

# 남자 중학교 축구선수의 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력 검사 변인의 상관관계

유동훈

경남대학교 소방방재공학과

## Correlation between Isokinetic Peak Torque and Anaerobic Ability in Middle School Soccer Players

Dong-Hoon Yoo

Department of Fire and Disaster Prevention, Kyungnam University, Changwon, Korea

**PURPOSE:** The aim of this research was to examine the correlation between anaerobic ability and isokinetic testing of soccer athletic in middle school.

**METHODS:** 22 male soccer players ( $14.22 \pm 0.49$  years) of middle school participated in this study. Isokinetic test was conducted 7 days after anaerobic ability test.

**RESULTS:** The correlation between the two test demonstrated middle school soccer players indicated positive correlations between 1) peak power and right extensor in  $60^\circ/\text{sec}$  ( $p < .05$ ), 2) mean power and right extensor, left extensor, left flexor in  $60^\circ/\text{sec}$  ( $p < .05$ ), 3) peak power and left extensor, left flexor in  $180^\circ/\text{sec}$  ( $p < .05$ ), 4) mean power and left flexor in  $180^\circ/\text{sec}$  ( $p < .05$ ), 5) fatigue index and all variables in  $180^\circ/\text{sec}$  ( $p < .05$ ).

**CONCLUSIONS:** The bilateral ratio of peak muscle torque in knee extensors showed a potential risk of injury. Training using isokinetic exercise in  $180^\circ/\text{sec}$  can be used as a training program for improving the fatigue endurance. Also, isokinetic makes it possible to identify strength ratio and prevent muscle imbalance in advance. This result suggested that isokinetic training program can be effective to prevent of injury and increase of fatigue endurance.

**Key words:** Isokinetic peak torque, Anaerobic ability, Soccer, Wingate test

## 서론

축구는 90분간 실시하는 간헐적이며, 비연속적인 고강도 운동으로 선수들의 활동 형태를 살펴보면, 걷기 24%, 달리기 36%, 빨리 뛰기 20%, 전력 질주 11%, 뒤로 뛰기 7%로 구성되며 2%만이 공을 소유한 활동으로 보고되고 있다[1]. 위와 같이 축구경기 시 대부분의 활동은 무산소성 대사과정에 비해 유산소성 대사과정이 상대적으로 높은 비율로 이루어지지만, 득점 및 볼 경합 시 상대보다 먼저 공을 소유하고, 시

합에서 승리하는 데 무산소성 대사과정의 발달은 중요한 요소로 보고되고 있다[2,3].

무산소성 운동능력의 향상은 축구경기에서 움직임과 동작 시 근육이나 근육군의 수축력을 증가시켜 가속도 및 스피드를 증가시키며, 또한 방향전환, 순간질주 및 페이스 유지와 같은 축구의 중요한 기술들을 향상시킨다[4]. 무산소성 운동능력은 개인의 체격, 체중 및 근섬유의 비율에 따라 차이가 나타나지만, 개인별 무산소성 운동능력의 효율적인 발휘를 위해서 근력, 근파워 및 근지구력의 적절한 뒷받침이 요구된다

Corresponding author: Dong-Hoon Yoo Tel +82-55-249-2128 Fax +82-0505-999-2167 E-mail ydh0701@kyungnam.ac.kr

Keywords 등속성회전력, 무산소성운동능력, 축구, 윙게이트 테스트

Received 19 Apr 2016 Revised 9 May 2016 Accepted 24 May 2016

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

[5]. 따라서 무산소성 운동능력 향상을 위한 트레이닝 프로그램의 필요성이 강조되며, 축구 지도자 및 감독들은 이러한 체력요소의 향상을 위해 체계적이며 과학적인 트레이닝 방안들이 고려되어야 할 것이다.

일반적으로 무산소성 운동능력의 향상을 위한 저항성 트레이닝 방법은 주로 등장성 운동인 웨이트 트레이닝이 이용되고 있지만, 보다 나은 과학적이고 체계적인 측정에 의한 개인별 트레이닝을 실시해야 상해를 예방하고, 트레이닝 효과를 극대화시킬 수 있다[6]. 등속성 운동은 저항성 트레이닝의 일종으로 근 기능의 발달에 있어서 근력, 근파워 및 근지구력뿐만 아니라 무산소성 운동능력의 향상 효과가 등척성이나 등장성 운동보다 큰 것으로 보고되고 있다[7]. 또한, 여러 선행연구에서 등속성 운동이 무산소성 운동능력을 향상시키고, 두 변수의 높은 상관관계를 보고하였다[8,9].

