

## 골프 숙련도에 따른 아이언 샷 연습량이 혈중 근손상 지표와 피로물질 농도에 미치는 영향

서아람 · 백일영<sup>1</sup> · 서상훈 · 진확은 · 김영일 · 조수영 · 광이섭<sup>2</sup> · 우진희<sup>3\*</sup>

호서대학교 골프학과, <sup>1</sup>연세대학교 체육교육과, <sup>2</sup>동의대학교 레저스포츠학과, <sup>3</sup>동아대학교 스포츠과학부

Received May 30, 2007 / Accepted July 23, 2007

**Effects of Iron Shot Practice Volume Based on Golf Skill Level on the Indices of Muscle Damage and Fatigue in Blood.** Ah Ram Suh, Il Young Paik<sup>1</sup>, Sang Hoon Suh, Hwa Eun Jin, Young Il Kim, Soo Young Cho, Yi Sub Kwak<sup>2</sup> and Jin Hee Woo<sup>3\*</sup>. Department of Golf, Hoseo University, Asan, 336-795 Korea, <sup>1</sup>Department of Physical Education, Yonsei University, Seoul, 120-749 Korea, <sup>2</sup>Department of Leisure Sports, Dongeui University, Busan, 614-714 Korea, <sup>3</sup>Division of Sports Science, Dong-A University, Busan, 604-714 Korea. — The purpose of the present study was to examine the effects of iron shot practice volume based on golf skill level on the indices of muscle damage and fatigue in blood. Twenty four golf players were studied under conditions of different golf skill level (beginners, intermediate, expert) and practice volume (100, 200, 300balls). In this study blood CK and LDH were determined to show the level of muscle damage, and blood phosphorus, lactate, and ammonia were measured to see the level of fatigue. Blood creatinine, and IGF- I generally used to see the rate of protein synthesis were also measured. In summary, these results are interpreted to mean that 1) blood fatigue factors, muscle damages, and creatinine levels increased due to a rise in the practice volume of iron shot, 2) those levels decreased due to rise in the golf skill level, 3) blood factors and creatinine recovered quickly after exercise, however muscle damages did not recover even after 24hr. Therefore, both golf skill level and practice volume should be considered to prevent muscle damage and fatigue during practice iron shot.

**Key words** – Golf, muscle damage, fatigue, CK, LDH, phosphorous, lactate, ammonia, creatinine, IGF-I

### 서 론

골프는 소득수준의 향상과 그에 따른 가치관의 변화에 대응하여 참여자의 수가 지속적으로 증가하고 있으며, 그 대상도 고소득층이나 중·장년 층의 남성 중심에서 여성과 30대의 젊은 층으로 점차 연령이 낮아지고 있는 추세이다.

우리나라 골프인구는 스포츠 단일종목으로는 최대인 3백만을 넘어섰고, 증가추세는 매년 20% 이상으로 다른 스포츠 성장률을 훨씬 앞지르고 있다. 하지만, 이러한 골프의 급격한 대중화에도 불구하고 이에 대한 연구는 수행력 향상을 위한 훈련 및 학습 방법, 장비 및 골프웨어 개발, 골프 스윙에 대한 역학적 분석, 일반인들의 골프에 대한 만족도 등이어서 일반인들의 골프 참여를 통한 건강 증진이나 위협요인 등에 대한 생리학 연구는 상대적으로 미흡한 실정이다.

골프 참여자들의 긍정적인 훈련방법에 대한 효율성 증대와 자기관리의 극대화를 위해서는 운동 전·후의 쾌적하고 편안한 몸 상태의 유지는 매우 중요하며, 이를 위한 선수 개인의 노력과 함께 과학적인 연구를 통해 종합적인 발전을 꾀해야 한다. 또한 부상 등으로 인하여 골프를 통한 장기적

인 건강 실익을 달성하지 못하고 중간에 그만두는 경우도 종종 있으며, 골프에 의하여 누적된 피로 또는 근육통으로 인하여 일상생활에서 불편감을 호소하는 사례가 발생하기도 한다. 따라서, 운동의 긍정적인 효과를 높이면서도 부상과 피로를 예방하기 위해 골프를 통한 피로 및 상해에 관한 연구와 적절한 회복기간의 정립에 관한 연구는 그 의의가 크다고 할 수 있다.

