

여자 프로농구선수의 무산소성 파워 분석

원광보건대학 물리치료과, 고려대학교 안암병원 물리치료실*

장 정 훈 · 남 형 천*

The Analysis of Anaerobic Power in Professional Female Basketball Players

Chang, Chung-Hoon · Nam, Hyung-Chun*

Wonkwang Health Science College

*Dept. of Physical Therapy, Anam Hospital, Korea University**

<ABSTRACT>

The purpose of this paper was to make an analysis of anaerobic power in professional female basketball players using the Wingate Test Method with bicycle ergometer.

Twenty-three subjects (age 21.6 ± 2.8 years, body height 178.0 ± 7.4 cm, body weight 70.3 ± 7.4 kg) were selected from professional female basketball team whose careers were over 10 years and participated in this investigation.

Each subject performed a Wingate anaerobic power test to determine total work, peak power, mean power, fatigue index and blood lactate concentration.

The following were obtained from result data analysis;

1. The Total Work of athletes was a 1128.7 ± 120.6 watt
2. The Peak Power of athletes was a 449.5 ± 53.1 watt
3. The Mean Power of athletes was a 369.1 ± 39.4 watt
4. The Fatigue Index of athletes was a $33.5 \pm 6.9\%$
5. The blood lactate concentration was 1.85 ± 0.85 mM/L at the normal state and 3.16 ± 1.53 mM/L at the after Wingate test. The blood lactate concentration was 6.96 ± 0.81 mM/L after 3 minute and 6.95 ± 1.05 mM/L after 5 minutes.

Key Words: Anaerobic Power, Wingate Test, Total Work, Peak Power, Mean Power, Fatigue Index, Blood Lactate Concentration.

I. 서론

인간이 수행하는 운동을 포함한 신체적인 활동은 물론이고, 생명을 유지하기 위한 모든 활동은 에너지를 필요로 한다. 에너지 생성은 유산소성 대사와 무산소성 대사를 통해 일어나는데 유산소성 대사는 3분 이상 장시간의 운동을 수행할 때의 주 에너지 시스템으로 작용하며, 크렘스 사이클 및 전자전달계에 의해서 산소를 적절하게 이용하여 에너지를 생성한다. 반면에 무산소성 대사는 단시간 고강도 운동시의 대사로 산소의 적절한 공급 없이 체내에 저장된 에너지를 이용하여 작용하는데 근육에 저장된 아데노신 3인산(adenosine triphosphate; ATP)과 크레아틴 인산(creatine phosphate; PC)으로 분해되면서 ATP-PC계와 글리코겐이나 글루코스가 분해되어 젖산을 부산물로 남게 되는 젖산 시스템으로 되어있다.

인산 크레아틴으로부터 생성된 에너지에 의해 ATP를 일정한 수준으로 유지하기 위한 능력은 매우 제한적이다. 산소가 부족한 상태에서 고 강도의 운동을 계속하면 체내에 젖산이 축적되게 되는데, 산소가 공급되면 젖산이 초성포도산(pyruvic acid)으로 전환되면서 젖산이 축적되는 것을 방지할 수 있다.

선수들의 운동수행능력을 평가하는 많은 체력요인 중에 무산소성 파워(anaerobic power)는 선수들의 폭발적인 힘을 발휘하는 능력을 평가하는데 있어서 매우 중요한 의미를 지닌다. 지금까지 많은 체력측정 검사도구들이 개발되었으며 무산소성 파워를 평가하기 위한 다각적인 시도가 이루어졌다.

