

## 身體分節의 運動量이 全身體의 運動量에 傳達되는 效果

李 絢 世

### I. 머 리 말

질량과 속도에 직접적으로 비례하는 운동량( $m_0 = m \cdot v$ )은 身體를 지지하고 있는 表面이 단단 하다면, 身體의 一部에서 생긴 운동량은 全體 신체에 傳達될 수 있다함은 實驗 자료로 부터 널리 주장되어 온 사실이다. 이런 운동량 전달(transfer of momentum)은 보다 질량이 많이 나갈 수록, 보다 긴 身體分節(bodysegment)을 가진 사람일 수록, 그리고 그 分節의 速度가 보다 빠를 수록 全體 身體에 傳達되는 運動量도 크게 마련이다. 이 原理는 뛰는(jumping) 動作에서는 거의 全部 適用이 된다. 예를 들면 높이 뛰기에서 구르는 다리 이외의 다리와 양팔을 흔들어 올리면 그 흔든 팔과 다리의 運動量은 곧 全體 신체에 전달되어 그것들을 안 흔들어 올렸을 때 보다도 좋은 기록을 낼 수가 있다는 것이다. 따라서 흔들어 올리는 다리와 팔을 오그렸을 때 보다는 쪽 피고 흔들면 보다 效果적이다. 또 흔들 때 힘을 주어 팔다리를 긴 장시키는 것보다는 힘을 빼고 빨리 흔들어 올리면 보다 效果的인 運動量傳達이 된다.

위와 같은 理論的 背景에 依하면 몸의 姿勢에 따라서 同一한 體力를 가졌다 하더라도 운동량 전달의 效果가 다르기 때문에 경기의 기록은 현저하게 차이를 나타낼 수 있다. 이러한 경기 記錄에 크게 영향을 미치는 運動量 傳達에 關한 研究가 거의 없었다. 이에 筆者는

- ① 姿勢의 變化에 따르는 身體의 重心(center of gravity) 位置를 알아내고
- ② 제자리 높이 뛰기에서 팔의 運動量 傳達 有無가 그 記錄에 어떠한 영향 미치나를 알아내고
- ③ 제자리 높이 뛰기에서도 팔의 運動量傳達의 有無가 그 記錄에 어떤 영향을 미치나를 알아내며
- ④ 제자리 높이 뛰기와 제자리 높이뛰기에서 팔을 긴장시켜 힘을 주었을 때와 완전히 이완된상태의 팔을 흔들었을 때의 運動量 傳達效果를 알아내어서

뛰기형의 스포츠를 비롯하여 運動量 傳達이 必要로 하는 모든 運動을 지도하는데 基礎 資料를 제공코저 本研究를 수행했다.

### II. 실험방법

대상자로 남자 대학생 56명은 모두 서울대학교 사범대학 체육과 재학생이었으며 이들의

체격 수치는 <표 1>과 같다.

<Table 1> Physiques of subjects

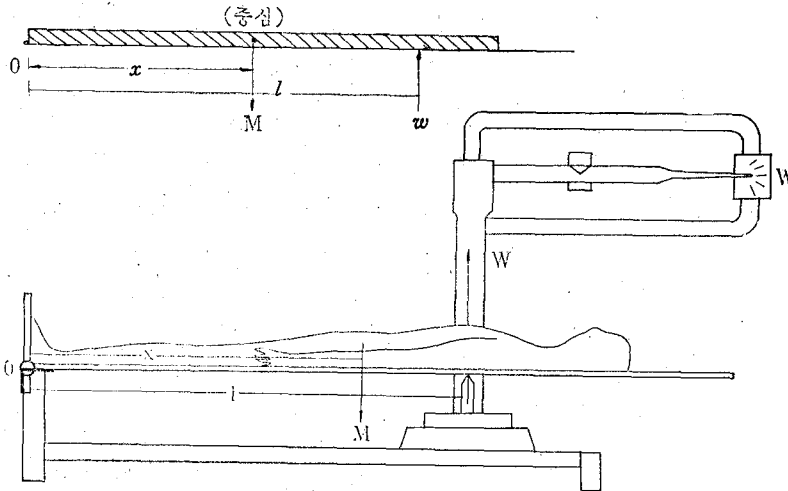
	Age yr.	Ht. cm	Wt. kg.
male stu. M.	22.4	170.8	62.1
$\sigma$	1.3	3.58	5.48

重心 測定器는 다음과 같은 方法으로 제작하여 여러가지 姿勢의 變化에 따르는 重心의 位置를 身長의 比率에 따라 百分率로 나타냈다.

