

**3D 인상 동작에서 최대중량부하의 극한계치 추정에 관한 연구**  
**A study on the Limitation presumption of Maximum Weightlifting**  
**load of Snatch three dimation motion analysis**

이창민\* , 서국웅\*\* , 김용재\*\*

**Abstract**

The purpose of this study is to know load for each human body's knee joint to endure load efficiently, when weight lifter pulls suitable bar in the each weight lifting level. To use the difference of load and correlation between men and women, the conclusion of this study is to find parameters to conduct maximum limitation of maximum load to search maximum limitation.

The moment of each joint in the lower area was to have a much difference between group of the trunk in the first step. It decreased rapidly until decent and greatly pulled in the second step.

Neuromusclar moment increased suddenly in the decrease phase. This phenomenon resulted from shock-absorbing function to absorb a load from bar.

---

\* 동의대학교 산업공학과

\*\* 부산대학교 사범대학 체육교육과

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

역도경기는 무거운 물체를 머리 위로 들어올리는 매우 단순한 경기인 것처럼 생각되지만, 이 생각을 반대로 돌려보면 단순한 동작으로 승부를 가린다는 것은 승부를 위해 참가한 모든 사람들의 최대 능력을 건주는 것인 만큼 자신이 지닌 능력을 가장 효율적으로 발휘해야 만이 승자가 될 수 있는 실로 정교한 동작을 요하는 경기라고 말할 수 있다.

선수들이 자신의 힘을 사용하여 바벨을 머리 위로 무작정 들어올리는 것이 아니라 일정 수준까지 바벨을 들어올리는 것이 그 아래로 몸을 낮추어 바벨이 떨어지지 않도록 온몸으로 받추었다가 다시 일어서거나 머리 위로 재차 들어올리는 과정이며, 이러한 과정 속에서 바벨의 무거운 중심이 인체의 중심선에서 멀리 벗어나지 않도록 해야 하는 동작이라는 점에서도 고도의 기술을 요한다고 할 수 있는 것이다.

역도경기는 인상과 용상종목으로 구분되며 두 종목 기록 합계에 의하여 순위가 결정된다. 일반적으로 인상기록은 용상기록의 약 70%에 불과하며(주명덕, 1991), 특히 국내 10체급 선수들의 인상 평균기록은 142kg 으로서 아시아 정상급 선수 154kg, 세계 정상급 선수 172kg에 비해 크게 뒤떨어져 있다(체육부, 1994). 이러한 국내 역도선수들의 경기력 향상을 위해서는 무엇보다도 인상종목의 기술 체계에 대한 과학적 분석과 이해가 선행되어야 하며, 이와 병행하여 현장에서의 합리적인 훈련 및 우수선수의 선발과 육성을 위한 많은 노력이 집중되어야 한다.

그동안 한국 역도는 20여년 이상 국제무대에서 부진한 성적을 탈피하지 못하다가 '88서울올림픽 이후 최근에 이르러 경량급에서 좋은 성적을 거두고 있는 실정이지만 구 소련이나 불가리아 등에 비하면 아직 열세인 수준이며 특히 여자선수들은 가까운 중국이 거의 독무대를 가꿔 가고 있는 실정이다.

인상종목의 동작은 끌기(First Pull), 잡아채기

(Second Pull), 앉아받기(Lock Out), 일어서기(Stand Up)의 4단계로 구분된다. 그 중에서 끌기와 잡아채기 동작은 바에 폭발적인 힘을 가하여 바벨을 충분한 높이까지 상승시키는 단계로서, 끌기와 잡아채기의 성공적인 수행여부가 경기결과에 결정적인 영향을 미치기 때문에 이 과정에서 수반되는 제반 역학적 변인에 대한 분석은 인상의 기술체계를 이해하는 데 매우 중요하다. 이러한 이유 때문에, 인상종목에 대한 대부분의 선행연구들은 세계 정상급 선수들을 대상으로 주로 끌기와 잡아채기 동작과 관련된 운동학 및 운동역학적 변인들에 대한 기술적 분석(Descriptive Analysis)을 행하여 왔다.

인상종목에 관련된 운동학적 변인에 대한 연구로는 고속도 카메라나 비디오 카메라로 촬영한 영상자료를 근거로 하여 끌기와 잡아채기 동작시 바(Bar)의 궤적, 속도, 가속도, 수직변위, 인체관절의 이동속도 및 각도, 동작 소요시간 등을 분석하였다(Stolberg, 1961; Webster, 1964; Cerquiglini, Figura, Marchetti & Salleo, 1973; Garhammer, 1975, 1985; Vorobyev, 1978; Pietka & Spitz, 1978; Garhammer & Gregor, 1979; Connan, Moreaux & Hocke, 1979).

용상종목의 기술은 두가지로 구분되는데 첫째는 바벨을 가슴높이까지 들어 올리는 클린(Clean)과 가슴으로부터 머리위로 팔을 곧게 뻗은 위치까지 바벨을 솟쳐 올리는 잭(Jerk)으로 구분된다.