무산소성 파워의 측정방법에는 계단을 이용하여 순간적으로 이루어지는 Margaria Kala-Men Power Test가 있고, Bicycle Ergometer를 이용하는 방법으로 Cumming과 Bar-Or에 의해 설정된 30초 테스트, Weltman의 130초 테스트 등이 있다. 이밖에도 트레드밀을 이용한 테스트와 일정한 각도에 따라 최대한의 수축을 측정하는 Cybex 등을 이용한 등속성 테스트가 있다. 1996년 이후 무산소성 파워에 대한 대표적인 검사는 Margaria Kala-Men Power Test였으나 이 검사는 짧은 시간에 극도로 많은 힘을 발휘하게 하여 잠재적인 부상의 위험이 있다. 이러한 이유 때문에 최근에 무산소성 파워 측정이 1981년 이스라엘의 Wingate 체육연구소에서 개발되고 발전되어 왔으며, Cumming에 의해 제시된 방법으로 피험자를 자전거(ergometer)에 앉히고 30초 동안 자신의 최대 의지력으로 자전거 페달을 돌리게 하는 Wingate Test가 기존 측정방법보다 신뢰성이나 정량적 수치 제공측면에서 합리성과 타당도가 매우 높다고 여러 선행연구(Bar-Or, 1986; 윤성원, 1993; 서봉하, 1994)에서 보고되었다.

농구경기와 같은 고강도의 운동이 이루어질 때는 주로 무산소 대사에 의해 에너지원이 공급되므로 근글리코겐의 분해로 파생되는 글루코스만을 연료로 사용하게 된다. Fox(1981)는 농구경기에서 요구되는 에너지체계는 폭발적인 힘을 내는데 필요한 무산소 능력과 장시간 기복 없이 운동이 지속되어야 하는 유산소 능력 모두가 동원되어야 하는 시스템을 필요하다고 하였다. Steben(1981)은 농구는 80%정도가 ATP-PC 시스템 동원에 의한 폭발적 순발력의 동작이 발현되는 스포츠 종목이라고 보고하였다. Brown(1986)과 김영태(1991)는 시합 중 점프 슛 동작, 슛 저지 모션, 리바운드 획득, 유리한 지역선점을 위한 치열한 몸싸움, 순간적인 방향전환 후 폭발적인 돌진이나 패스

등등 대부분의 농구의 기술적 속성이 가능한 빨리 그리고 강력하게 발휘되어야 하므로, 원활한 기술발휘를 위해 강한 근력을 소유하는 일은 선수에게 필수적인 일이 아닐 수 없다고 하였다.

최근 우리나라의 인기 스포츠 종목중의 하나인 농구가 프로화 되면서 관중의 흥미유발과 지역 연고를 고려하여 운영하는 획기적인 변화를 시도하여 지방을 오가면서 실시하는 경기방식으로 보다 강한 체력을 요구한다. 장기간 지속되는 프로농구에서의 경기 승패는 선수들의 체력요인이 크게 차지하는 부분이다.

각 프로구단들은 선수들의 체계적인 관리를 통한 경기력 향상을 시도하고 있으나 선수들을 평가할 평가기준 조차 마련되지 않은 실정이다. 최근 들어 여러 프로 스포츠 종목에서 많은 물리치료사들이 팀단위로 활동영역을 넓혀가고 있다. 이들은 대부분 선수들의 치료 영역을 차지하고 있으나 각 팀에서는 선수들의 체력향상 분야까지 요구하고 있는 상황이다.

이에 본 연구는 여자 프로농구선수들의 무산소성 파워를 분석하여 에너지 시스템의 기여도, 체력 트레이닝의 자료, 선수의 걱정강도 및 부상 예방을 판단하는 등 농구의 경기력 향상을 위한 현장지원 및 연구방향을 결정하기 위한 기초자료를 확보, 선수선발 및 재활 및 치료계획을 위한 자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 피험자는 현재 국내 정상급의 여자 프로농구단에서 현역으로 활약하는 경력 10년 이상인 선수 23명으로 임상적으로 이상이 없는 상태였다. 또한 본 실험의 목적과 내용을 충분히 이해하고 자발적 참여의사를 밝혔으며 실험에 참여하여 최선을 다할 것을 서면 동의하였다. 참여한 선수들의 구체적인 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Physical characteristics of players

	Number	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)
Mean	23	21.6	178.0	70.3
SD(±)		2.8	7.4	7.4

2. 측정항목 및 방법

1) 신장(Body Standing Height)

대상자가 인체계측기(PKS-100, Takei 일본)의 정면에 서게 하여 발뒤꿈치를 척주(尺柱)에 붙이게 하고 무릎과 등을 똑바로 펴게 하며, 정면을 바라보게 하여 눈과 귀가 수평이 되도록 하였다.