특히, 스포츠 및 일상적인 운동에 대한 관심이 고조되고 경기력 향상과 부상 예방 및 회복을 위한 다각적 접근이 이루어지면서 과학적인 훈련방법의 개발과 함께 운동으로 인한 피로와 조직손상으로부터 효율적이고 신속한 회복을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

운동에 의한 피로에 관한 연구는 주로 축적가설에 바탕을 두고 수행되고 있는데, 축적가설은 피로 발생의 원인을 대사산물의 축적에 의해 힘 생성에 저해를 가져온다고 하는 가설로 피로를 유발하는 대사적 축적 산물로는 젖산, 수소 이온, 암모니아, 무기인산염 등을 들 수 있으며, 피로는 운동을 하는 동안 여러 가지 요인에 의해 나타나지만, 특히 CP(creatine phosphate) 고갈, 근육 내 산성화, 그리고 근 글리코겐 감소 등에 의해 유발된다고 보고 있다[14].

격렬한 운동은 신체에 산화적 스트레스를 유발시킴으로써 지질, 단백질, DNA 등 다양한 조직을 손상시킨다고 알려져

\*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7815, Fax : +82-51-200-7805

E-mail : sports@dau.ac.kr

있다. Child 등(2000)은 하프 마라톤 직후 지질조직손상이 약 40% 정도 증가한다고 하였으며[6], Avery 등(2003)은 저항성 운동 후 회복 7일과 8일째 지질손상이 유의하게 상승하였다고 하였는데[3], 이들 연구에서 나타난 지질손상 측정치들은 혈장 CK(creatine kinase)와 LDH(lactate dehydrogenase) 등 근손상 지표의 상승과 관련성이 상당히 높게 나타나고 있어 조직손상의 지표로서 타당성이 높다고 할 수 있다. 하지만, 운동에 따라 조직손상 유발현상이 차이를 보이는데, Alessio 등(2000)은 유산소 운동 후 혈중 단백질손상이 증가한다고 하였지만, 반복된 등척성(isometric) 수축 후 지질손상에는 변화가 없었다고 하였으며[1], Sacheck 등(2003)은 VO<sub>2</sub>max 75%로 45분간 downhill 달리기 24시간 후, 조직손상은 젊은 피험자의 경우 안정 시와 차이가 없었고, 나이든 피험자는 약간 증가했지만, 유의한 차이는 없었다고 하여[17] 운동형태에 따라서 조직손상의 차이가 존재함을 알 수 있다. 한편, Mastaloudis 등(2004)은 약 7시간의 50km 울트라마라톤 경주 중 DNA손상은 경기 중반 증가하였다가, 회복 2시간 후 안정상태로 돌아와, 운동으로 DNA손상이 지속적으로 유발되지 않는다고 하였는데[12], 이는 운동시 조직손상이 휴식을 취하는 동안 회복됨을 보이는 것이며, 조직부위에 따라 회복시간의 차이가 존재함을 의미한다.

현재 많은 일반인들이 참여하고 있는 골프에 의한 조직손상 발생 원인은 특정한 근 수축만을 중점적으로 이용하는 활동이 아니라 여러 근육의 복합적인 수축에 의해 일어난다는 점을 감안할 때, 선행연구에서 채택된 반복적인 근수축, 내리막 혹은 오르막 달리기 등의 운동형태에 따른 연구결과들을 골프에 적용하기는 어렵다. 이러한 상황에서 골퍼들의 숙련도에 따른 근손상과 피로의 정도에 관한 생리학적인 연구의 중요성은 더욱 커지고 있으며, 특정 신체부위의 운동 또는 지구성 운동으로 근손상을 유발시키는 방법과 비교하여 또 다른 의의가 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 남자 골퍼들을 대상으로 숙련도와 연습량에 따른 혈중 근손상 지표물질과 피로물질들의 농도를 비교 분석함으로써 골프에 의한 부상예방 및 피로회복 기간 정립을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 연구대상

본 연구의 대상자는 주당 5시간 이상 정기적인 훈련에 참가하는 남자 골퍼 24명을 대상으로, 초급자(6개월 미만), 중급자(구력 2년 미만의 핸디 20), 고급자(구력 5년 이상의 세미프로) 등 세 그룹으로 분류하였다. 피험자들은 연구의 목적 및 처치를 충분히 이해하였으며, 본 실험에서 제시되는 운동 검사를 끝까지 수행할 수 있는 신체적 능력을 갖춘 자로 선정하였다(표 1).

### 혈액분석 방법

채혈은 초급, 중급, 고급그룹별로 100타, 200타, 300타 연습조건에서 각각 안정시, 운동종료, 회복30분, 회복4시간, 그리고 회복24시간에 실시하였다. 채혈된 혈액은 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 다음 분석에 사용되었다.

