에 붙어서 이동하나 발뒤꿈치가 최대로 들린 후 앉아 받기까지의 앉아받기 국면에서 16.9cm로 피험자 B와 C에 비하여 바벨과 몸이 많이 떨어지고 있다.

피험자 B와 C는 출발 국면에선 다소 큰 수치(13.3cm, 11.7cm)를 보이고 있으나 세컨폴, 앉아받기 국면은 출발 보다 작은 수치를 보이고 있으며 피험자 A는 반대적인 경향을 보이고 있다. 풀구간의 고관절 가동범위에서도 피험자 A는 114.3cm로 피험자 B와 C보다 풀구간에서 고관절 신전운동을 많이 하고 있다.

표 3. 바벨과 무게중심의 전후거리 (단위 : cm)

Subject		변인				
		Sub A	Sub B	Sub C	M	SD
구간별 바벨과 무게중심의 전후거리 차이 평균	출발 국면	9.3	13.3	11.6	11.4	2.03
	세컨폴 국면	7.7	9.0	6.4	8.9	1.31
	앉아받기 국면	16.9	9.0	8.8	8.9	4.63
풀구간 고관절가동범위		114.3	100.7	100.	105.3	7.76
풀구간 어깨이동폭		34.7	31.4	35.7	33.9	2.24
풀구간 고관절이동폭		22.9	22.8	18.7	21.4	2.39

풀 구간 고관절 이동폭에 있어서는 피험자 C가 가장 적은 수치를 나타내고 있어 효율적인 동작을 보이고 있다. 어깨 이동폭에서는 평균 33.9cm로 피험자 B가 31.4cm로 다소 작은 폭을 보이고 있으며 피험자 C는 35.7cm으로 피험자 A와 B보다는 어깨 이동폭이 큰 경향을 보이고 있다. 따라서 앞서 어깨, 바벨, 무게중심의 이동에서도 보았듯이 피험자 A는 세컨폴에서 불필요하게 힘을 너무 길게 쓰지 않도록 훈련해야 하며, 세컨폴시 허리 신전력을 효과적이면서 폭발적으로 사용하기 위해 출발구간에서 무릎신전은 작게, 허리 신전운동은 크게 수행하고 세컨폴 국면에서는 짧은 영역에서 폭발적으로 신전운동을 하는 연습이 요구된다.

<표 4>는 신장비에 따른 바벨의 높이 변화를 피험자별로 나타낸 것이다.

표 4. 신장비에 따른 바벨의 높이 변화

(단위 : %, cm)

변인	Subject				
	Sub A	Sub B	Sub C	M	SD
최대바벨높이(신장대비 %)	80.0	76.6	72.8	76.46	3.6
최고점과 앉아 받기까지 거리(cm)	20.7	16.2	16.5	17.77	2.52
최고점과 앉아 받기까지의 신장에 대한 비율(%)	12.5	9.8	10.2	10.85	1.47
앉아받기시 바벨높이(신장대비 %)	67.5	66.8	62.6	65.61	2.66
수직방향효율지수(VPI)	0.85	0.96	0.92	0.91	0.06

본 연구에서 인상수행력을 평가하는 요인 중 수직방향효율지수인 VPI는 Garhammer(1979)에 의하여 제시된 방법을 활용하였다. 국면별 바벨과 무게중심과의 전후거리 차이평균은 프레임별 무게중심과 바벨의 떨어진 위치의 합을 더한 후 국면의 프레임수로 나눈 평균값으로 정의하였다.

이는 신장대비 바벨 높이가 높으면 그 만큼 효율적이지 못하다. 라는 말로 표현할 수 있을 만큼 신장대비 바벨높이와 관계가 크다고 볼 수 있다.

<표 4>에서 보는 바와 같이 피험자 A는 80.0%로 평균 76.5%보다 다소 큰 수치를 보이고 있는 것으로 보아 비효율적인 운동을 수행하고 있는 것으로 판단되며 피험자 C가 72.8%로 가장 낮은 수치를 보이며 신장대비 최대바벨높이 수치상으론 가장 좋은 동작이라고 할 수 있다.

수직방향효율지수(VPI)에서 피험자 A는 0.85, 피험자 B는 0.96, 피험자 C는 0.92로 피험자 A가 비효율적인 운동을 수행하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 신장대비 바벨을 타 선수보다 비효율적으로 높게 든다는 것을 의미한다.

이러한 결과는 신장대비 최대바벨 높이가 80%로 가장 높게 나타난 것으로 알 수 있다. 그리고 신장대비 바벨높이와 신장대비 앉아받기 높이의 차이도 피험자 A가 12.5cm, 피험자 B는 7.8cm, 피험자 C는 10.2cm로 피험자 A가 다른 선수보다 크게 나타난 것으로 보아 제 2국면에서의 풀동작이 몸이 뒤로 젖혀지며 수행하기 때문으로 사료된다.