2) 체중(Body Weight)

탈의를 한 대상자를 체중계(Cas Engineering; 경인기업사, 한국) 위 중앙에 올라서게 한 후 소수점 한자리까지 한 단위로 측정하였다.

3) 무산소성 파워 및 혈중 젖산농도 측정

무산소성 파워 측정은 Bar-Or(1978)가 보고한 개인별 체중을 고려한 Wingate Test 측정방법으로 발휘되는 파워를 정량화할 수 있는 컴퓨터와 연결된 자전거 에르고미터(Computerized Bicycle Ergometer, Monark 808, Sweden)에서 측정을 실시하였다.

자전거에 앉기 전에 안장과 핸들의 높이를 조정하고 발의 요동을 줄이기 위해 Toe-strips로 고정시켜 피험자가 최대 운동을 수행할 수 있도록 자세를 취하게 한 뒤 서서히 페달을 돌리게 하여 일정한 속도가 되었을 때부터 시작이란 신호와 함께 30초간 전력페달링 운동을 실시하였다. 이때 최대 의지력으로 탈 수 있도록 본 실험을 실시하기 전에 자전거에 대한 심리적으로 운동방법의 생소함을 줄이기 위해 준비운동으로 약 2분간 낮은 부하(2kp)에서 페달링운동을 실시하게 한 뒤 2~3회에 걸쳐 4~5초간 최대 페달링 운동을 연습한 뒤 5분 휴식 후 본 운동을 실시하였다. 운동실시 부하는 피험자의 체중에 0.075kp를 곱하여 나타난 값을 개인별 운동부하로 정하여 30초간 최대 운동을 실시하였다(Bar-Or, 1978).

혈중 젖산농도 변화에 대한 측정은 윙게이트 테스트(Wingate test: Bar-Or, 1978))방법에 의해 30초간 최대 페달링 운동을 실시할 때 안정시, 운동직후와 회복 3분, 회복 5분에 Finger tip방법으로 Lancet(Boerlinger Mannheim: Germany)과 해파린 처리된 Capillary Tubes(Chase: U.S.A)로 혈액을 채취한 뒤 이를 젖산 농도 분석기(Lactate Analyzer, YSI 23L: U.S.A)로 분석하였다. 측정 변인은 다음과 같다.

① 총운동량(Total Work): 자전거 에르고미터에서 30초 동안 수행된 총운동량으로 바퀴의 회전수에 의한 이동거리와 kp에 의한 저항을 구하였다.

② 최대파워(Peak Power): 30초간 최대 페달링 운동시 5초마다 나타나는 파워중 최고치로 하였다.

③ 평균파워(Mean Power): 30초간 최대 페달링 운동중 매초 발휘된 파워를 합한 30초간 총운동량을 30으로 나눠 구하였다.

④ 피로지수(Fatigue Index): 30초간 최대 페달링 운동중 나타난 무산소성 파워 최고치와 최소치를 이용하여 [(최고치-최소치)/최대치]×100 공식에 의해 산출하였다.

⑤ 혈중 젖산농도(Blood Lactate Concentration): 안정시와 30초간 최대 페달링 운동직후, 회복 3분, 회복 5분에서 채혈하여 측정하였다.

3. 자료처리

본 연구에서 얻은 자료는 WINDOWS용 한글 SPSS/PC+ 10.0을 이용하여 통계처리 하였다. 모든 실험 변인별(무산소성 파워, 혈중 젖산농도) 평균과 표준편차를 산출하였고, 무산소성 파워의 각 측정항목별(총운동량, 최대파워, 평균파워, 피로지수) 평가 기준치를 작성하기 위하여 측정자료

의 정규분포에 따른 5단계 등급 A군(10%), B군(20%), C군(40%), D군(20%), E군(10%)으로 구분하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 무산소성 파워

무산소성 파워를 평가하기 위한 윙게이트 테스트 결과 나타난 총운동량, 최대파워, 평균파워 및 피로지수의 평균 및 표준편차의 결과는 <Table 2>에서 보는 바와 같이 무산소성 파워는 총운동량 1128.7±120.6watt, 최대파워 449.5±53.1watt, 평균파워 369.1±39.4watt, 피로지수 33.5±6.9%를 보였다.