등속성 운동과 무산소성 운동능력의 관련성 연구를 살펴보면, Yoo [10]는 고교 조정선수를 대상으로 60%/sec와 180%/sec의 좌, 우측 신근력은 최대파워와 정적 상관을 보였으며, 평균파워는 60%/sec 좌, 우측 신근력과 굴근력, 180%/sec 좌, 우측 신근력, 우측 굴근력에서 정적 상관을 보고하였다. Alemdaroğlu [11]는 20대 농구선수를 대상으로 최대파워와 대퇴사두근 60%/sec: 우측 신근력( $r = .49, p < .05$ ), 좌측 신근력( $r = .57, p < .01$ ), 180%/sec: 우측 신근력( $r = .55, p < .01$ ), 좌측 신근력( $r = .46, p < .05$ )의 유의한 관련성을 보고하였다. 그러나 평균파워는 60%/sec 좌측 신근력( $r = .57, p < .05$ ), 180%/sec 우측 신근력( $r = .40, p < .05$ )에서만 유의한 관련성을 보고하였다. Lee et al. [12]은 여자축구선수의 무산소성 운동능력과 60, 90, 180%/sec 등속성 최대회전력의 상관을 조사한 결과, 무산소성 운동능력 변인 중 최대파워와 평균파워는 각각의 각속도에서 등속성 최대회전력 변인 모두와 유의한 정적 상관을 보고하였다. Park et al. [13]도 엘리트 고교 축구선수를 대상으로 기술체력과 동적 균형력, 하지 근력, 무산소성 파워의 상관관계를 연구하였다. Lee와 Lee [14]는 중, 고교 축구선수를 대상으로 등속성 최대회전력의 60%/sec에서 굴근/신근의 측정항목과 무산소성 운동능력에서 최대파워와 평균파워의 관련성 연구 결과는 중학교 축구선수들이 고교 축구선수들에 비해 상관관계수가 높은 것으로 보고하였다. 무산소성 운동능력과 등속성 최대회전력의 관련 연구는 대부분이 고등학생 이상의 연령대를 중심으로 이루어지고 있다. 중학생 축구선수들의 경우 체격, 체력 및 기능[15], 운동상해[16,17], 경쟁불안[18], 트레이닝 관련[19] 연구들이 이루어지고 있으며 상대적으로 무산소성 운동능력과 등속성 최대회전력에 관련된 연구는 부족하다. 또한 남자 중학교 축구선수들의 무산소성 운동능력 향상을 위한 트레이닝 방법을 설정할 만한 명확하고, 충분한 근거자료도 제시되어 있지 못한 실정이다.

따라서 본 연구는 남자 중학교 축구선수를 대상으로 슬관절의 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력을 알아보고, 두 변인의 상관관계를 조사하여 무산소성 운동능력 향상을 위한 등속성 트레이닝 프

로그램에 기초 자료를 제공하고자 시도하였다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구대상은 C 시에 거주하며 대한축구협회에 등록되어 있는 남자 중학교 축구선수 22명을 대상으로 하였다. 모든 참가자들은 실험 전, 실험의 취지와 방법에 대한 설명을 충분히 숙지하였고, 본인의 실험참여 동의서를 작성하였다. 참가자의 신체적 특징은 Table 1에 제시된 바와 같다.

### 2. 연구절차

모든 피험자는 측정 전 48시간 동안 훈련 및 스포츠 활동을 하지 않도록 하였으며, 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력을 측정하였다. 1차 실험은 등속성 최대회전력을 측정하였으며, 2차 실험은 무산소성 운동능력을 알아보기 위해 윙게이트 검사를 실시하였다. 측정 시 1차 실험이 2차 실험의 측정 결과에 영향을 주지 않도록 일주일간의 측정 간격을 두었다.

#### 1) 등속성 최대회전력

등속성 최대회전력의 측정은 Cybex 770 (Lumex Co., USA)을 이용하였으며, 양측 슬관절의 신근과 굴근에 대한 최대회전력(peak torque)을 구하였다. 근력의 측정은 60%/sec에서 3회 실시하여 그중 최고치를, 근파워의 측정은 180%/sec에서 3회 실시하여 그중 최고치를 최대회전력으로 선정하였다[10]. 개개인을 위한 적절한 토크를 결정함에 있어 체격 및 체중을 고려해야 하므로 최대회전력을 체중으로 나눈 뒤 이를 백분율하여 %단위의 단위체중당 최대회전력(peak torque %BW)을 산출하였다[20]. 60%/sec의 굴근/신근에 대한 동측근력비율(ipsilateral hamstrings/quadriceps ratio, H/Q ratio)과 양측근력비율(bilateral ratio)을 산출하였다. 각 검사 속도 사이에는 1분 동안의 휴식을 취하도록 하였으며, 측정 시 피험자가 최대의지력으로 운동할 수 있도록 독려했다.