이와 같은 인상기술에 대한 기술적 분석자료는 우수선수와 비우수선수간의 기술수준을 비교·진단하거나, 초보자나 비우수선수들이 역도기술을 습달하는데 큰 도움을 제공해 줄 수 있다. 또한 역도 경기는 인간이 들 수 있는 최대중량의 한계치에 도전하는 스포츠이기 때문에 선수 개인이 지니고 있는 미지의 잠재력을 추정할 수 있다면 선수의 선발 및 육성 그리고 훈련처방에 큰 기여를 할 수 있을 것이다.

## 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 국내에서 대표급 상비군선수 20명을 8회씩 Snatch동작을 반복 실시하여 남녀-

동작간에 단계별 모멘트 차이점을 비교분석 하여 기술적인 차이점을 최소화시키고자 한다.

### 5. 국면의 정의

- 1) 제1국면 : 출발 단계(출발부터 바를 무릎까지 들어올리는 단계)
- 2) 제2국면 : 풀 단계(바를 무릎에서부터 뒤꿈치가 최대로 들리기까지의 단계)
- 3) 제3국면 : 앉아받기 단계(발의 뒤꿈치가 최대로 들리면서 앉아받기까지의 단계)
- 4) 제4국면 : 적(Jerk: 가슴위에 걸쳐있는 바를 위로 튀겨 올리는 단계)
- 5) 제4국면 : 일어서기 단계(앉아받기에서 바를 받친 채 일어서기까지의 단계)

## III. 연구 방법

역도경기의 종목에 대한 기술구조를 파악하고, 바벨중량의 점진적 증가에 따른 신체 각분절의 모멘트를 산출하기위해 본 연구에 동원되는 피험자, 실험도구, 실험절차, 자료처리 방법은 다음과 같다.

### 1. 연구 대상자

본 연구의 대상은 국가 대표 상비군선수 중에서 본 연구의 목적을 이해하고 자원하는 연구 대상자는 남·여 각각 10명으로 실험을 실시하였다.

### 3) 실험도구의 조정

본 실험에 앞서서 고속 비디오 카메라를 삼각대 위에 고정 설치한 후, 수평을 맞추고 망원렌즈의 초점거리를 바벨중량에 맞춘다. 그 후 고속 비디오 카메라의 촬영속도는 60frame/sec로 하였다.

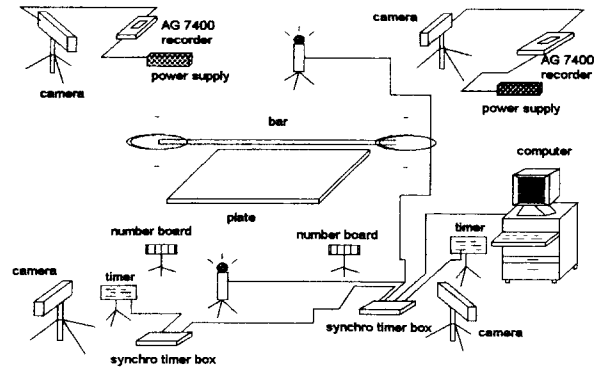


Fig. 1. 실험장비의 배치도

### 3. 실험절차

DLT통계점군의 3차원 좌표(Object Space Coordinate)를 설정하기 위하여, 피험자의 인상동작이 최대로 크게 관찰될 수 있는 범위를 설정한 후, 4개의 통계점 막대봉을 수직으로 세우고, 디지털 각도 측정기를 이용하여 기준척1, 기준척2, 기준척3, 기준척4 순으로 4개의 기준척 각각에 대한 1개의 수평각과 9개의 수직각을 측정하였다. 그 다음 두 대의 카메라를 약 5초간 작동시켜 통계점군의 좌표화를 위한 필름 자료를 얻은 후, 4개의 기준척을 제거하였다.

피험자들에게 본 연구의 목적과 취지를 이해시켰으며 최선을 다하여 실험에 착수해 줄 것을 주지시켰다. 그 후 피험자 각자가 자신의 최대기록에 대한 90%의 바벨중량을 인상할 수 있도록 30분간 준비운동 및 컨디션닝을 실시하였다.

피험자는 시합용 유니폼을 착용하며, 디지털 영상을 위한 인체관절점에 대한 기준점은 표시하였다.

실험의 진행은 피험자가 경기대 위에 왼발과 오른발을 올려 놓고 스타트 자세를 취했을 때, ① “조명” ② “카메라 작동” ③ “스위치” ④ “시작”의 신호화 함께 조명이 켜지고 양쪽 카메라가 작동한 후 약 1초 후에 스프링식 전원 스위치를 “On” 시킴으로써 Led의 전구에 불이 켜짐과 동시에 “시작”의 신호화 함께 피험자는 바벨을 들어올렸다.

4. 자료분석 방법

네 대의 고속 비디오 카메라에 의해 측정된 자료는 영상분석용 프로그램을 이용하여 인상동작 및 용상동작에 관련된 신체분절 모멘트를 계산하고, 영상분석을 3개의 그룹으로 묶어서 SAS Program을 이용하여 상호비교분석하였다.