<Table 2> Anaerobic power capacity (unit: watt)

	Total Work	Peak Power	Mean Power	Fatigue Index(%)
Mean	1128.7	449.5	369.1	33.5
SD(±)	120.6	53.1	39.4	6.9

2. 혈중 젖산농도 측정

안정시부터 윙게이트 테스트 후 회복기에 이르는 동안 시간대 별로 혈중 젖산농도의 평균 및 표준편차의 변화를 측정한 결과는 <Table 3>에서 보는 바와 같이 시간대별 혈중 젖산농도 변화는 안정시 1.85±0.85mM/L, 운동직후 3.16±1.53mM/L, 회복 3분 6.96±0.81mM/L, 회복 5분 6.95±1.05mM/L를 보였다. 회복 3분, 회복 5분에서 높은 수치를 보였으며 운동직후는 일반적으로 무산소 역치점이라 할 수 있는 4mM/L에는 못 미치는 수준에서 운동이 이루어졌다.

<Table 3> Variations of blood lactate concentration (unit: mM/L)

	Rest	Immediately after test	3 minutes after test	5 minutes after test
Mean	1.85	3.16	6.96	6.95
SD(±)	.85	1.53	.81	1.05

3. 측정 항목별 평가 기준치

무산소성 파워의 측정 항목별 평가 기준치는 상위 A군(10%)에 속하는 선수들의 무산소성 파

위는 총운동량 1306.2watt이상, 최대파워 523watt이상, 평균파워 427.1watt이상, 피로지수 42.2%이상을 보였다. 다음 B군(20%)에 속하는 선수들의 총운동량은 1245.0~1306.2watt, 최대파워 504.5~523.0watt, 평균파워 407.1~427.1watt, 피로지수 38.9~42.2%를 보였다. 중간층인 C군(40%)에 속하는 선수들은 총운동량 1056.0~1245.0watt, 최대파워 427.2~504.5watt, 평균파워 345.3~407.1watt, 피로지수 32.9~38.9%를 보였다. 하위 D군(20%) 선수들의 총운동량은 1004.1~1056.0watt, 최대파워 398.7~427.2watt, 평균파워 328.3~345.3watt, 피로지수 25.0~32.9%를 보였다. 최하위 E군(10%)에 속하는 선수들은 총운동량 979.8~1004.1watt, 최대파워 367.9~398.7watt, 평균파워 320.4~328.3watt, 피로지수 22.0~25.0%를 보였다<Table 4>.

<Table 4> Anaerobic power according to group level (unit: watt)

	Group A(10%)	Group B(20%)	Group C(40%)	Group D(20%)	Group E(10%)
Total Work	Above 1306.2	1245.0~1306.2	1056.0~1245.0	1004.1~1056.0	979.8~1004.1
Peak Power	Above 523.0	504.5~523.0	427.2~504.5	398.7~427.2	367.9~398.7
Mean Power	Above 427.1	407.1~427.1	345.3~407.1	328.3~345.3	320.4~328.3
Fatigue Index(%)	Above 42.4	38.9~42.4	32.9~38.9	25.0~32.9	22.0~25.0

IV. 논 의

농구경기 중에 일어나는 운동수행과정을 살펴보면 공격이나 수비형태 전개시 이루어진 거의 모든 동작이 무산소성 에너지 대사에 의한 운동능력을 요구하기 때문에 경기력 향상을 기대하기 위해서는 무산소성 운동능력이 향상되어야 한다.