#### 2) 무산소성 운동능력

무산소성 운동능력의 측정은 Bar-Or [21]에 의해 보고된 윙게이트

Table 1. Subject characteristics

| Variables                | Mean ± SD     |
|--------------------------|---------------|
| Age (yr)                 | 14.22 ± 0.49  |
| Height (cm)              | 166.78 ± 8.26 |
| Weight (kg)              | 55.64 ± 9.84  |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 19.86 ± 2.20  |
| Career (yr)              | 2.14 ± 1.04   |

검사방법으로 측정하였다. 자전거 에르고미터(Monark Co., Sweden)를 이용하여 준비운동으로 5분간 가벼운 페달링을 실시한 후 서서히 속도를 올리게 하였다. 이후 시작이란 구령과 함께 30초간 최대 페달링을 실시하였다. 측정 시 개인에게 주는 상대적 부하는 개인 체중에 0.075 kp를 곱하여 산출된 부하를 상대적 부하로 적용하였다. 측정변인으로는 최대 파워(peak power), 평균파워(mean power) 그리고 피로지수(fatigue index)를 분석하였다.

3. 자료처리방법

본 연구의 모든 자료는 SPSS ver. 20 통계프로그램을 이용하여 항목별로 평균과 표준편차를 산출하였다. 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력 검사 변인의 관계를 알아보기 위하여 Pearson's correlation을 실시하였으며, 모든 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 5%로 설정하였다.

연구 결과

1. 등속성 최대회전력

남자 중학교 축구선수의 등속성 최대회전력의 결과는 Table 2와 같다. 부하속도 60°/sec에서 근력을 측정하였으며, 신근력의 경우 우측은  $252.40 \pm 42.57$  %BW, 좌측은  $226.82 \pm 40.46$  %BW으로 나타났으며, 굴근력의 경우 우측은  $151.40 \pm 37.00$  %BW, 좌측은  $151.35 \pm 30.476$  %BW으로 나타났다. 부하속도 180°/sec에서 근파워를 측정하였으며, 신근력의 경우 우측은  $167.24 \pm 25.33$  %BW, 좌측은  $158.89 \pm 26.21$  %BW으로 나

Table 2. Results of isokinetic peak torque

| Variables      | Extensor       |                | Flexor        |                |
|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
|                | Nm             | %BW            | Nm            | %BW            |
| 60°/sec Right  | 137.36 ± 34.76 | 252.40 ± 42.57 | 84.27 ± 22.97 | 151.40 ± 37.00 |
| Left           | 123.68 ± 33.84 | 226.82 ± 40.46 | 82.00 ± 21.57 | 151.35 ± 30.47 |
| 180°/sec Right | 92.36 ± 19.54  | 167.24 ± 25.33 | 64.64 ± 13.92 | 119.71 ± 19.85 |
| Left           | 87.50 ± 22.33  | 158.89 ± 26.21 | 63.36 ± 15.69 | 116.47 ± 18.10 |

Values are means and SD.

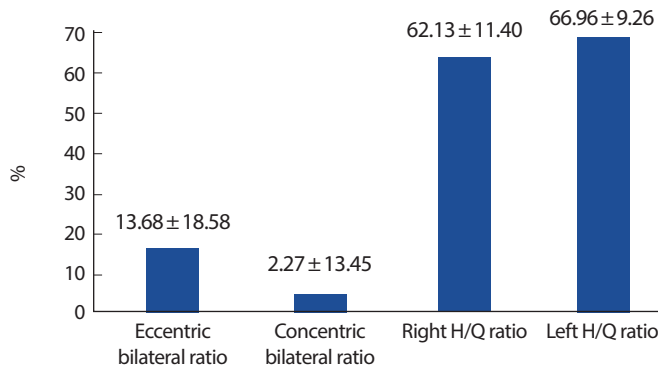


Fig. 1. Results of Ipsilateral/bilateral ratio.

타났으며, 굴근력의 경우 우측은  $119.71 \pm 19.85$  %BW, 좌측은  $116.47 \pm 18.10$  %BW으로 나타났다.

양측 및 동측근력비율의 결과는 Fig. 1과 같다. 부하속도 60°/sec에서 단위체중 당 최대근력으로 산출하였으며, 신근의 양측근력비율은  $13.68 \pm 18.58\%$ , 굴근의 양측근력비율은  $2.27 \pm 13.45\%$ 로 나타났다. 동측 근력비율은 우측 하지가  $62.13 \pm 11.40\%$ , 좌측 하지가  $66.96 \pm 9.26\%$ 로 나타났다.

2. 무산소성 운동능력

남자 중학교 축구선수의 무산소성 운동능력 측정을 위한 윙게이트 검사의 결과는 Table 3과 같다. 무산소성 최대파워는  $9.08 \pm 0.94$  watt/kg으로 나타났으며, 평균파워는  $6.37 \pm 0.55$  watt/kg으로 나타났다. 30초간 최대파워를 얼마나 유지할 수 있는지 측정하는 피로지수는  $51.28 \pm 12.72\%$ 로 나타났다.