피로물질인 젖산과 암모니아는 Roche社(스위스)의 Cobas Integra 생화학 분석기에서 해당시약을 사용하여 분석하였고, 무기인산은 분리한 혈청을 Hitachi社(일본)의 Hitachi 747 생화학 분석기에서 분석하였다. 근손상 지표인 CK와 LDH는 건식 생화학분석기(Kodak EKTACHEM DTSC II, USA)를 이용하여 분석하였으며, 크레아티닌은 TBA-200FR (Toshiba Corporation, Japan)을 이용하여 분석하였고, IGF-I는 IRMA 방법으로 IGF-1 RIA kit(Diagnostic Systems Laboratories, Inc, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 실험 절차

1차 테스트	1주일	2차 테스트	1주일	3차 테스트
아이언 7번 100타/25분	→ 휴식	아이언 7번 200타/50분	→ 휴식	아이언 7번 300타/75분

**1차 테스트** : 안정시 채혈 후, 동일하게 아이언 7번 채를 이용하여 샷을 15초 간격으로 25분 동안 100개의 공을 치게 한 후 종료 즉시 채혈을 실시하였다. 이후 각 피험자들은 운동종료를 기준으로 회복30분, 4시간, 그리고 24시간 후 채혈을 실시하였다.

**2차 테스트** : 1차 테스트를 실시한 후 1주일의 경과되면 2차 테스트를 실시하였다. 2차 테스트는 50분 동안 연습공 200개를 사용하며 절차는 1차 테스트와 동일하게 실시하였다.

**3차 테스트** : 2차 테스트를 실시한 후 다시 1주일의 경과되면 3차 테스트를 실시하였다. 3차 테스트는 75분 동안 연습공 300개를 사용하며 절차는 1, 2차 테스트와 동일하게 실시하였다.

### 통계처리

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS/+PC+ v12.0 통계 패키지를 이용하여, 그룹(숙련도), 연습량, 채혈시기에 대한 모든 종속 변인들의 평균(M)과 표준편차(SD)를 구하였으며, 그룹, 연습량, 채혈시기에 따라 혈중 근손상 지표물질, 피로물질, 크레아티닌, IGF-I의 농도차이를 알아보기 위하여 three-way repeated measurement on last factor of ANOVA를 실시하였다. 유의한 차이에 대한 사후검증은 Duncan 방법을 적용하였고, 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 에서 검정하였다.

표 1. 대상자의 신체적 특성(Mean±SD)

그룹	N	연령(year)	신장(cm)	체중(kg)
초급	8	22.60±0.49	174.00±1.41	65.60±2.06
중급	8	23.30±0.80	173.60±2.33	68.20±3.06
고급	8	24.40±0.49	175.20±2.71	69.90±3.19

초급(구력 6개월미만), 중급(구력 2년미만의 헨디 20), 고급(구력 5년 이상의 세미프로)

**결과 및 고찰**

**혈중 CK와 LDH 농도**

CK 농도는 <표 2>에 나타난 바와 같이, 통계분석 결과 2차, 3차 상호작용은 없었으나, 그룹, 연습량, 시기 등 3개 요인의 주효과는 나타났다. 사후분석 결과, 초급과 비교해서 고급그룹의 회복기(30분, 4시간, 24시간) CK 수준이 낮게 나타났으며(p<.05), 연습량은 100, 200, 300타 순으로 CK 수준이 높게 나타났(p<.05).

LDH도 CK와 마찬가지로 통계분석결과, 2차, 3차 상호작용은 없었지만, 3개 요인의 주효과는 나타났다. LDH 수준은 전반적으로 숙련도가 낮을수록, 연습량이 많아질수록 높게 나타나는 경향을 보였는데, 사후분석 결과 고급에 비해 초급그룹의 수준이 200타와 300타 연습량 조건에서 높게 나타났으며(p<.05), 체력시기에 있어서는 운동종료 후 시간이 경과함에 따라 LDH 농도는 지속적으로 감소하였으며, 회복 24시간 후에는 안정시 수준과 통계적으로 차이가 나타나지 않았다.

혈중 CK와 LDH의 활성은 주로 격렬한 운동으로 인한 근조직손상의 지표로 사용되어왔다[20]. 안정시 CK는 원형질 내에 존재하므로, 생체 조직 내 농도는 낮게 나타난다[7]. 하지만 운동을 통하여 근 조직이 손상되면 세포막 투과성이 증가하고 이에 따라 CK가 세포 간질액으로 이동되기 때문에 혈중 농도가 높아진다. 따라서, 혈중 CK 농도는 근질환 또는 근손상을 추정하는 지표로 사용될 수 있다.