최근에 무산소 에너지 생성의 관심이 대사(metabolism)를 통한 정상상태(steady-state)의 에너지 생성이 장기간 운동에서보다는 단기간 격렬한 운동에서 많은 운동에너지를 방출하기 때문에 많은 스포츠와 일상적인 활동을 수행하는데 무산소성 에너지 생성에 관심이 커지고 있다. 운동 중에 산소가 부족하게되면 ATP-PC시스템에 의해 에너지가 이용되고, 다음으로 당원질(glycogen)의 무산소 대사에 의한 젖산시스템으로 생성되는 ATP에 의해 에너지가 공급된다.

무산소성 파워 측정방법은 신뢰성과 정량적 수치 제공측면에서 타당도가 매우 높다고 이미 여러 선행연구에서 보고된 윙게이트 측정방법을 이용하여 총운동량, 최대파워, 평균파워, 피로지수와 혈중 젖산농도가 무산소성 파워의 평가지표로 삼았다.

무산소성 파워는 무산소성 대사과정을 통해 발휘할 수 있는 폭발적인 근수축력과 근지구력을 의미하며, 근력 및 근지구력에 높은 상관성을 가지고 있다. 김기진(1992)은 무산소성 지구력을 평가하는 피로지수는 ATP-PC계 및 젖산계에 의한 에너지 동원양상에서 이루어지는 것으로 간주하였다.

본 연구에서 23명의 무산소성 파워평균은 총운동량 1128.7±120.6watt, 최대파워 449.5±53.1watt, 평균파워 369.1±39.4watt, 피로지수 33.5±6.9%로 나타났다.

이러한 결과는 서봉하(1994)의 남자고등학교 단거리와 중거리선수들의 윙게이트 테스트결과 각각 총운동량 1542.88 ± 117.09 watt, 1357.25 ± 154.64 watt, 최대파워 649.19 ± 49.75 watt, 554.94 ± 67.83 watt, 평균파워 504.82 ± 38.29 watt, 443.82 ± 50.57 watt, 피로지수 $39.01 \pm 5.53\%$, 35.49 ± 4.24 watt로 나타났다는 보고와, 김상규(1990)의 국가대표 레슬링선수를 대상으로 총운동량 1456.00 ± 156.78 watt, 최대파워 589.57 ± 23.45 watt, 평균파워 545.46 ± 16.78 watt로 나타났다고 보고한 것과 비교하면 본 실험보다 높은 수치를 보였다. 또한 제갈성렬(1999)도 엘리트 스피드스케이팅 선수들의 최대파워 878.19 ± 71.94 watt, 평균파워 641.49 ± 49.09 watt, 피로지수 $45.22 \pm 3.87\%$ 로 나타났다고 보고하였다. Tamayo 등(1984)은 14명의 미국 국가대표선수들의 최대파워가 797 watt였다고 보고하였으며, 진영수 등(1998)은 프로야구선수의 최대파워가 865.71 watt로 나타났다고 하여 본 실험보다는 높은 수치를 나타냈다. 본 연구에서 상위 10%에 속하는 선수들은 그나마 평균치보다는 차이가 적게 나타났다.

그러나 고재용(1992)이 중학교 남자운동선수에서 평균파워가 355 ± 5 watt로 나타났다는 보고와, 조문주(1988)가 대학 여자농구선수 10명을 대상으로 실시한 결과 최대파워 389.11 ± 45.09 watt, 평균파워 330.15 ± 23.64 watt, 피로지수 $30.62 \pm 4.77\%$ 로 나타났다고 하여 위 실험보다 낮은 수치를 나타냈다.

본 연구에서 나타난 국내 정상급 프로 여자 농구선수들이 같은 외국 농구선수들과 비교할 자료가 없었으나 다른 종목의 외국선수와 남자들에 비해 상당히 열세를 가지고 있으며 그 차이가 두드러지게 나타남을 알 수 있다. 이는 성별차이에서 오는 근량과 체격의 차이와 관련되어 나타난 결과라 사료되며 좀더 체계적인 훈련방법으로 농구경기에 필요한 무산소성 파워를 높이는데 주력해야 될 것이다.