(1) 동기화(Synchronization)

카메라 1, 2에서 얻은 자료를 동기화시키기 위하여 3차 스플라인 함수(Qubic Spline Function)를 이용한 보간법(Interpolation)을 이용하였으며, 촬영속도를 60frame/sec로 하였고, 각 프레임(frame)당 동기화시간간격(Synchronize Time Interval)을 0.01초로 하여 2차원 좌표값을 구하였다.

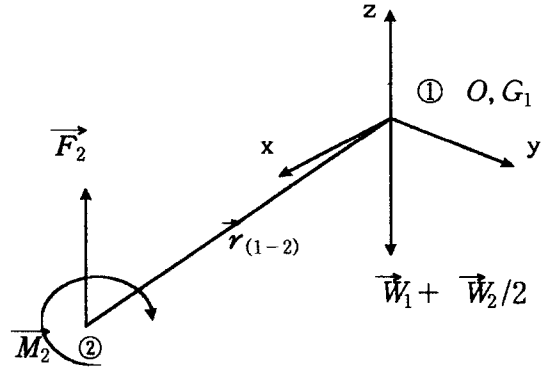
(2) 3차원 실공간 좌표의 계산

Walton(1981)의 DLT(Direct Linear Transformation)기법을 이용하여, 디지털화좌표계(Comparator Coordinate System)와 실공간좌표계(Object Space Coordinate System)로부터 DLT변환식의 계수를 유도한다. 그 후 계산된 DLT계수와 인체관절점의 평면좌표를 이용하여 바와 피험자의 3차원 공간 좌표를 산출한다. 3차원 좌표값을 계산할 때 여러 가지 원인에 의해 노이즈(Noise)가 발생하는데, 이러한 노이즈에 의한 오차를 제거하기 위하여 스무딩(Smoothing)을 행하였다. 공간좌표의 우연오차(Random Error)를 제거하기 위한 필터링 방법으로 2nd-Order Butterworth Filter(Low Pass)방식을 이용하며, Cut-Off Frequency는 5.0 Hz로 한다.

역도 동작 과정에서 일어나는 힘과 모멘트는 좌우대칭이라 볼수있으므로 오른쪽에대한 힘과모멘트를 구하고 이를 바탕으로 하여 전체에대한 것을 평가하기로한다. 이때 인체관절중심의 좌표는 그림(III-4)와 같은 번호로 정하고, 힘과 모멘트산출시 사용되는 변수기호는 그림(III-5)에 나타낸 기호를 쓰기로 한다.

1) 손분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Hand

segment), ①-②(center of Hand segment-Wrist joint)



손분절에 대한 자유물체도의 기호내용:

① : 손분절의 중심점

② : 손목관절 중심점

$\vec{F}_2$  : 손목관절에 작용하는 관절힘

$\vec{W}_1 = m_1g = m_1g$  : 손목관절의 무게

$\vec{W}_2 = m_1'g$  : 바벨의 무게

$\vec{r}_{(1-2)}$  : 손목 관절중심점② 와 손분절 중심점① 사이의 거리

$m$  : 손분절질량  $m_1$ 과 바벨질량  $m_1' = W_2g$

의  $\frac{1}{2}$  을 더한질량

$\vec{a}_{(1-2)}$  : 손분절의 선가속도

$\vec{\alpha}_{(1-2)}$  : 손분절의 각가속도

$I_i$  : 분절의 극질량 관성모멘트 ( $i=1, 2, 3, \dots, 8$ ),  $I=1$ 인경우는 손분절의 관성모멘트,  $I_i$

이때  $\vec{W}_1$ 과  $\vec{W}_2$ 는 동일한 위치로 가정한다.

②점을 원점으로하는 자유물체도에의한 힘과 모멘트의 국부좌표계인 물체좌표계 o-xyz 에대한 Newton의 운동방정식은 :

$$\vec{F}_2 - \vec{W}_1 - \vec{W}_2/2 = m \vec{a}_{(1-2)}$$

$$\vec{F}_2 \times \vec{r}_{(1-2)} + \vec{M}_2 = I_1 \vec{\alpha}_{(1-2)}$$

손목관절②에 작용되는 미지인 힘  $\vec{F}_2$ 와 모멘트  $\vec{M}_2$ 는 다음과 같이된다.

$$\vec{F}_2 = \vec{W}_1 + \vec{W}_2/2 + m \vec{a}_{(1-2)} \quad (1)$$

$$\vec{M}_2 = - \vec{F}_2 \times \vec{r}_{(1-2)} + I_{(1-2)} \vec{a}_{(1-2)} \quad (2)$$

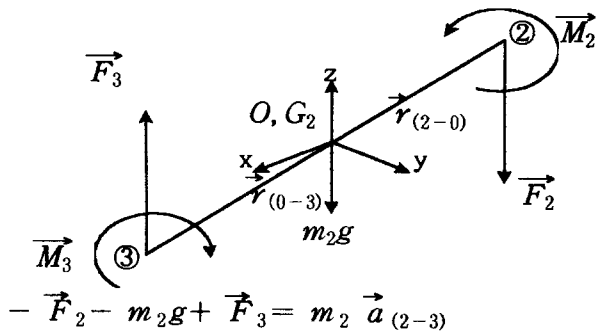
(1), (2)식의 입력자료는 모두 벡타량으로써 인체 분절자료와 동작과정의 영상분석을 통하여 각 관절 및 무게중심의 위치, 선가속도와 각가속도가 계산하였다. 그입력되는 자료의 성분과 동력학적인 기호정의는 다음과같다.