혈중 LDH 농도는 근육의 조직학적 손상[2] 또는 심근경색의 진단지표[11]로 이용되는 것으로, 이의 증가는 곧 조직의 손상을 의미한다고 볼 수 있다. 고강도 운동자극에 의한 직접적인 세포막의 파괴 및 조직괴사, 스트레스에 의한 지질과산화 등에 의하여 세포막의 투과성이 증가되면 세포질 내의 LDH가 혈중으로 방출된다[10]. 특히 유리기에 의한 조직손상은 결국 막의 투과성을 증가시키는 등 조직을 구조적으로 파괴시켜 세포질 내에 존재하는 효소인 LDH를 혈중으로 방출시키게 된다[19].

본 연구에서는 아이언 샷 수행시 숙련도와 연습량에 따른 근손상의 정도를 확인하기 위하여 혈중 CK와 LDH를 측정하였는데, CK는 모든 그룹에서 안정시 가장 낮은 수치를 보인다 운동 후 회복 24시간까지 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 동일 연습량의 그룹간 비교에서는 초급, 중급, 고급 그룹의 순으로 높게 나타났으며, 동일 그룹 내에서는 연습량이 많아질수록 증가하였다.

이러한 결과는 초급, 중급, 고급 그룹 모두에 있어서 과도한 아이언 샷 연습시 동원되는 근육의 손상을 유발 시킬 수

표 2. 집단간 연습타수에 따른 시기별 혈중 CK, LDH 농도 변화(Mean±SD)

그룹		연습량	안정시	운동종료	회복30분	회복4시간	회복24시간	F-값	P-값				
CK (IU/L)	초급	100	160.80±13.95	186.80±14.06*	196.00±15.66*	215.00±15.66*	208.80±25.29*	6.648 <sup>a</sup>	.002 <sup>a</sup>				
		200	166.20±19.46	192.80±18.20* <sup>#</sup>	214.60±16.60* <sup>#</sup>	234.20±17.21* <sup>#</sup>	239.20±16.36* <sup>#</sup>						
		300	174.00±21.00	200.80±22.19* <sup>#</sup>	229.00±17.40* <sup>#</sup>	253.00±15.91* <sup>#</sup>	254.40±21.26* <sup>#</sup>						
	중급	100	173.40±17.37	186.40±15.63*	194.00±16.00*	208.20±16.34*	210.60±19.22*			77.654 <sup>b</sup>	.000 <sup>b</sup>		
		200	168.20±17.85	191.40±19.93* <sup>#</sup>	208.80±17.54* <sup>#</sup>	225.40±16.57* <sup>#</sup>	229.80±19.43* <sup>#</sup>						
		300	167.20±18.02	220.20±45.97* <sup>#</sup>	225.60±17.37* <sup>#</sup>	237.40±20.33* <sup>#</sup>	245.20±26.73* <sup>#</sup>						
	고급	100	165.80±15.28	186.20±17.95* <sup>#</sup>	194.20±17.38*	208.60±17.34* <sup>@</sup>	210.20±16.76* <sup>@</sup>					207.559 <sup>c</sup>	.000 <sup>c</sup>
		200	171.60±16.24	186.40±17.77* <sup>#,@</sup>	203.60±17.39* <sup>#,@</sup>	220.00±21.42* <sup>#,@</sup>	221.00±18.06* <sup>#,@</sup>						
		300	161.60±17.94	201.80±22.07* <sup>#</sup>	219.40±21.63* <sup>#,@</sup>	232.60±21.40* <sup>#,@</sup>	240.00±18.58* <sup>#,@</sup>						
LDH (ml/dl)	초급	100	257.40±34.63	302.80±33.00*	305.00±32.72*	296.40±32.20*	285.20±40.59	3.710 <sup>a</sup>	.026 <sup>a</sup>				
		200	273.80±22.44	306.20±34.99*	307.20±25.87*	294.00±38.36*	281.00±25.46						
		300	273.80±21.76	327.00±31.83* <sup>#</sup>	320.60±35.93* <sup>#</sup>	307.00±39.44* <sup>#</sup>	281.40±30.94						
	중급	100	274.40±18.46	287.40±32.46*	284.80±29.69*	279.60±28.86*	277.60±32.64			5.772 <sup>b</sup>	.004 <sup>b</sup>		
		200	280.00±20.98	296.00±32.54*	295.80±39.68*	287.20±35.68*	283.00±35.14						
		300	274.40±23.23	310.40±40.41* <sup>#</sup>	308.60±28.70* <sup>#</sup>	296.80±34.60* <sup>#</sup>	283.80±33.80						
	고급	100	273.80±21.76	327.00±31.83* <sup>@</sup>	320.60±35.93* <sup>@</sup>	307.00±39.44* <sup>@</sup>	281.40±30.94 <sup>@</sup>					16.457 <sup>c</sup>	.000 <sup>c</sup>
		200	269.80±21.16	293.00±38.95* <sup>#,@</sup>	291.80±34.61* <sup>#,@</sup>	283.80±39.11* <sup>#,@</sup>	277.00±30.82 <sup>@</sup>						
		300	278.00±25.43	305.80±30.47* <sup>#,@</sup>	290.60±34.59* <sup>#,@</sup>	294.80±40.57* <sup>#,@</sup>	283.40±28.97 <sup>@</sup>						