3. 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력 검사 변인의 상관관계

남자 중학교 축구선수의 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력 검사 변인들 간의 상관관계 결과는 Table 4와 같다. 무산소성 운동능력에서 최대파워는 부하속도 60°/sec의 신근 우측( $r = .444, p < .05$ ), 부하속도 180°/sec의 신근 좌측( $r = .509, p < .05$ )과 굴근 좌측( $r = .462, p < .05$ )에서 유의한 정적상관이 나타났다. 무산소성 운동능력에서 평균파워는 부하속도 60°/sec의 신근 우측( $r = .486, p < .05$ ), 신근 좌측( $r = .527, p < .05$ )과 굴근 좌측( $r = .459, p < .05$ ), 부하속도 180°/sec의 신근 좌측( $r = .440, p < .05$ )에서 유의한 정적상관이 나타났다. 무산소성 운동능력에서 피로지수는 부하속도 180°/sec에서 신근 우측( $r = .606, p < .01$ )과

Table 3. Results of Wingate test

| Peak power (watt/kg) | Mean power (watt/kg) | Fatigue index (%) |
|----------------------|----------------------|-------------------|
| 9.08 ± 0.94          | 6.37 ± 0.55          | 51.28 ± 12.72     |

Values are means and SD.

Table 4. Correlation coefficients between isokinetic peak torque variables and Wingate test

| Variables | Peak power (watt/kg) | Mean power (watt/kg) | Fatigue index (%) |
|-----------|----------------------|----------------------|-------------------|
| 60°/sec   | Extensor             | Right                | .444*             |
|           |                      | Left                 | .329              |
|           | Flexor               | Right                | .293              |
|           |                      | Left                 | .383              |
| 180°/sec  | Extensor             | Right                | .225              |
|           |                      | Left                 | .509*             |
|           | Flexor               | Right                | .291              |
|           |                      | Left                 | .462*             |

\*\* :  $p < .01$ , \* :  $p < .05$ .

좌측( $r=.445, p<.05$ ), 굴근 우측( $r=.576, p<.05$ )과 좌측( $r=.437, p<.05$ )에서 유의한 정적상관이 나타났다.

## 논의

### 1. 등속성 최대회전력

일반적으로 등속성 운동은 이미 설정된 동일한 각속도 내에서 반복적인 동적 저항성 운동의 형태로 설명할 수 있다[22]. 동적 저항성 운동인 등장성 운동과의 차이점은 운동 시 관성이나 가속성을 피하고 전 운동 구간에서 각 각도마다 최대 수축을 할 수 있는 장점을 가지고 있어 근력 강화에 보다 효과적으로 보고되고 있다[23].

Ji et al. [24]은 청소년 국가대표 축구선수 10명과 일반 청소년 축구선수 10명을 대상으로 60°/sec에서 슬관절의 등속성 최대회전력을 측정 한 결과, 청소년 국가대표 축구선수는 좌, 우측 신근은 각각  $196.2 \pm 31.2$  Nm,  $191.7 \pm 26.8$  Nm, 좌, 우측 굴근은 각각  $99.7 \pm 11.6$  Nm,  $108.4 \pm 17.3$  Nm이며, 일반 청소년 축구선수는 좌, 우측 신근은 각각  $172.3 \pm 14.0$  Nm,  $167.6 \pm 11.1$  Nm, 좌, 우측 굴근은 각각  $88.7 \pm 13.4$  Nm,  $91.7 \pm 13.0$  Nm로 보고하였다. Lee [25]의 중학교 축구선수 40명을 대상으로 한 연구는 60°/sec에서 슬관절의 좌, 우측 신근은 각각  $106.2 \pm 20.6$  Nm,  $106.6 \pm 26.6$  Nm, 좌, 우측 굴근은  $64.7 \pm 15.1$  Nm,  $59.9 \pm 13.9$  Nm, 180°/sec에서 슬관절의 좌, 우측 신근은 각각  $64.7 \pm 14.7$  Nm,  $67.8 \pm 17.3$  Nm, 좌, 우측 굴근은  $49.3 \pm 11.0$  Nm,  $46.7 \pm 11.6$  Nm로 보고하였다. 본 연구에서 중학교 축구선수의 등속성 회전력은 고등학교 축구선수보다는 낮은 경향을 보였으나, 선행연구의 중학교 축구선수보다는 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 체중의 차이인 것으로 개인의 근육량은 체중과 밀접하게 연관되며 체중이 무거운 사람이 등속성 근기능에서 높은 수치를 나타내는 것으로 보고되고 있다[26]. 따라서 본 연구의 참가자 체중은 55.64 kg으로 선행연구의 중학교 축구선수 41.3 kg보다 높은 체중의 결과로 사료된다.