성분은  $\vec{F}_2(F_{2x}, F_{2y}, F_{2z}), \vec{W}_1(W_{1x}, W_{1y}, W_{1z}),$   
 $\vec{W}_2(W_{2x}, W_{2y}, W_{2z}), \vec{M}_2(M_{2x}, M_{2y}, M_{2z}),$   
 $\vec{r}_{(1-2)}(r_{(1-2)x}, r_{(1-2)y}, r_{(1-2)z}),$   
 $\vec{a}_{(1-2)}(a_{(1-2)x}, a_{(1-2)y}, a_{(1-2)z})$  이고,

동역학적인 내용은  $m_1 \cdot \vec{a}_{(1-2)}$  는 선가속도,  
 $\vec{r}_{(1-2)} \times \vec{F}_{(1-2)}$  는 모멘트,  $I_1 \vec{a}_{(1-2)}$  는 모멘트로 정의된다.

다음분절에 대한 기호 정의는 1)항에서 언급한 내용에 준한다.

2) 전완분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Upper arm segment), ②-③ (Wrist joint - Elbow joint)



$$- \vec{F}_2 - m_2 g + \vec{F}_3 = m_2 \vec{a}_{(2-3)}$$

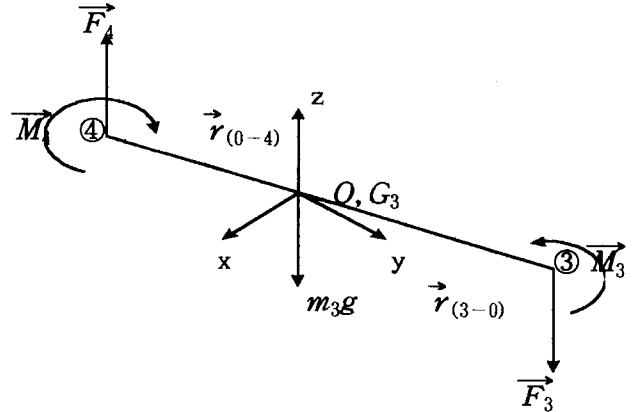
$$\vec{F}_2 \times \vec{r}_{(0-2)} - \vec{M}_2 + \vec{F}_3 \times \vec{r}_{(0-3)} + \vec{M}_3 = I_2 \vec{a}_{(2-3)}$$

팔꿈치관절 ③에 작용되는 미지인 힘  $\vec{F}_3$ 와 모멘트  $\vec{M}_3$  은 다음과같이된다.

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_2 + m_2 g + m_2 \vec{a}_{(2-3)} \quad (3)$$

$$\vec{M}_3 = - \vec{F}_2 \times \vec{r}_{(0-2)} + \vec{M}_2 + I_2 \vec{a}_{(2-3)} \quad (4)$$

3) 상완분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Fore arm segment), ③-④ (Elbow joint - Shoulder joint)



$$- \vec{F}_2 - m_3 g + \vec{F}_4 = m_3 \vec{a}_{(3-4)}$$

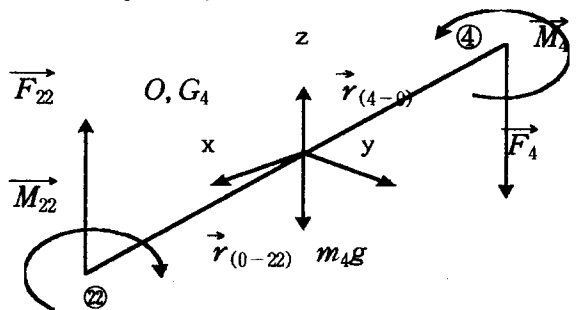
$$\vec{F}_2 \times \vec{r}_{(0-3)} + \vec{F}_4 \times \vec{r}_{(0-4)} - \vec{M}_3 + \vec{M}_4 = I_3 \vec{a}_{(3-4)}$$

어깨관절 ④에 작용되는 미지인 힘  $\vec{F}_4$ 와 모멘트  $\vec{M}_4$ 는 다음과같이 된다.

$$\vec{F}_4 = \vec{F}_2 + m_3 g + m_3 \vec{a}_{(3-4)} \quad (5)$$

$$\vec{M}_4 = - \vec{F}_2 \times \vec{r}_{(0-3)} - \vec{F}_4 \times \vec{r}_{(0-4)} + \vec{M}_3 + I_3 \vec{a}_{(3-4)} \quad (6)$$