a:그룹; b:연습량; c:시기

\*:안정시에 대한 유의한 차이; #:100타에 대한 유의한 차이; @:초급에 대한 유의한 차이

있다는 것을 나타내고 있고, 특히 초급자에게는 아이언 샷 연습시에 비효율적인 근육의 사용 및 불필요한 근육의 동원으로 인해 근손상의 정도가 심하게 되었다고 추정된다. 따라서 연습량이 많아질수록 회복 기간도 늘어나야하며, 아이언 샷 연습시 초급, 중급, 고급 그룹 모두에게 과도한 연습은 근손상을 유발시킬 수 있기 때문에 적절한 연습이 요구된다.

본 연구에서 나타난 시기에 따른 혈중 CK의 변화에서는 회복4시간과 24시간 사이의 농도 차이를 제외하고는 모든 시기 간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났는데, 이러한 결과는 아이언 샷에 의하여 유도된 근손상은 회복 4시간 이후에서는 증가율이 급격하지 않거나 어느 정도 회복되기 시작했다고도 볼 수 있다. 이는 운동 후 48시간에 최고조를 보인 선행연구[5]와 48시간 이후에도 지속적으로 증가한 Clarkson 등 (1992)의 연구와는 약간 다른 결과를 보여주고 있는데, 그 이유는 이들 선행연구에서는 근손상을 유발하기 위한 수단으로 내리막 달리기와 같은 반복적인 신장성 수축이나 고강도의 근수축을 이용하였으며, 본 연구에서의 아이언 샷 동작에서는 이러한 움직임이 다소 덜하였기 때문이라고 사료된다.

근손상의 정도를 관찰하기 위하여 이용한 두 번째 지표물질인 LDH 농도는 연습 종료후 최고를 보이다 회복24시간 후 안정시 수준으로 회복하였으며, 숙련도가 낮을수록, 그리고 연습량이 많아질수록 LDH 농도는 높게 나타났는데, 초급과 중급, 100타와 200타 연습량 간에 차이는 없었지만, 고급그룹과 300타와 비교해서는 유의한 차이가 있었다. 이러한 결과는 혈중 근손상 지표물질인 LDH의 농도는 연습 종료 후 가장 높은 수치를 보이다 시간이 경과함에 따라 점차 감소되며, 중간정도의 숙련도와 연습량은 LDH 농도를 통계적으로 제한하는 요소는 아니라는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

혈중 LDH는 CK와 마찬가지로 근질환이나 구조적 손상을 가장 잘 반영한다고 알려져 있지만, LDH는 그 변화폭이 크지 않으며 CK와는 달리 운동 종료 후 회복이 빠르기 때문에 근손상의 정도가 크지 않을 경우 차이가 명확하게 나타나지 않을 수 있다. 또한 효소의 농도는 운동에 의한 자극 이외에도 에너지 대사 등 다양한 기전에 의해 영향을 받을 수 있으므로, 본 연구에서는 운동에 의한 변화폭이 상대적으로 적은 LDH의 경우 다른 요인들에 의하여 그 변화가 유의성을 갖지 못했다고 생각된다.

#### 혈중 무기인산, 젖산, 암모니아 농도

무기인산 농도는 <표 3>에 나타난 바와 같이, 통계분석 결과 연습량과 시기에서 주효과가 있었으나, 그룹간의 차이는 없었으며, 다른 유의한 상호작용도 없는 것으로 나타났다. 동일 연습량의 그룹간 비교에서는 초급, 중급, 고급그룹의 순으로 높은 수치를 보였으며, 동일 그룹별 연습량에 따른 비교에서도 연습량이 많아질수록 높게 나타났다. 무기인산 농도 역시 숙련도가 낮을수록, 그리고 연습량이 많아질수록 높게

나타나는 경향을 보였는데, 사후분석 결과 300타 연습조건에서 가장 높은 수치를 보였고( $p < .05$ ), 체혈시기별로 안정시와 운동종료시 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으나( $p < .05$ ), 회복30분에 안정시 수준으로 빠르게 감소되는 모습을 나타내었다.