중심측정기의 제작

원리는 힘의 moment를 응용하였다.

$$x \cdot M = l \cdot w \quad x = \frac{l \cdot w}{M}$$



i) 지상으로 향하는 힘의 moment

$$Mo_1 = x \cdot M + \frac{1}{2} L \cdot m \quad \left\{ \begin{array}{l} x : \text{인체중심까지 0에서부터 거리} \\ M : \text{채중} \\ L : \text{판의 길이} \\ m : \text{판의 무게} \end{array} \right.$$

ii) 수직 상방으로 향하는 힘의 moment

$$Mo_2 = l \cdot w \quad \left\{ \begin{array}{l} l : \text{저울까지 길이} \\ w : \text{저울 눈금} \end{array} \right.$$

$Mo_1 = Mo_2$  일때 저울의 평형을 이룬다.

$$Mo_1 = Mo_2$$

$$x \cdot M = \frac{1}{2} L \cdot m = l \cdot w$$

$$x = \frac{l \cdot w - \frac{1}{2} L \cdot m}{M} \quad \frac{1}{2} L \cdot m \text{ 은 상수(3290)}$$

※ 상수의 측정

사람이 없을 때 측정기의 눈금을 받침대까지 거리(L)가 140cm일 때 읽어 보았더니 23.5 pounds이었다. 판의 무게가 일정하게 분포되어 있으므로 판의 중심은  $\frac{1}{2}L$  되는 곳에

$$\begin{aligned} \text{무게 } m \text{이 집중되어 있는 것과 같다. 즉 } \frac{1}{2}L \cdot m &= 140 \times 23.5 \\ &= 3290 \end{aligned}$$

$$\therefore x = \frac{l \cdot w - 3290}{M}$$

제작

튼튼한 목재를 사용하여 밑받침과 측정판의 골격을 만들어 무거운 체중에 충분히 견딜 수 있게 견고하게 제작했고 특히 측정판은 무게가 일정하게 분포가 되고 체중에 굽지 않도록 버팀목을 길이로 넣었다. 저울은 앓은땀이 저울 보다는 Detecto Scales 회사제의 Decteto-Medic저울을 사용하여 항상 측정판을 받치고 있어도 측정시에 정확한 측정이 가능토록 했다 기계의 성능 및 오차의 가능성

0점으로 부터 60cm 곳과 120cm되는 곳에 55 Pound의 물체를 각각 중심선이 일치하게 놓고 두 물체의 공통중심을 측정하였더니 80.2cm가 나왔는데 0.2cm의 오차는 다른 요인(예: 눈금 읽기...)에 의해서 생길 수도 있으므로 인정할 수 밖에 없었다.

i) 기계적인 오차

측정시 오차가 생길 수 있는 곳은 저울 위의 받침대까지의 거리의 정확성이 가장 문제가 되었다. 그러나 튼튼한凸형의 받침대 위를 날카롭게 만들고 l의 길이를 고정시키면 큰 문제가 없었다. 결국 기계적인 오차는 측정의 정확만 기하면 다 줄일 수 있었다.

重心의 위치 측정은 우선 신장을 直立姿勢에서의 身長과 누운 자세에서의 身長은 차이가 있을 것으로 看做하여 身長은 누운 姿勢의 身長을 測定하였다.

팔을 뻗어 두 귀에 대고 누웠을 때, 차려자세로 손 바닥을 大腿에 대었을 때, 무릎을 구부리고 손을 뒤로 한 자세(제자리 높이뛰기, 넓이뛰기준비 자세)때의 重心의 位置를 측정하여 身長과의 百分比를 계산해 냈다. 제자리 높이 뛰기는 팔을 위로 들고 뛰었을 때, 팔을 대퇴에 대었다가 힘을 주고 위로 흔들어 뛰었을 때, 위와 같은 방법으로 힘을 빼고 위로 흔들어 뛰었을 때의 기록을 측정하였다.