4) 몸통상위분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Upper trunk segment), ④-② (Shoulder joint - Waist joint4)



$$- \vec{F}_{L4} - \vec{F}_{R4} - m_4 g + \vec{F}_{22} = m_4 \vec{a}_{(4-22)}$$

$$2 \vec{F}_4 \times \vec{r}_{(0-4)} + \vec{F}_{22} \times \vec{r}_{(0-22)} - \vec{M}_{L4} - \vec{M}_{R4} + \vec{M}_{22} = I_4 \vec{a}_{(3-22)}$$

여기서, 첨자 L,R은 좌측과우측을 가르키고, 어깨관절의 힘과 모멘트는 좌우크기가 같고 대칭인 점을 감안하면 힘은  $\vec{F}_{L4} = \vec{F}_{R4}$  이되고, 모멘트는

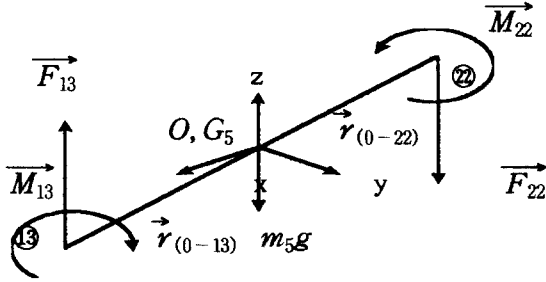
$\vec{M}_{L4}, \vec{M}_{R4}$  에는 서로대칭인 좌표값을 넣으면 된다.

허리관절 ② 에 작용되는 미지인힘  $\vec{F}_{22}$ 와 모멘트  $\vec{M}_{22}$ 는 다음과 같이된다

$$\vec{F}_{22} = 2\vec{F}_4 + m_4g + m_4\vec{a}_{(4-2)} \quad (7)$$

$$\vec{M}_{22} = -2\vec{F}_4 \times \vec{r}_{(0-4)} - \vec{F}_{22} \times \vec{r}_{(0-2)} + 2\vec{M}_4 + I_4\vec{a}_{(3-2)} \quad (8)$$

5) 몸통하위분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Lower trunk segment), ②-⑬ (Waist joint - Hip joint)



$$\vec{F}_{22} \times \vec{r}_{(0-22)} + 2\vec{F}_{13} \times \vec{r}_{(0-13)} + 2\vec{M}_{13} - \vec{M}_{22} = I_5\vec{a}_{(2-13)}$$

$$-\vec{F}_{22} - m_5g + 2\vec{F}_{13} = m_5\vec{a}_{(2-13)}$$

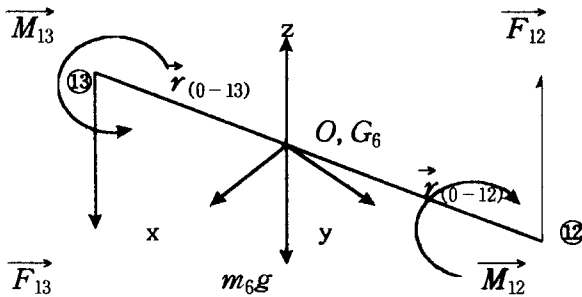
여기서  $\vec{F}_{13}$ 의 힘이 두배값이 되는 것은 몸상의 분절의 경우는 좌우의힘 모두가 고려되기 때문이며, 몸하위분절의 경우는 우측한쪽만을 고려하게 되므로 힘과 모멘트인  $\vec{F}_{13}, \vec{M}_{13}$ 모두가 두배의 값이된다.

힘관절 ⑬ 에 작용하는 미지인힘  $\vec{F}_{13}$ 과 모멘트  $\vec{M}_{13}$ 는 다음과 같이된다.

$$\vec{F}_{13} = (\vec{F}_{22} + m_5g + m_5\vec{a}_{(2-13)})/2 \quad (9)$$

$$\vec{M}_{13} = (-\vec{F}_{22} \times \vec{r}_{(0-22)} - 2\vec{F}_{13} \times \vec{r}_{(0-13)} + \vec{M}_{22} + I_5\vec{a}_{(2-13)})/2 \quad (10)$$

6) 대퇴분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Thigh segment), ⑬-⑫ Hip joint - Knee joint)



$$-\vec{F}_{13} + \vec{F}_{12} + m_6g = m_6\vec{a}_{(12-13)}$$

$$-\vec{F}_{13} \times \vec{r}_{(0-13)} - \vec{F}_{12} \times \vec{r}_{(0-12)} - \vec{M}_{13} + \vec{M}_{12} = I_6\vec{a}_{(12-13)}$$