젖산 농도는 <표 3>에 나타난 바와같이, 통계분석 결과 그룹과 시기에서만 주효과가 있었다. 젖산도 무기인산과 마찬가지로 숙련도가 낮을수록, 연습량이 많아질수록 높게 나타나는 경향을 보였는데, 사후분석 결과 모든 연습량 조건에서 초급과 비교해서 중급, 고급그룹의 수준이 낮게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 체혈시기별로도 역시 안정시와 안정시와 운동종료시 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으나( $p < .05$ ), 회복30분에 안정시 수준으로 빠르게 감소되는 모습을 나타내었다.

암모니아 농도 변화는 그룹, 연습량, 그리고 시기에서 주효과가 있었다. 사후분석 결과, 암모니아 역시 숙련도가 낮을수록, 연습량이 많아질수록 높게 나타나는 경향을 보였으며, 모든 조건에서 운동종료 후 가장 높은 수치를 보이다( $p < .05$ ), 회복30분에 안정시 수준으로 회복되었다.

각 그룹별 처치에 의한 혈중 피로물질인 무기인산, 젖산, 암모니아 농도 변화를 관찰한 결과 모든 그룹에서 연습종료 후 가장 높은 수치를 보이다 회복30분 시기에서 안정시 수준으로 회복되었으며, 숙련도가 낮을수록 그리고 연습량이 많아질수록 증가하는 경향을 보였다. 이같은 결과는 피로물질 농도는 운동 종료 시 최고를 보이고 이후 지속적으로 감소하는데 대부분의 운동에서는 이들 피로물질의 농도 수준이 회복 1시간 이내에 안정시 만큼 회복된다[14]는 연구와 일치하는 것이며, 이러한 이유로 운동 1시간 이후의 근육통(DOMS; delayed onset of muscle soreness)은 근육피로로 설명할 수 없다[21]는 한계성을 지니고 있다.

또한 본 연구에서 그룹 간 무기인산 농도 차이는 고급에서 가장 낮은 수치를 보였지만, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 CP 가수분해의 증감 또는 무기인산을 이용한 ATP 생성 시스템의 활성정도, 그리고 에너지 생성에 있어 해당과정 비율 등에서 차이가 나타나지 않았다는 것을 의미할 수도 있지만, 연습강도를 더 증가시킨다면 유의한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 일반적으로 동일한 운동종목에 있어서 숙련도가 높아질수록 상대적 강도는 낮게 받아들여져 type I muscle fiber(지근)의 동원비율이 증가한다고 생각할 수 있다. 이것은 type II muscle fiber(속근)의 동원비율 감소로 이어져 PNC cycle에 의한 무기인산 농도 감소와 해당과정을 통한 에너지 공급율의 감소를 가져올 수 있음을 의미한다.

무기인산과 다르게 젖산과 암모니아는 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 연습량에 있어서도 연습량이 많아질수록 증가하여 연습량 간에 통계적으로 유의한 차이가

표 3. 집단간 연습타수에 따른 시기별 혈중 피로물질 및 IGF-I 농도 변화(Mean±SD)