제자리 넓이 뛰기는 가슴에 손을 대고 뛰었을 때, 대퇴에 손바닥을 대었다가 앞으로 힘을 주어 흔들면서 뛰었을 때, 팔에 힘을 빼고 흔들면서 뛰었을 때, 두 손에 각각 0.45kg짜리 아령을 들고 앞으로 흔들며 뛰었을 때의 기록을 측정하였다.

Ⅲ. 실험성적

여러 자세에 따르는 重心의 位置를 신장과 백분비는<표 2>와 같이 나타냈다.

<Table 2> Subjects' center of gravity (M)

Erect with arms above the head.	59.1%
Hands at sides of thigh.	55.7%
Bend knees 90-degree angles.	47.2%

제자리 높이 뛰기에서 팔의 위치변화와 팔에 긴장을 시키고 안 시키고의 높이 뛰기 성적은 <표 3>과 같다.

<Table 3> Standing high jump record of subjects(M)

Erect with arms above the head.	35.2cm
Raise hands no strain.	44.4cm
Raise hands strain.	38.9cm

제자리 높이 뛰기에서 팔의 위치와 팔에 긴장을 하고 안하고 그리고 손에 아령을 들었을 때의 기록은 <표 4>와 같다.

<Table 4> Standing long jump record of subjects(M)

Touch hands on chest.	183.9cm
Strain hands at sides of thigh.	205.0cm
No strain handsswing frontwards.	218.6cm
Grasp the dumbbells(0.9kg) and swing front	223.9cm

#### IV. II 찰

본 실험의 대상자의 신장은 直立姿勢에서 보다 누운자세의 신장이 약 1cm 더 큼을 알 수 있었다. 팔을 올리면 신장 백분비에서 약 3:4%가 더 위로 올라가 5.8cm 重心의 위치가 위로 올라 갔다. 반면 무릎을 구부리고 손을 내리면 차려 자세에서 보다 8.5%나 밑으로 내려가 重心의 위치는 14.5cm나 밑으로 내려감을 알 수 있다. 따라서 손을 위로 들었을 때와 손을 밑으로 내리고 무릎을 구부렸을 때의 重心의 위치는 47.3cm의 차이를 나타냄으로 운동량 전달에서 질량의 이동을 보다 효과적으로 할 수 있어 손을 밑으로 내리고 무릎을 굽힌 자세가 보다 효율적임을 알 수 있다.

제자리 높이 뛰기에서 팔의 힘을 빼고 위로 흔들었을 때가 팔의 힘을 주었을 때 보다 5.5cm 나 더 좋은 기록을 냈고 손을 위로 올렸을 때 보다는 9.2cm라는 큰 차이를 나타내고 있다. 따라서 손을 밑으로 하고 위로 흔들어 올리면서 팔에 힘을 빼는 것이 부분적인 운동량이 전체에 미치는 운동량 효과가 큼을 알 수 있다.

제자리 높이 뛰기에서도 제자리 높이 뛰기 때와 같이 손에 힘을 빼고 뛰었을 때가 좋은 기록을 냈고 손에 0.45kg의 아령을 양손에 들고 뛰었을 때는 손에 아무것도 들지 않았을 때

보다 5.3cm나 더 좋은 기록을 나타냈다. 팔에 힘을 주면 안 주었을 때 보다 3cm나 좋지 않은 기록이 나타나며 가슴에 손을 대고 뛰면 힘을 빼고 팔을 흔들었을 때 보다 34.7cm나 덜 뛰게 됨을 알 수 있다.

따라서 부분적인 운동량이 전체에 미치게 하는데는 무릎을 굽혀 손을 밑으로 내려 重心의 位置를 最大限으로 밑으로 오게 함이 보다 有利함을 알 수 있다. 이것은  $m_0 = m \cdot v$ 에서  $m$  즉 질량이 운동량에 직접적으로 비례시킬 수 있다는 理論에 對한 適用이라고 思料된다.

### V. 결 론

남자 대학생 56명을 대상으로 부분적인 운동량이 전체 신체에 미쳐 전체 신체의 운동량에 어떻게 미치나를 규명하기 위해서 손의 위치와 무릎을 굽히고 안 굽힘에 따라 신체 전체의 重心의 위치 및 제자리 높이뛰기 제자리 높이뛰기 운동을 분석하였다.