최고점과 앉아받기까지 거리도 피험자 A가 20.7cm로 다른 선수들 보다 큰 수치를 보이고 있다.

4. 바벨 속도

<표 5>과 <그림 6>은 국면별 바벨 속도에 대한 피험자별 자료로서 바벨이 무릎 위치(E2)에 있을 때와 뒤꿈치가 최대로 들렸을 때(E3)를 점선으로 나타낸 것이다.

<표 5>와 <그림 6>에서 보는 바와 같이 최대 바벨이동 속도에서도 피험자 A가 210.7cm/sec, 피험자 B가 210.4cm/sec, 피험자 C가 201.9cm/sec로 나타나고 있어 최대 속도에서는 피험자 C가 다소

낮은 경향을 보이고 있다.

한편 피험자 A는 세컨폴시 바벨속도가 감소 현상을 연습으로 줄인다면 더욱더 큰 속도로 인한 경기력에 도움이 될 것이라고 생각한다.

출발 국면에서는 피험자 A, B가 각각 127.1cm/sec, 122.6cm/sec로 피험자 C보다 상대적으로 큰 속도를 보이고 있다.

표 5. 국면별 바벨의 속도변화

(단위 : cm/sec)

Subject	Sub A	Sub B	Sub C	M	SD
출발 국면	127.1	122.6	91.7	113.80	19.27
세컨폴 국면	210.7	204.0	199.1	204.59	5.81
앉아받기 국면	-37.7	14.9	1.6	-7.07	27.12
최대바벨이동속도	210.7	210.4	201.9	207.67	5.01

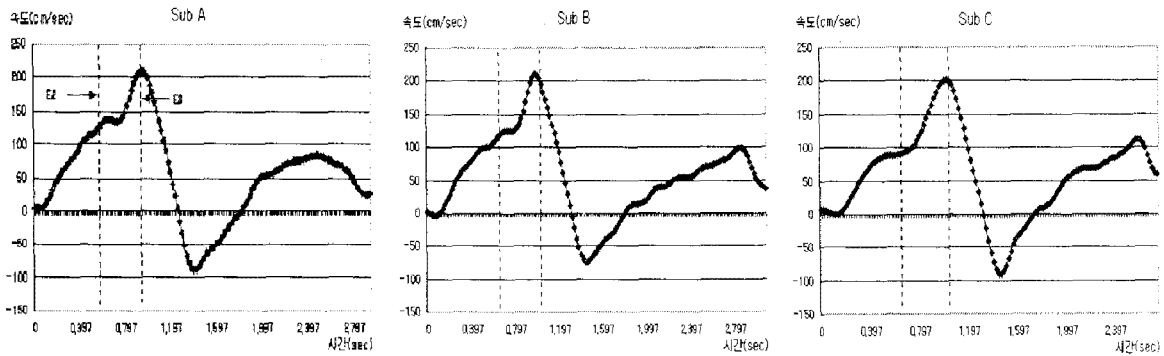


그림 6. 피험자별 바벨의 속도변화

바벨이동속도에서는 문영진(2002)은 출발구간에서의 바벨의 최대이동속도는 인상 경기력과 부적인 관계가 있다고 보고한 결과를 토대로 판단해 볼 때 피험자 A는 출발 국면에서 바벨이동속도를 급격하게 증가시키지 말고 조금 느리더라도 발목관절, 무릎관절, 고관절의 신전운동이 동시에 이루어지도록 하고, 세컨폴 동작을 수행하여야 세컨폴 국면에서 속도의 감소현상을 없앨 수 있는 것으로 판단된다.

피험자 A는 E3(뒤꿈치가 최대로 들렸을 때)시점에서 최대 바벨이동 속도를 보이고 있으나, 피험자 B와 C는 E3보다 조금 앞서서 최대 바벨이동 속도를 보이고 있다.

<그림 6>에서 보는 바와 같이 피험자 A는 세컨폴 시 다른 선수에 비해 바벨속도가 감소하는 구간이 나타나고 있는데, 이러한 바벨속도의 감소현상은 바벨이 수직으로 올라가는 것을 역행하는 현상으로 바벨의 움직임을 효과적으로 이용하지 못한데 원인이 있다(문영진, 송주호 2001).