	그룹	연습량	안정시	운동종료	회복30분	F-값	P-값
무기인산 (mg/dl)	초급	100	3.54±0.18	4.26±0.31*	3.56±0.20	2.759 <sup>a</sup>	.067 <sup>a</sup>
		200	3.56±0.22	4.43±0.27*	3.49±0.22		
		300	3.51±0.24	4.68±0.35* <sup>#</sup>	3.63±0.20 <sup>#</sup>		
	중급	100	3.64±0.19	4.14±0.31*	3.55±0.21		
		200	3.45±0.22	4.27±0.23*	3.64±0.18		
		300	3.48±0.23	4.43±0.30* <sup>#</sup>	3.52±0.25		
	고급	100	3.43±0.27	4.05±0.35*	3.57±0.20		
		200	3.63±0.19	4.20±0.29*	3.56±0.27		
		300	3.52±0.24	4.45±0.29* <sup>#</sup>	3.62±0.20 <sup>#</sup>		
젖산 (mmol/L)	초급	100	1.62±0.36	5.45±0.52*	1.72±0.18	13.744 <sup>a</sup>	.000 <sup>a</sup>
		200	1.67±0.26	5.72±0.50*	1.74±0.21		
		300	1.61±0.17	5.99±0.43*	1.82±0.25		
	중급	100	1.55±0.21	5.63±0.49* <sup>@</sup>	1.78±0.21 <sup>@</sup>		
		200	1.81±0.18	5.06±0.47* <sup>@</sup>	1.79±0.20 <sup>@</sup>		
		300	1.71±0.19	4.87±0.41* <sup>@</sup>	1.76±0.21 <sup>@</sup>		
	고급	100	1.80±0.22	4.72±0.56* <sup>@</sup>	1.71±0.23		
		200	1.64±0.21	4.92±0.48* <sup>@</sup>	1.59±0.21 <sup>@</sup>		
		300	1.86±0.19	4.75±0.42* <sup>@</sup>	1.72±0.20 <sup>@</sup>		
암모니아 (umol/L)	초급	100	34.60±3.01	108.40±7.39*	35.80±2.56	11.161 <sup>a</sup>	.000 <sup>a</sup>
		200	32.20±2.56	133.60±8.09* <sup>#</sup>	34.20±1.94		
		300	33.60±1.85	147.40±9.26* <sup>#</sup>	36.60±2.42		
	중급	100	32.40±2.24	103.20±6.97* <sup>@</sup>	33.40±2.87 <sup>@</sup>		
		200	33.00±1.90	117.00±6.96* <sup>#,@</sup>	34.00±3.16		
		300	33.20±2.14	125.60±7.23* <sup>#,@</sup>	35.60±2.33 <sup>@</sup>		
	고급	100	33.60±2.06	100.20±8.35* <sup>@</sup>	33.40±1.85 <sup>@</sup>		
		200	32.80±2.48	110.00±5.97* <sup>#,@</sup>	34.20±2.14 <sup>@</sup>		
		300	34.00±2.45	119.20±8.80* <sup>#,@</sup>	35.00±2.28 <sup>@</sup>		
IGF-I (ng/ml)	초급	100	431.20±18.45	464.80±13.66*	434.60±14.9	4.413 <sup>a</sup>	.014 <sup>a</sup>
		200	435.00±11.80	472.40±13.37*	442.60±8.16		
		300	452.20±11.29	479.40±18.49* <sup>#</sup>	448.80±8.98 <sup>#</sup>		
	중급	100	446.80±15.55	465.40±18.51*	438.60±13.31		
		200	445.80±16.23	466.20±17.19*	448.80±10.17 <sup>#</sup>		
		300	444.80±13.79	482.00±17.66* <sup>#</sup>	445.80±11.41		
	고급	100	433.80±19.99	456.40±19.22*	437.00±11.15		
		200	444.00±8.74	466.20±13.30*	445.20±13.35 <sup>#</sup>		
		300	432.60±9.89	475.80±13.95* <sup>#</sup>	435.60±13.84		

a:그룹; b:연습량; c:시기

\*:안정시에 대한 유의한 차이; #:100타에 대한 유의한 차이; @:초급에 대한 유의한 차이

나타났다. 운동 중 혈중 암모니아 수치가 급격히 증가하는 현상으로 아미노산의 대사가 증가된다고 보기도 하지만, 강한 강도의 운동시 증가되는 대부분의 암모니아는 체내의 TAN(total adenine nucleotides) 양의 유지를 위해 진행되는 PNC cycle에서 생성되는 것이고, 아미노산의 대사에 의해 증가되는 암모니아 양은 일부로 보고 있다[22]. 즉, 운동 중 암모니아는 adenine nucleotide(ATP, ADP, AMP)가 IMP로 분해되는 과정(PNC cycle)에서 발생하는 것으로 여겨져 왔으며 이때 ATP 이용율이 ATP 재합성을 초과하는 경우라고

하였다[4]. 반면, 최대산소섭취량의 70%로 2시간 운동시켰을 때, 암모니아의 농도가 13-180umol/L까지 증가되었다고 보고하면서, 이러한 운동 강도에서는 아미노산의 에너지 기여가 증가한다고 했다[22]. 본 연구결과, 초급보다는 중급과 고급그룹에서 암모니아 농도는 운동하는 동안 낮게 나타났는데, 이는 장시간 운동시 나타나는 BCAA의 산화적 특성을 원인으로 제시할 수 있다. 즉, 초급그룹의 경우 장시간 운동으로 글리코젠은 감소하고 BCAA의 산화가 증가하게 되면 BCAA가 산화되는 과정에서 이용하는 크랩스 회로 중간자

인 a-ketoglutarate 농도는 감소하게 된다. a-ketoglutarate의 감소로 글루타메이트 역시 감소하게 되고 이는 글루타민 생성을 감소시킨다. 따라서 글루타민 생성과 함께 제거되어야 할 암모니아가 제거되지 못하고 혈중에 축적된 것으로 볼 수 있으며, 반면 중급과 고급그룹의 경우 숙련도 증가에 의한 상대적인 운동강도 감소효과로 암모니아 축적이 감소된 것으로 볼 수 있다.