축구경기에서 가장 큰 특징은 모든 동작들이 다리를 통하여 이루어지며, 경기 시 양발이나 한 발로 신체를 지탱하면서 킥(kick), 점핑(jumping), 태클(tackle), 턴(turn)과 같은 동작이 이루어진다. 이러한 동작에서 슬관절을 중심으로 근력의 불균형은 상해발생의 원인이 되며, 경기력에 중요한 영향을 미친다. 본 연구에서 양측 및 동측근력비율에서 신근의 양측근력비율은 13.68%, 굴근의 양측근력비율은 2.27%, 동측근력비율은 우측 하지가 62.13%, 좌측 하지가 66.96%로 나타났다. 일반적으로 정상적인 양측근력비율의 평가는 좌, 우측 근력의 차가  $\pm 10\%$  이내이면 정상범위이고,  $\pm 10\text{-}20\%$ 의 차이는 잠재적 상해 위험의 가능성이 보고되고 있다[27]. 동측근력비율은 50-70%로 보고되며 [28], 50% 미만의 경우 슬굴곡근이 약하기 때문에 전방십자인대의 손상이 야기될 수 있으며[29], 70%를 초과하는 경우에는 대퇴사두근이

약하기 때문에 슬내장증을 동반하는 것으로 보고되고 있다[30]. 그러나 Oberg et al. [31]은 축구선수들의 경우 일반인보다 동측근력비율이 높게 나타나며, 이는 전문체력훈련으로 신근에서 근력 증가가 높은 것에 기인하는 것으로 보고하였다. 축구선수들과 관련된 선행연구를 살펴보면, Fowler와 Reilly [32]는 프로축구선수들은 양측근력비율이 20% 이상일 때 부상의 위험을 보고하였다. 동측근력비율은 Kwak et al. [33]이 중학교 축구선수는 64.5%, 고교 축구선수는 47.3%, 대학 축구선수는 50.1%로 보고하였다. 본 연구에서 중학교 축구선수는 동측근력비율은 50-70% 범위로 근력이 균형적으로 발달한 것으로 사료된다. 그러나 양측근력비율에서 굴근은 10% 이내로 정상범위를 나타내었지만, 신근의 양측근력비율은 상해위험 가능성 범위에 있었다. 따라서 훈련 프로그램 계획 시 좌측 신근에 대한 추가적인 훈련이 필요한 것으로 사료된다.

### 2. 무산소성 운동능력

축구 경기는 전·후반 90분 동안 10 km 내외의 거리를 지속적으로 움직이기 위한 에너지 생성은 유산소성 대사과정에서 공급이 된다. 그러나 득점과 실점 순간에 공급되는 에너지는 무산소성 대사과정으로 축구경기와 같이 적은 득점과 실점으로 경기의 승패가 결정되는 경기에서는 무산소성 에너지 생성 및 공급이 더욱 중요하므로 무산소성 운동능력의 발달을 위한 훈련 프로그램의 중요성을 보고하였다[34]. 따라서 축구에서 무산소성 운동능력 향상을 위한 훈련 프로그램 계획 시 선수 개개인의 무산소성 운동능력에 대한 정확한 검사방법과 훈련 계획 시 비교 가능한 기준을 설정하는 것이 바람직하다 할 수 있다.

무산소성 운동능력의 측정은 순간적으로 폭발적인 파워를 발휘하는 능력을 평가하는 데 있어서 매우 중요한 의미를 지니며[35], 무산소성 운동능력 검사 중 윙게이트 검사(wingate anaerobic test)가 객관적이며 타당성과 신뢰성이 있으며, 검사가 용이하다는 장점으로 현재에도 여러 연구에서 널리 이용되고 있다[36-38]. 윙게이트 검사 평가항목에서 최대파워와 평균파워는 근육 내 lactic acid 무산소성 체계의 최대능력과 무산소성 해당과정의 최대능력에 기인한다는 생체에너지 대사 이론에 기초하며[27], 측정된 파워커브를 이용하여 최대파워와 평균파워를 산출하며, 결과 값을 체중 또는 제지방량으로 나누어 상대적으로 산출된 값(watt/kg)을 이용하여 개인의 능력을 평가한다[39]. 피로 지수는 30초 운동 시 최대파워 발생 시점에서 감소되는 최소파워 간 비율을 통해서 평가되며, 최대파워에서 최소파워로 감소되는 비율이 낮을수록 피로내성 능력이 우수하다고 평가된다.