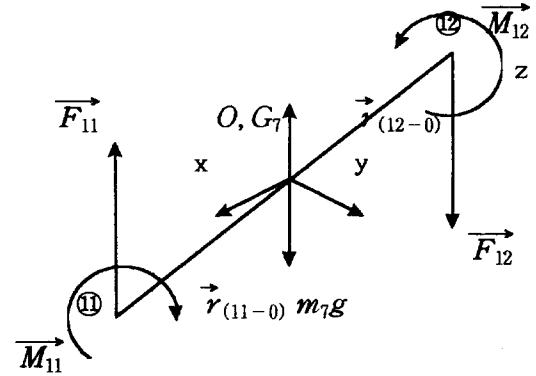
무릎관절 ⑫에 작용하는 미지인 힘  $\vec{F}_{12}$  와 모멘트

$\vec{M}_{12}$  는 다음과 같이 된다.

$$-\vec{F}_{12} - \vec{F}_{13} - m_6g + m_6\vec{a}_{(12-13)} \quad (11)$$

$$\vec{M}_{12} = \vec{F}_{13} \times \vec{r}_{(0-13)} + \vec{F}_{12} \times \vec{r}_{(0-12)} + \vec{M}_{13} + I_6\vec{a}_{(12-13)} \quad (12)$$

7) 하퇴분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Shank segment), ⑫-⑪ (Knee joint - Ankle joint)



$$-\vec{F}_{12} - m_7g + \vec{F}_{11} = m_7\vec{a}_{(11-12)}$$

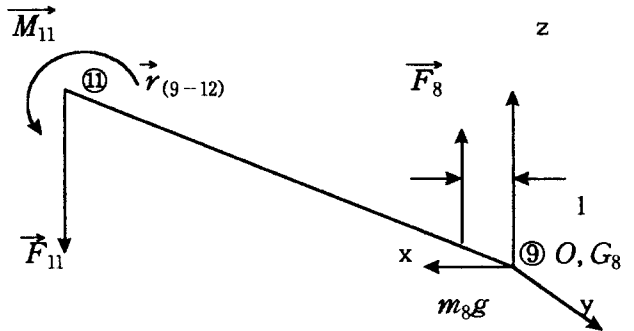
$$\vec{F}_{11} \times \vec{r}_{(0-11)} + \vec{F}_{12} \times \vec{r}_{(0-12)} - \vec{M}_{12} + \vec{M}_{11} = I_7\vec{a}_{(11-12)}$$

발목 관절 ⑪에 작용되는 미지인힘  $\vec{F}_{11}$ 과 모멘트  $\vec{M}_{11}$ 는 다음과 같이 된다.

$$\vec{M}_{11} = -\vec{F}_{11} \times \vec{r}_{(0-11)} - \vec{F}_{12} \times \vec{r}_{(0-12)} + \vec{M}_{12} + I_7\vec{a}_{(11-12)} \quad (13)$$

$$\vec{F}_{11} = \vec{F}_{12} + m_7g + m_7\vec{a}_{(11-12)} \quad (14)$$

8) 발분절에 작용하는 힘과 모멘트 (Foot segment), ⑪-⑨ (Ankle joint - Toe)



$$-\vec{F}_{11} + m_8g + \vec{F}_8 = m_8\vec{a}_{(9-11)}$$

$$-\vec{F}_{11} \times \vec{r}_{(9-11)} + \vec{F}_8 \times \vec{r}_{(9-11)} - \vec{M}_{11} = I_8\vec{a}_{(8-11)}$$

발분절에 작용하는 미지인 지면반력  $\vec{F}_8$ 과  $\vec{F}_{11}$  이 작용하는 힘과 발끝사이의 거리 1 은 다음과같이 된다.

$$\vec{F}_8 = \vec{F}_{11} + m_8 \vec{g} + m_8 \vec{a}_{(9-11)} \quad (15)$$

$$l = (\vec{F}_{11} \times \vec{r}_{(9-11)} + \vec{M}_{11} + I_8 \vec{a}_{(8-11)}) / \vec{F}_8 \quad (16)$$

#### IV. 연구 결과

본 연구의 목적은 역도경기의 종목에 대한 기술 구조를 이해하고 선수 개개인의 운동능력의 단계별 차이에 대한 유의성을 알아내고, 선수들의 체격조건과 운동능력과의 관계를 그룹간 차이를 통해 규명하며, 우수선수 발굴에 보다 명확한 자료를 찾아내어 국제대회에서 기록간의 격차를 최소화시키고 남녀간에 각 요인별 차이점을 찾아내어 그 격차를 최소화 시키는 데 그 목적을 두고 연구에 임하고자 한다.

동작 수행시 각 관절에 발생하는 그룹별 Moment를 단계별, 남녀별 차이점을 비교분석한다.

역도경기는 체급경기로써 체급의 증가는 기록과 밀접한 관련이 있기 때문에 체급이 다른 선수간의 경기력을 비교·진단하기 위한 상대적 평가도구의 제시가 요망되고, 남녀별 단계에 따른 상대적 비교를 통하여 나타난 자료를 토대로 체급간의 비교와 남녀간의 차이점을 면밀히 분석할 수 있을 것으로 보인다.