5. 신체 관절의 각도와 각속도 변화

1) 각도 변화

<표 6>과 <그림 7>은 피험자별 E2와 E3 순간에 발목 각도, 무릎 각도, 고관절 각도를 나타낸 것이다. <표 6>에서 보는 바와 같이 이벤트별 관절 각도를 살펴보면, E2(바벨이 무릎위에 있을 때)시점에서의 발목 각도를 보면 피험자 A는 116.2도로 피험자 B와 C보다 작게 나타나고 있으며, 무릎 각도에서는 134.2도로 가장 큰 각도를 나타내고 있다. 고관절 각도에서는 피험자 C가 79.6도로 가장 작은 값을 나타내고 있다. E3(뒤꿈치가 최대로 들렸을 때)시점에서의 각도를 살펴보면 발목 각도에서는 피험자 A가 140.2도, 피험자 B는 155.2도, 피험자 C는 141.9도로 나타나고 있고, 무릎 각도에서는 피험자 B가 167.4도로 상대적으로 큰 수치를 보이고 있으며, 피험자 C는 무릎 관절과 고관절에서 다른 선수보다는 작은 각도를 보이고 있다.

표 6. 이벤트별 관절 각도

(단위 : deg)

Subject		Sub A	Sub B	Sub C	M	SD
이벤트별 신체각도	발목 각도	116.2	120.5	120.1	118.93	2.38
	무릎 각도	134.2	123.8	131.2	129.73	5.35
	고관절 각도	82.3	86.6	79.6	82.83	3.53
E3 시점	발목 각도	140.2	155.2	141.9	145.77	8.21
	무릎 각도	160.8	167.4	157.0	161.73	5.26
	고관절 각도	188.8	187.4	180.5	185.57	4.44

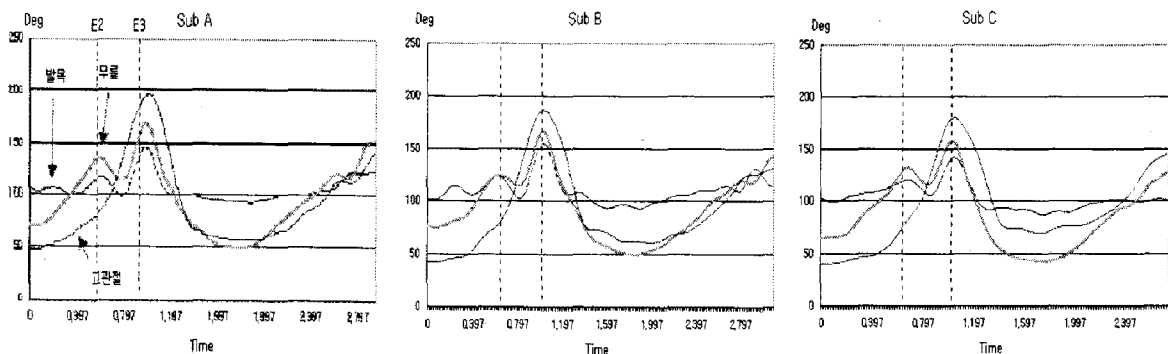


그림 7. 피험자별 신체관절 각도변화

<그림 7>에서 보는 바와 같이 피험자 A는 출발자세에서 타 선수에 비해 고관절 각도가 약 50도로 피험자 B와 C보다 더 신전되어 있다. 발뒤꿈치가 최대로 들린 후에도 피험자 A는 발목관절, 무릎관절, 고관절이 계속해서 신전되고 있다. 즉, 발뒤꿈치가 최대로 들린 후(풀동작이 끝남)에는 빨리 앉아받기 동작으로 진행되어야 하는데 피험자 A는 의미 없는 풀동작을 계속하여 비효율적인 동작을 하는 것으로 나타났다.

2) 각속도 변화

<표 7>는 세컨풀시 최대 각속도 및 시기를 나타내는 것으로서 세컨풀 국면의 프레임과 최대 각속도가 나타나는 시기가 일치하는 것이 최적의 인상동작이 수행되었다고 볼 수 있다.

표 7. 구간별 시간 및 세컨풀시 최대 각속도 및 시기 (단위 : deg/sec)

관절 변인		Subject	Sub A	Sub B	Sub C	M	SD
세컨풀시 최대 각속도 및 시기	고관절		483.4(41)	461.5(42)	496.0(46)	480.30	17.48
	무릎		506.2(46)	479.0(48)	415.8(48)	467.02	46.35
	발목		421.3(45)	451.4(47)	350.5(48)	407.73	51.79

<표 7>에서 보는 바와 같이 세컨풀시 최대 각속도를 보면 큰 차이는 없으나 피험자 A는 고관절이 무릎이나 발목보다 빠른 시점에서 최고점이 나타났으며, 피험자 B도 마찬가지로 고관절이 다른 관절에 비해 다소 빠르게 신전 되었다는 것을 보여 주고 있다. 반면 피험자 C는 발목, 무릎, 고관절 신전운동이 동시에 수행되어 어느 한 관절을 중심으로 집중적인 부담이 없이 효율적으로 동작을 취하는 것으로 사료된다.