축구선수와 무산소성 운동능력과 관련된 선행연구를 살펴 보면, Lee와 Lee [14]는 중학교 축구선수 23명과 고등학교 축구선수 23명을 대상으로 윙게이트 검사를 통한 무산소성 운동능력의 결과, 중학교 축구선수의 최대파워는  $9.02 \pm 1.02$  watt/kg, 고등학교 축구선수는 9.92



$\pm 0.81$  watt/kg으로 보고하였다. Lee et al. [40]의 연구에서는 중학교 축구 선수의 최대파워는  $9.3 \pm 0.9$  watt/kg으로 보고하였다. Hwang과 Nho [41]는 청소년 국가대표 축구선수 10명과 일반 청소년 축구선수 10명을 대상으로 윙게이트 검사를 통한 무산소성 운동능력의 결과, 체중당 파워는 각각  $12.9 \pm 2.7$  watt/kg,  $10.9 \pm 1.2$  watt/kg, 피로도는  $40.7 \pm 21.5\%$ ,  $53.7 \pm 19.2\%$ 로 청소년 국가대표 축구선수들이 높은 경향을 보였다. Park et al. [13]은 엘리트 고등학교 축구선수를 대상으로 최대파워  $11.9 \pm 1.4$  watt/kg, 평균파워  $591.2 \pm 134.1$  watt, 피로지수  $42.5 \pm 8.6\%$ 로 보고하였다.

본 연구에서 남자 중학교 축구선수의 무산소성 운동능력에서 최대 파워는 같은 연령대의 경우 선행연구와 유사하게 나타났다. 그러나 고등학교 축구선수들에 비해 다소 낮게 나타났으며, 피로지수에서 본 연구는 51.28%로 청소년 국가대표 축구선수보다 높게 나타났다. 피로지수는 엘리트 선수의 경우 40% 이하이고, 일반선수의 경우 40-50% 정도의 수준이 정상으로 보고되고 있다[24]. 따라서 본 연구의 대상자들의 경우 우수한 축구선수가 되기 위해서 무산소성 운동능력의 내구력을 향상시킬 수 있는 훈련 프로그램이 필요한 것으로 사료된다.

### 3. 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력 검사 변인의 상관관계

본 연구에서 남자 중학교 축구선수의 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력과 검사 변인들의 상관관계는 무산소성 운동능력에서 최대파워는 60°/sec의 우측 신근, 180°/sec의 좌측 신근과 굴근에서 정적상관이 나타났으며, 평균파워는 60°/sec의 좌, 우측 신근과 좌측 굴근, 180°/sec 좌측 굴근에서 정적상관이 나타났다. 피로지수는 180°/sec의 모든 변인에서 정적상관이 나타났다.

Lee와 Lee [14]는 중, 고교 축구선수를 대상으로 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력의 상관관계에서 중학교 축구선수들은 등속성 최대회전력의 좌측 굴근과 최대파워( $r=.850$ ), 평균파워( $r=.867$ ), 우측 굴근과 최대파워( $r=.679$ ), 평균파워( $r=.715$ ), 좌측 신근과 최대파워( $r=.679$ ), 평균파워( $r=.719$ ), 우측 신근과 최대파워( $r=.526$ ), 평균파워( $r=.518$ )에서 유의한 정적상관을 보고하였다. 그러나 고교 축구선수들의 경우 중학교 축구선수에 비해 두 측정 간에 변인들은 낮은 상관관계를 보였으며, 체중당 최대파워는 등속성 회전력과 모두 부적상관을 보고하였다. Ozkan [42]의 연구에서 축구선수들의 60°/sec, 120°/sec, 300°/sec에서 등속성 최대회전력의 신근은 무산소성 운동능력검사의 최대파워, 평균파워와 유의한 상관이 없는 것으로 보고하였다. Lee et al. [12]은 여자 축구선수를 대상으로 무산소성 운동능력에서 최대파워와 평균파워는 모든 각속도의 등속성 최대회전력과 정적인 상관관계를 보고하였으며, 그러나 체중을 고려한 상대적인 최대 무산소성 파워는 180°/sec의 신근( $r=.424$ )에서만 유의한 정적 상관을 보고하였다.

Yoo [10]는 고교 조정선수 10명을 대상으로 무산소성 운동능력과 등속성 최대회전력의 상관관계에서 무산소성 운동능력의 최대파워는 60°/sec의 신근 우측( $r=.832$ ), 좌측( $r=.849$ ), 180°/sec의 신근우측( $r=.845$ ), 좌측( $r=.813$ )에서 유의한 정적상관이 나타났으며, 평균파워는 180°/sec 좌측 굴근을 제외한 모든 변인에서 유의한 정적상관을 보고하였다. Kang과 Kim [43]의 고교 사이클 선수들을 대상으로 한 연구에서 슬관절 등속성 최대회전력의 우측 신근은 무산소성 운동능력의 최대파워( $r=.887$ ), 평균파워( $r=.937$ ), 좌측 신근은 최대파워( $r=.933$ ), 평균파워( $r=.951$ )에서 유의한 정적상관을 보였으며, 등속성 최대회전력의 굴근은 우측에서만 최대파워( $r=.915$ )에서만 유의한 정적상관이 나타났다. 각각의 선행연구마다 무산소성 운동능력과 등속성 최대회전력간의 상관관계가 차이를 보이는 것은 참가자들의 성별, 연령, 체격, 체력 및 훈련 형태의 특성으로 인한 결과라 사료된다.