무산소성 파워의 평가 방법으로 이용되는 생리적 변인 중 혈중 젖산농도가 많이 이용되고 있다 (Takehoko 등, 1989).

본 연구에서 시간대별 혈중 젖산농도 변화는 안정시 1.85 ± 0.85 mM/L, 운동직후 3.16 ± 1.53 mM/L, 회복 3분 6.96 ± 0.81 mM/L, 회복 5분 6.95 ± 1.05 mM/L를 보였다. 회복 3분, 회복 5분에서 높은 수치를 보였으며 운동직후는 일반적으로 무산소 역치점이라 할 수 있는 4 mM/L에는 못 미치는 수준에서 운동이 이루어졌다.

이러한 결과는 서봉하(1994)가 고교 단거리 남자선수에서 윙게이트 실험에서 혈중 젖산농도가 안정시 1.29 ± 0.18 mM/L, 운동직후 3.73 ± 1.59 mM/L, 회복 3분 10.15 ± 0.82 mM/L, 회복 5분 9.66 ± 0.91 mM/L로 나타났다는 보고와 조문주(1988)도 대학 여자농구선수 대상으로 한 실험에서 안정시 1.28 ± 0.093 mM/L, 운동직후 4.14 ± 0.283 mM/L, 회복 3분 8.27 ± 0.779 mM/L, 회복 5분 8.69 ± 0.814 mM/L로 나타나 위 실험보다는 높은 수치를 보였다.

반면에 정인화(1991)는 대학교 리듬체조선수에서 윙게이트 실험에서 안정시 1.30 ± 0.42 mM/L, 운동직후 2.68 ± 0.74 mM/L, 회복 3분 7.09 ± 1.38 mM/L, 회복 5분 5.92 ± 0.98 mM/L이 나타났다고 하여 위 실험보다는 낮은 수치를 보였다.

이와 같은 결과는 피험자들이 고도로 훈련된 정상급 선수들이기 때문에 상대적으로 지구력능력이 뛰어나 운동직후 혈중 젖산농도가 낮게 나타났다고 볼 수 있다. 서로 차이가 나타나는 것은 운동 수행시 지속시간에 있어서 젖산내성능력이 부족에의 하여 운동 수행시 무산소성 대사능력이 부족하기 때문이라 사료된다. 또한 혈중 젖산 농도가 회복 3분에서 운동직후보다 높게 나타난 것

은 Gollick(1986)이 혈중 젖산농도가 운동직후보다 말초혈관을 통해 전혈에 의하여 늦게 최고치가 나타나는 이유는 세포막을 통과하는 활동적 전달에 최대운동 수행 후 2~5분 후의 시간이 소요되기 때문이라 보고한 내용과 일치한 결과라 볼 수 있다.

농구경기는 순간적인 변화가 잦은 간헐적 속성의 종목이므로 트레이닝 프로그램 구성시 다양한 유산소성 및 무산소성 트레이닝을 복합적으로 혼합된 체력 트레이닝이 동원되어야하며, 결과를 비교할 기준치 설정으로 보다 정확하고 효율적인 측면에서 경기력 향상에 한층 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 무산소성 능력의 경우 윙게이트 테스트에 의한 평가를 정기적으로 실시하여 개인차를 고려한 훈련방법을 수립하여야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 여자 프로농구선수들의 무산소성 파워를 분석하여 에너지시스템의 기여도, 체력 트레이닝의 자료, 선수의 적정강도 및 부상 예방을 판단하는 등 농구의 경기력 향상을 위한 현장지원 및 연구방향을 결정하기 위한 기초자료를 확보, 선수선발 및 평가, 재활 및 치료계획을 위한 자료로서 활용하는데 그 목적을 두었다.