각속도 크기에서는 고관절 평균이 480.3deg/sec이며 피험자 B는 461.5deg/sec로 최소값을, 피험자 C는 496.0deg/sec로 최대값을 나타내고 있다. 반면, 무릎과 발목에서는 피험자 C가 피험자 A와 C보다 415.8deg/sec, 350.5deg/sec로 작은 각속도를 보이고 있다. 이런 것을 볼 때 피험자 A와 B는 고관절 보다는 무릎 관절의 힘에 더 많은 비중을 차지하고 동작을 수행하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 세컨풀시 최대 고관절 각속도가 피험자 B와 C의 461.5deg/sec, 496.0deg/sec 보다 작은 483.4deg/sec를 나타내고 있다. 이는 허리 신전운동을 많이 하나 허리 신전력을 폭발적으로 쓰지 못하고 길게 쓴다는 것으로 볼 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 2002부산 아시안 게임에 참가한 선수들 중 금, 은, 동 메달을 획득한 75kg 여자 선수들의 인상경기를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 우리나라 선수 KSH는 세컨폴시 발목, 무릎, 고관절 신전근은 적게 활용하고 허리 신전근을 많이 사용하고 있는 형태를 보이고 있으므로 각 관절과 허리 신전근이 효과적으로 동시에 발현되어 어깨, 바벨, 고관절 라인이 수직 상방향으로 부드러운 패턴이 되도록 훈련해야 한다.
- 2) KSH는 출발시간이 빠르고 세컨폴 구간이 느린 경향을 보이고 있어 다른 선수들과 반대적인 경향을 보이고 있는 것으로 보아 동작의 효율성이 세컨폴 구간에서 떨어지고 있으며, 앉아 받기시 빠른 동작으로 연결될 수 있도록 노력해야 한다.
- 3) 바벨의 최대 이동속도는 크나 세컨폴시 경기력 저해 요인인 속도의 감소현상이 나타나고 있다. 바벨을 충분히 이용하여 수직이동 속도가 감소하지 않고, 그대로 증가하는 추이를 유지해야 한다.
- 4) 하지각도 측면에서 KSH는 발뒤꿈치가 최대로 들린 후에 빨리 앉아 받기 동작이 진행되지 못하고 비효율적인 동작을 계속 수행하고 있는데, 이런 발목, 무릎, 고관절의 의미 없는 신전 동작을 감소하여 힘을 효과적으로 발휘하는 능력이 필요하다.

참고문헌

- 문영진, 송주호(2001). 역도 엘리트 선수들의 인상기술 운동학적 분석. 성균관대학교 스포츠 과학 논집, 제6호.
- 문영진(2002). 역도 인상동작의 경기력향상모델 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 예종이(1994). 바벨 인상동작시 바의 인체의 중심변화에 대한 운동학 및 운동역학적 분석. 세종대학교 박사학위 논문.
- 주명덕(1991). 역도경기의 인상동작에 대한 생체 역학적 연구. 서울대학교 박사 학위 논문.
- 최규정, 이춘식(1985). 역도경기 풀 동작에 관한 역학적 연구. 스포츠과학연구과제 종합보고서. I, 521-578.
- Baumann. W, V. Gross, K. Quanda, P. Galbierz & A. Schwizz(1988). The Snatch Technique of world class Weight lifting at the 1985 World championships. *International Journal of Sport Biomechanics*. 4, 68-89.

- Breniere, Y., S. Bouisset, L. Gatti & M. Cuong Do(1979). A dynamic analysis of weightlifting movement : squat snatch. In : Abstracts-VII, *International Congress of Biomechanics*, Warsaw, Poland.
- Enoka, R. M(1979). The pull in Olympic weightlifting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11(2), 131-137.
- Funato, Kazuo & Fukunaga(1989). Mechanical Power development during Pull Movement in Weightlifting. *International Congress of Biomechanics*, p.429.
- Garhammer, J & T. McLaughlin(1979). Power output as a function of load variation in olympic and power lifing. *J. Biomechanics*(abstract in press).
- Kwon, Y.H(1994). *Kwon3D Motion Analysis Package Ver 2.1 Reference Manual*. Seoul: V-Tek Corp.
- Nelson, R. C & G. Burdett(1978). Biomechanical analysis of olympic weightlifting. In : F. Landry & W. Orban (eds.) *Biomechanics of Sport and Kinanthropometry*, 169-180. Symposia Specialists, Inc, Miami, Florida.
- Plagenhoef, S.(1983). *Patterns of human motion*. Englewood Cleffs. NJ:Prentice Hall.