본 연구에서 중학교 축구선수들은 무산소성 운동능력의 피로지수가 다른 선행연구에서 제시된 결과보다 높게 나타났으며, 무산소성 운동능력과 등속성 최대회전력 간에 부분적으로 정적상관을 나타내었다. 특히 주목할 사항은 무산소성 운동능력의 피로지수와 180°/sec의 신근과 굴근 모두 유의한 정적상관을 나타내었다. 따라서 중학교 축구 선수에게 무산소성 운동능력 향상과 피로에 대한 내구성을 높이는 데 등속성 운동은 효과적인 트레이닝 방법이 될 수 있을 것으로 사료되며, 추후 다양한 연령대를 대상으로 등속성 운동을 이용한 훈련 프로그램의 개발 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 결론

본 연구는 남자 중학교 축구선수들의 등속성 최대회전력과 무산소성 운동능력 간의 상관관계를 분석하여 무산소성 운동능력의 향상을 위한 등속성 트레이닝의 기초자료를 제공하고자 시도하였다. 그 결과, 무산소성 운동능력의 최대파워는 60°/sec의 우측 신근, 180°/sec의 좌측 신근과 굴근에서 정적상관을 보였으며, 평균파워는 60°/sec의 좌, 우측 신근과 좌측 굴근, 180°/sec의 좌측 굴근에서 정적상관이 나타났다. 피로지수는 180°/sec의 모든 변인과 정적상관이 나타났으며, 양측근력 비율의 신근에서 상해위험의 잠재성이 나타났다. 따라서 180°/sec에서 등속성 운동을 이용한 트레이닝은 피로도의 내구력 향상을 위한 훈련 프로그램으로 이용될 수 있으며, 또한 등속성 근기능을 이용하여 양측 및 동측근력비율을 사전에 파악함으로써 상해 예방에 효과적인 훈련 프로그램의 활용이 될 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Williams AM, Lee D, Reilly T. A quantitative analysis of matches

- played in the 1991–92 and 1997–98 seasons. London: The Football Association 1999.
2. Cometti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine* 2001; 22(1):45-51.
  3. Reilly T, Williams AM, Nevill A, Franks A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences* 2000;18(9):695-702.
  4. Bangsbo J. Physiological demands of football. *Sports Science* 2014; 27(125):1-6.
  5. Kim KB, Kang DG. Comparative analysis on characteristics of cardiorespiratory functions during anaerobic exercise in highly trained soccer players. *Korean Journal of Physical Education* 2000;39(4):315-327.
  6. Jang JH. Effects on cardiopulmonary function, exercise intensity and moving distance during games by different player positions in soccer. *Korean Journal of Sport Science* 2010;21(3):1289-1297.
  7. Thorstensson A, Grimby G, Karlsson J. Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology* 1976;40(1):12-16.
  8. Bell GJ, Petersen SR, Quinney HA, Wenger HA. The effect of velocity-specific strength training on peak torque and anaerobic rowing power. *Journal of Sports Science* 1989;7(3):205-214.
  9. Davies GJ. A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques. Onalaska, WI: S & S Publishers 1992.
  10. Yoo DH. Correlation between isokinetic peak torque and wingate test variables in high school rower athletes. *Exercise Science* 2013;22(4): 343-350.
  11. Alemdaroglu U. The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of Human Kinetics* 2012; 31:149-158.
  12. Lee SH, Lee YS, Lee SH, Ha MS. The study of correlation between the isokinetic leg strength and anaerobic capacity of women soccer players. *Korea Sport Research* 2003;14(5):1667-1678.
  13. Park EK, Chung JW, Jin YS, Chung JS. Association of skill-related fitness with dynamic balance, isokinetic knee strength, and anaerobic power in youth elite soccer player. *Korean Journal of Physical Education* 2009;48(3):577-584.
  14. Lee YS, Lee YJ. Comparing isokinetic strength & wingate test of middle and high school soccer athletes. *The Korean Society of Sports Science* 2000;9(2):675-684.
  15. Lee KT, Jung WS, Kang CK, Lee MG. A comparative analysis of physical fitness and skill according to school level and performance level in soccer players, *The Korea Journal of Sports Science* 2014;23(4):923-936.
  16. Kim TS, Oh KM, Kim SH. The analysis of sports injury on pre-season training in middle and high school soccer players. *JKSSPE* 2013; 18(2):239-247.
  17. Lim KB, Moon JH, Lee JH. Comparison of cardiopulmonary endurance among positions in middle school soccer players and their sports injuries. *The Korean Journal of Sports Medicine* 2013;31(2):63-68.
  18. Ju JM. A study on the competitive state anxiety and psychological MBTI types of middle school soccer players. *The Korea Journal of Sports Science* 2010;19(2):423-432.
  19. Tak HW, Kim SH, Kim YP. Effects of plyometric training on physical fitness and IGF-I of soccer player. *The Korea Journal of Sports Science* 2015;24(5):1153-1163.
  20. Ji YS, Seo TB. Characterization and availability of isokinetic test or training. *Journal of Coaching Development* 2002;4(1):44-61.
  21. Bar-Or O. Anaerobic capacity test: characteristics and applications. *Proceeding of 21st World Congress in Sports Medicine, Brasilia* 1978.
  22. Moffroid M, Whipple R, Hofkosh J, Lowman E, Thistle H. A study of isokinetic exercise. *Physical Therapy* 1969;49(7):735-747.
  23. Lesmes GR, Costill DL, Coyle EF, Fink WJ. Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training. *Medicine and Science in Sports* 1978;10(4):266-269.
  24. Ji SW, Cho JH, Kim HS, Kang MH, Zhang SA. A study of physical fitness, isokinetic muscle strength, functional ability and anaerobic power of the youth national soccer players. *Korea Sport Research* 2006; 17(5):497-506.
  25. Lee YJ. Comparing isokinetic strength of middle and high school soccer athletes. *The Korean Society of Sports Science* 2001;10(2):545-554.
  26. Zakas A, Mandroukas K, Vamvakoudis E, Christoulas K, Aggelopoulou N. Peak torque of quadriceps and hamstring muscles in basketball and soccer players of different divisions. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1995;35(3):199-205.
  27. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine* 1994;15(1):11-18.
  28. Dvir Z. *Isokinetics: muscle testing, interpretation, and clinical applications*. Elsevier Health Sciences 2004.