인상동작에서 일-에너지의 원리를 적용하면, 바에 가해진 힘이 소멸될 때까지 선수가 바에 행한 일량은 바가 지니게 될 역학적 에너지 양과 같다. 따라서 선수의 신장 및 체중을 통제된 상태에서 바가 지니게 될 역학적 에너지의 크기를 비교함으로써, 선수간의 인상동작의 경기력에 대한 상대적 평가를 시도할 수 있다.

본 연구 결과에 의하면 인상동작의 상체부분만을 조명해 보면 그룹간의 수직파워의 크기는 4부위로 나누어 분석해 볼 수 있다.

##### 가) Moment 분석

Snatch동작에서 각 그룹별 및 단계별, 부위별 모멘트를 각각 산출하여 비교 분석하였다.

#### ※ 몸통상위분절에 작용하는 모멘트

Table 1. The Moment of wrist on the Snatch(1st-Group) (unit :Nm)

Sex	Item	Snatch Event					
		Step	1st step	2nd step	3rd step	4th step	5th step
Male	M		-221.74	-151.35	-128.97	-317.94	-145.58
	SD		69.40	33.45	77.01	143.49	82.63
Female	M		-86.48	-56.21	-50.23	-147.01	-56.96
	SD		33.78	23.51	25.22	57.32	28.27
F-Value			4.22***	2.02	9.33***	6.27***	8.55***

남·여 I그룹의 인상종목에 있어서 몸통 상부의 모멘트는 Table 1과 같다.

단계별 남·여의 M/SD는 1단계에서 각각  $-221.74 \pm 69.40\text{Nm}$ ,  $-86.48 \pm 33.78\text{Nm}$ 로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 3단계에서도  $-128.97 \pm 77.01\text{Nm}$ ,  $-50.23 \pm 25.32\text{Nm}$ 로 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 또한 4단계에서도  $-317.94 \pm 143.49\text{Nm}$ ,  $-147.01 \pm 57.32\text{Nm}$ 로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 5단계에서도  $-145.58 \pm 82.63\text{Nm}$ ,  $-56.96 \pm 28.27\text{Nm}$ 로 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ).

Table 2. The Moment of upper trunk on the Snatch(2nd-Group) (unit :Nm)

Sex	Item	Snatch Event					
		Step	1st step	2nd step	3rd step	4th step	5th step
Male	M		-287.23	-215.24	-203.87	-440.01	-174.19
	SD		60.03	61.01	96.55	157.98	56.72
Female	M		-121.29	-91.09	-89.33	-173.12	-77.26
	SD		25.10	35.07	41.87	72.49	36.68
F-Value			5.72***	3.03**	5.32***	4.75***	2.39***

남·여 II그룹의 인상종목에 있어서 몸통 상부의 모멘트는 Table 2와 같다.

단계별 남·여의 M/SD는 1단계에서 각각  $-287.23 \pm 60.03\text{Nm}$ ,  $-121.29 \pm 25.10\text{Nm}$ 로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 2단계에서도  $-215.24 \pm$

61.01Nm,  $-91.09 \pm 35.07$ 로 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ). 또한 3단계에서도  $-203.87 \pm 96.55$ Nm,  $-89.33 \pm 41.87$ Nm로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 4단계에서도  $-440.01 \pm 157.98$ Nm,  $-173.12 \pm 72.49$ Nm로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ). 5단계에서도  $-174.19 \pm 56.72$ Nm,  $-77.26 \pm 36.68$ Nm로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ).

Table 3. The Moment of upper trunk on the Snatch(3rd-Group) (unit :Nm)

Step	Sex	Item	Snatch Event				
			1st step	2nd step	3rd step	4th step	5th step
Male	M		-229.25	-188.33	-204.17	-306.25	-90.92
	SD		130.67	119.28	115.06	228.42	118.96
Female	M		-160.33	-91.73	-115.28	-220.41	-89.23
	SD		33.81	47.89	61.19	140.21	92.11
F-Value			14.94***	6.20***	3.54**	2.65**	1.67

남·여 III그룹의 인상종목에 있어서 몸통 상부의 모멘트는 Table 3과 같다.

단계별 남·여의 M/SD는 1단계에서 각각  $-229.25 \pm 130.67$ Nm,  $-160.33 \pm 33.81$ Nm로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 2단계에서도  $-188.33 \pm 119.28$ Nm,  $-91.73 \pm 47.89$ 로 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ). 또한 3단계에서도  $-204.17 \pm 115.06$ Nm,  $-115.28 \pm 61.19$ Nm로 유의한 차이가 나타났고( $p < .01$ ), 4단계에서도  $-306.25 \pm 228.42$ Nm,  $-220.41 \pm 140.21$ Nm로 유의한 차이가 나타났고( $p < .01$ ).

## V. 결론

본 연구는 역도선수를 통해 각체급에 적합한 바를 들 경우 하중을 견딜수 있는 상체에 걸리는 모멘트를 어느 정도 효율적으로 부하를 주는가를 알고자 하는데 있다. 남·여간 하중의 차이점을 알아내고, 상관관계를 이용한 최대중량부하의 한계치를 감소시켜 상이한 변인을 추정할 수 있는 결론은 다음과 같다.