23명의 현역 여자프로농구 선수들을 대상으로 윙게이트 테스트 방법에 의해 30초간 최대 폐달링 운동을 실시하여 무산소성 파워(총운동량, 최대파워, 평균파워, 피로지수)와 안정시, 운동직후, 회복 3분 그리고 회복 5분 후에 혈중 젖산농도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 선수들의 총운동량은 1128.7 ± 120.6 watt로 나타났다.
2. 선수들의 최대파워는 449.5 ± 53.1 watt로 나타났다.
3. 선수들의 평균파워는 369.1 ± 39.4 watt로 나타났다.
4. 선수들의 피로지수는 $33.5 \pm 6.9\%$ 로 나타났다.
5. 시간대별 혈중 젖산농도 변화는 안정시 1.85 ± 0.85 mM/L, 운동직후 3.16 ± 1.53 mM/L, 회복 3분 6.96 ± 0.81 mM/L, 회복 5분 6.95 ± 1.05 mM/L를 보였다.

< 참 고 문 헌 >

- 고재용 : Wingate test를 이용한 운동선수들의 무산소파워 및 능력에 관한 연구. 울산대학교 교육대학원 석사학위논문, 1992.
- 김기진 : 중거리선수의 유·무산소성 능력 평가를 위한 필드테스트. 한국체육학회지, 36(4).
- 김상규 : 레슬링 그레코로망선수의 유·무산소성 능력에 관한 연구 : 국가 상비군 및 국가대표 그레코로망 선수를 중심으로. 동국대학교 교육대학원 석사학위논문, 1991.
- 김영태 : 농구 점프슛 동작의 운동학적 분석. 연세대학교 교육대학원, 석사학위논문, 1991.
- 서봉하 : 달리기 선수들의 유 무산소성 운동능력에 관한 연구. 동아대학교 대학원, 석사학위논문, 1994.

- 윤성원 : 등속성 복합트레이닝이 근력, 무산소성 파워, 동측근력 균형적 발달 및 근비대에 미치는 영향. 성균관대학교 대학원 박사학위논문, 1993.
- 정인화 : 리듬체조선수의 무산소성 능력에 관한 연구. 세종대학교 대학원 석사학위논문, 1992.
- 제갈성렬 : 엘리트 스피드 스케이팅 선수의 경기기록과 등속성 근력 및 무산소성 파워의 관련성 연구. 단국대학교 대학원 석사학위논문, 1999.
- 조문주 : 여자대학 농구선수의 웨이트 트레이닝이 무산소성 파워, 근력 향상 및 동측근력비 발달에 미치는 영향. 성신여자대학교 대학원 석사학위논문, 1998.
- 진영수, 박준영, 김태욱, 김명화, 김용권, 이혁중, 한구석 : 윙게이트 검사에서 무산소능력 및 피로도 산출의 타당성 검증. 대한스포츠의학회지, 16(1), 97-106, 1998.
- Bar-Or O : Anaerobic capacity test: characteristics and application. Proceeding of the 21st world congress in sports medicine. Brasilia, 1978.
- Bar, O & Bar-Or O : Anaerobic characteristics in male children and adolescents. Medicine and science in sports and exercise, 18(3), 264-269, 1986.
- Brown ME, Mayhew JL, Boleach LW : Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. J. Sport. Med. Phy. Fit., 26(1), 1986.
- Fox EL & Mathews DK : The physiological Basis of Physical Education and Athletics. Saunders College publishing, 1981.
- Gollick P, et al : Exercise intensity training, Diet and lactate concentration in muscle and blood. Med. Sci. Sports Exerc., 18, 334-334, 1986.
- Steben R & Steben A : The validity of the stretch shortening cycle in selected jumping events. J. Sport. Med., 21, 28-37, 1981.
- Takehoko F, Tetsuro T, Tamotsu T, and Shoichi N : Evaluation of methods used to determine anaerobic capacity by blood lactate and oxygen debt. Journal of fitness science, 38, 85-94, 1989.
- Tamayo M, Suces A, Phillips W, Laubach L, Frey M and Buono M : "The Wingate Anaerobic Power Test, Peak Blood Lactate, and Maximal Oxygen Debt for Elite Male Volleyball Players; A Validation Study." Medicine and Science in Sports and Exercise, 16(2)(Abstract #10, p.126), 1984.