29. Burkett LN. Causative factors in hamstring strain. *Medicine and Science in Sports* 1978;18:71-75.
30. Buschbacher RM, Prahlow ND, Dave SJ. *Sports medicine and rehabilitation: a sport-specific approach*. Lippincott Williams & Wilkins 2008.
31. Oberg B, Möller M, Gillquist J, Ekstrand J. Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players. *International Journal of Sports Medicine* 1986;7(1):50-53.
32. Fowler NE, Reilly T. Assessment of muscle strength asymmetry in soccer players. *Contemporary Ergonomics* 1993;327-332.
33. Kwak KJ, Yoon SW, Park H. Isokinetic evaluation of the knee extensors and flexors in soccer players. *The Journal of Physical Education* 2003;31:105-114.
34. Kim J, Cho HC, Jung HS, Yoon JD. Influence of performance level on anaerobic power and body composition in elite male judoists. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2011;25(5):1346-1354.
35. Jung JW. Comparison of anaerobic capabilities in university athletes. *Journal of Physical Growth and Motor Development* 2005;13(2):73-81.
36. Cho HC, Han JH. The study of anaerobic exercise ability and segment body water of combative athletes. *Journal of Physical Growth and Motor Development* 2002;10(1):109-120.
37. Hostrup M, Kalsen A, Auchenberg M, Bangsbo J, Backer V. Effects of acute and 2-week administration of oral salbutamol on exercise performance and muscle strength in athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2016;26(1):8-16.
38. Jung JH, Yang JH. Comparisons of young sport talent and general students of the third grade of elementary school on aerobic, anaerobic ability and lower extremity isokinetic muscle function. *The Korean Journal of Growth and Development* 2011;19(1):49-55.
39. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. *The Wingate anaerobic test*. Human Kinetics 1996.
40. Lee SH, Lee YS, Lee SH, Ko SS. The comparison of physical fitness profiles of the youth and adult soccer players in Korea. *Journal of Korean Society for the Study of Physical Education* 2003;8(3):217-225.
41. Hwang IW, Nho HS. A comparison of physical fitness & competition anxiety of the youth national soccer players & general youth soccer players. *The Korean Journal of Growth and Development* 2006;14(2):139-151.
42. Ozkan A. The relationship between anaerobic performance, muscle strength, hamstring/quadriceps ratio and sprint ability in soccer players. *International Journal of Academic Research* 2013;5(4):289-294.
43. Kang YS, Kim JH. Muscle asymmetry in cyclists based on bilateral strength and muscular fatigue. *The Korea Journal of Sports Science* 2014;23(2):1247-1256.