1. I, II, III그룹 모두 T-test 결과 남·여간에 유의한 차가 높게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

2. 이를 토대로 상체 부위의 각 관절에 걸리는 모멘트는 그룹간에 상체에서 가장 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다. 특히, 4단계에서 바가 최대로 들리면서 하강전까지 급격하게 감소하다가 하강곡면에 접어들면서 신근 모멘트의 급격한 증가를 나타내고 있다. 이는 바로부터 하중을 흡수하기 위한 완충작용의 결과로 보아진다.

따라서 바의 수직 및 수평이동의 변화에 따른 신체이동을 원활히 하고 바의 중심과 신체 중심의 균형을 조화를 시키기 위한 인체모형을 설계하고 관절과 밀접한 관계를 갖고 있는 근육부위에 관한 연구조사가 충분히 이루어져야 하겠다.

## 참고문헌

- [1]권영후, (1990). KWON3D motion analysis package version 2.1
- [2]김의수, (1983), 체육의 해부학적 기초와 실습. 녹원 출판사.
- [3]박영일, (1991). 동력학, 서울산업대 출판부.
- [4]박찬홍(1981), 역도 Snatch 동작의 생체역학적 분석, 스포츠과학 연구보고서 Vol. 18, No. 1
- [5]성낙준 외 7인 (1987). 3차원 영상 분석 시스템 개발. pp. 30-33.
- [6]소재무, (1990). 역도 인상동작의 성·패 변인 분석에 관한 생체역학적 연구, 건국대학교 대학원 박사학위 논문
- [7]신동철.(1986). 역도경기 인상동작에 관한 생체역학적 분석. 국민대학교 대학원 석사학위 논문.
- [8]신인식, 권영후. (1987). 3차원 영상분석법의 비교 연구. 서울대학교 체육연구소 논문집, 8(1), 33-43.
- [9]안효작, (1984). 역도 경기 Squat clean의 동작 분석에 관한 연구, 한국체육대학 대학원 석사학위논문.



- [10]예종이, (1994). 바벨 인상동작시 바와 인체의 중심 변화에 대한 운동학 및 운동역학적 분석. 세종대 박사학위 논문.
- [11]이면우, 이성일, 임춘성, 조동길. (1985). 역도 경기의 전산 분석 모델을 이용한 선수의 선발 및 훈련 방안. 1985년도 스포츠과학 연구 과제 종합 보고서, I, 387-520.
- [12]이면우 · 장원경 · 성덕현(1983), 역도경기의 운동학적 자세와 근수축에 관한 전산분석, 대한산업공학회지 Vol.9,
- [13]Agudin, V. P. (1980). The rational use of assistance exercises in the natch. (Translated by A. Andreev) International Olympic Lifter (in press).
- [14]Andriaseen, steen, Bar-on, ehud (1983) Estimation of Moter Unit Twitches, IEEE Transaction on Biomedical Engineering. Vol.BME-30, No.11
- [15]Dvolkin, L. S. (1984). Technique of Executing Weight lifting Exercises Technical Preparation of Yong Weightligters. Soviet Sports Review, 19(2), 85-90.
- [16]Enoka, R. M (1988). Load - and skill-related changes in segmental contributions to a weightlifting movemet. Medicine and Science in Sports and Exercise, 20(2), 131-137.
- [17]Funato, Kazuo & Fukunaga(1989). Mechanical Power development during Pull Movement in Weightlifting. International Congress of Biomechanics, 429.
- [18]Garhammer, J.J(1982). Energy flow during Olympic weightlifters. International Journal of Sprots Biomechanics. vol(1), PP. 122-130.
- [19]Hall, S. J. (1985). Effect of attempted lifting speed on forces and torque exerted on the lumbar spine. Medicine and Science in Sports and Exercise, 17, 440-444.
- [20]J.Cholewicki, S. M. McGill, and R. W. Norman. (1991). Lumbar spine loads during the Lifting of extremely heavy weights. Medicine And Science In Sports And Exercise. Vol 23, No 10, pp. 1179-1186.
- [21]Kwon Young-hoo, (1993). The Effects of Body Segment Parameter estimation in the experimental simulation of a complex airborne movement.
- [22]Mclaughlin, thomas M., Dillman, Charles J., Lardner, thomas J.(1977) A A Kinematic model of performance in the parallel squat by champinion powerlifters, Medicine and science in sports and analysis, Vol.9, No.2.
- [23]Mclaughlin, thomas M., Lardner, thomas J., Dillman, charles J., (1984) Kinetics of the parallel Squat, Research Quartely, Vol.49, No.2.
- [24]Roman, R.A., M.S. Shakirzyanov, (1982). Snatch technique of world record holder, Soviet sports review. vol.14(1), pp. 19-21
- [25]Walter,(1981).Close-rangecine-photogrammetry : A generalized technique for quantifying gross human motion.