중심 측정기로 손을 위로 올렸을 때, 大退에 손바닥을 대었을 때, 손을 밑으로 하고 무릎을 구부렸을 때의 身體 重心의 位置를 측정하였다. 제자리 높이 뛰기에서 손을 위로 올려 부분적인 운동량 전달이 전연 없을 때와 팔을 흔들어 올리되 팔에 힘을 주었을 때 주지 않았을 때의 운동량 전달효과를 측정하였다.

높이 뛰기에서는 부분적인 운동량 전달이 전연 없는 자세를 가슴에 손을 대고 뛰게 하고 손 바닥을 大腿에 대었다가 앞으로 흔들면서 뛰게 하고, 팔의 힘을 빼고 뛰게 하고, 주고 뛰게 하고, 아령 0.45kg 짜리를 양손에 들고 뛰게 하여 측정 기록을 비교분석한 결과는 다음과 같았다.

1. 누워서 신장을 측정한 결과 대상자의 평균 신장은 170.8cm이었다.

2. 팔을 위로 뻗었을 때의 身體 重心의 높이는 自己 身長의 59.1%되는 높이의 點에 있으며 손을 大腿에 부쳤을 때의 身體의 重心은 自己 身長의 55.7%되는 높이에 重心이 있으며 무릎을 구부리고 손을 내린 때는 自己 身長의 47.2%되는 높이에 重心이 있었다. 손을 밑으로 하고 무릎을 90° 구부리면 손을 위로 들었을 때 보다 重心의 位置가 47.3cm나 밑으로 내려움에 이르렀다.

3. 팔을 위로 들고 제자리 높이 뛰기 했을 때 보다 팔을 밑에서 위로 힘을 빼고 흔들어서 올렸을 때의 기록의 차이는 9.2cm에 이르렀다.

4. 높이 뛰기에서도 손을 가슴에 대고 뛰었을 때 보다 뒤에서 힘을 빼고 팔을 흔들었을 때가 34.7cm나 더 좋은 기록을 냈으며 이 보다도 아령을 0.45kg짜리 2개를 양손에 들고 뛰었을 때가 5.3cm나 더 좋은 기록을 냈다.

5. 손을 밑으로 하고 다리를 구부리면 重心의 位置가 많이 밑으로 내려갔다.

6. 팔의 운동량이 전체 몸에 전달하여 기록에 미치는 영향은 컸고 팔에 힘을 빼면 보다 더 좋은 기록을 낼 수 있었다.

7. 손에 적당한 무게의 물건을 들면 운동량 전달에 더 좋은 기록을 낼 수 있었다.

### References

- 이공세, 키니시얼러지, 서울 동화문화사, 1975.  
柳根碩, 機能學, 서울, 大韓體育會, 1970.  
宮烟虎彦, 스포츠와 키네지오로지, 스포츠과학講座 8, 東京:大修館書店, 1971.  
\_\_\_\_\_, 身體運動의科學, 東京學藝出版社, 1971.  
小野勝次, 陸上競技의力學, 東京: 同文書院, 1958.  
Wells, K.F., Kinesiology, Phila. & London: W.B. Sanders co., 1958.  
Bunn, J.W., Scientific Principles of coaching, New York Printice-Hall Inc., 1972.

### Momentum developed in a body segment transferred to total body.

Keung S. Lee

Mechanical analysis of transfer of momentum was made on 56 subjects performing standing high jump and standing long jump. The subjects were test the center of gravity, standing high jump and standing long jump according to different postures. The following results were obtained

1. The center of gravity when stand erect with arms above the head was 59.1% about their height rate and that of hands at sides of the thigh was 55.7%, and that of bending knee 90° degrees angles was 47.2%
2. The record when standing high jump with arms above the head was 35.2cm and that of raising hands no strain was 44.4cm, and that of hand strain was 38.9cm.
3. The record when standing long jump with hands on chest was 183.9cm and that of strain hand at sides of thigh was 205.0cm and that of no strain hands swing frontwards was 218.6cm and that of grasping the dumbbells (0.9kg) and swing front was 223.9cm
4. The effect of transfer of momentum was desirable when one got a good posture with no strain arms,

(師範大學 體育教育科)