**혈중 IGF-1, 크레아틴 농도**

IGF-I 농도 변화는 <표 3>에 나타난 바와같이, 그룹, 연습량, 그리고 시기에서 주효과가 있었다. 사후분석 결과, 초급과 고급그룹 간에 유의한 차이는 없었으며, 연습량에서는 운동종료시 100타와 300타 간에, 회복30분시 100타와 200타 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 채혈시기에 따른 차이는 모든 조건에서 운동종료 후 가장 높은 수준을 보이다(p<.05), 회복30분에 안정시 수준으로 회복되었다.

크레아티닌 변화는 <표 4>에 나타난 바와같이, 시기에서만 주효과가 나타났으며, 사후분석 결과, 안정시와 비교해서 운동종료시 통계적으로 유의한 차이가 있었으나(p<.05), 안정시와 회복24시간 간의 차이는 나타나지 않았다.

상대적인 운동 강도를 대변해 주는 도구로 사용할 수 있는 것이 혈중 인슐린 양성 인자-I(insulin like growth factor-I; IGF-I)이다. 장시간 운동을 수행할 경우 IGF-I 합성이 촉진되며[9], 근육에 주어지는 자극은 근손상과 피로를 유발시키기도 하지만 근 비대에 필수적인 IGF-I의 활성 역시 증가시키기 때문에 여러 선행연구[8,16,18]에서는 자극의 상대적인 크기 또는 근비대에 대한 효과를 알아보기 위하여 혈중 IGF-I 농도를 이용하여 왔다. 본 연구결과, 안정시에 비해 운동종료시 혈중 IGF-I 수치가 높게 나타났으며, 30분의 회복으로 안정시 수준으로 돌아왔다. 숙련도에 따른 IGF-I 농도 차이는 통계적으로 나타나지 않았지만, 연습량에 의한 차이는 300타 조건에서 가장 큰 수치를 보였고 통계적으로도 유의하였다.

근비대의 진행과정에는 국부의 위성세포(local satellite cell) 활성이 필수적인데[13], 국부 위성세포는 근초(sarcolemma)와 세포 외부 영역 사이에서 분열됨으로써 근비대가 이루어진다. 또한, 세포 외부 영역에서 IGF-I와 같은 면역단백체의 합성과 분비가 국부 위성세포 근처에서 촉진되며, 혈관을 따라 다른 조직에 국부적으로 작용하여 근세포가 성장하게 된다[18]. 이는 외부에서 주어지는 자극의 정도에 의해 혈중 발현도가 결정된다는 것을 의미하며, 이를 근거로 할 때 본 연구에서의 결과로부터 25분 정도의 연속적인 골프 아이언 샷 연습이 IGF-I를 유효하게 증가시킴을 알 수 있었으며, 숙련도에 따른 차이는 없다고 볼 수 있다.

크레아티닌은 크레아틴의 부산물로서 크레아티닌 형성은 골격근의 CP 농도와도 관련이 있기 때문에, 크레아티닌을 근력 향상을 추정하는 하나의 지표로 사용되고 있다. 안정시 일정 범위를 초과하는 크레아틴 농도는 크레아티닌의 형태로 전환되어 혈류로 유입되고 다시 신장을 통해 배출되는데 [10], 단시간의 고강도 운동 시 골격근에서 ATP 생성을 위한 이화작용에 의해 생성된다. 따라서 특정 운동수행 후 혈중이나 뇨의 크레아티닌 생성량을 측정하는 것은 ATP-CP system의 활성정도를 예측할 수 있는 지표가 될 수 있다[23]. 본 연구에서 아이언 샷 연습에 의한 크레아틴 이화작용의 정도를 관찰하기 위하여 혈중 크레아티닌 농도를 분석한 결과, 그룹이나 연습량에 따른 차이는 나타나지 않았지만, 채혈시기에 있어서는 안정시에 비해 운동종료 직후에 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하였다. 이는 숙련도와 연습량이 ATP-CP system의 활성 정도의 차이를 유도하지는 못한 결과였으며, 운동시 크레아틴 이화작용에 의해 생성된 크레아티닌은 운동 후 회복24시간 이내에 소변으로 배출되었음을 보여주는 결과라 할 수 있다.

본 연구를 통하여 아이언 샷 수행에 따른 혈중 근손상 지표물질, 피로물질, IGF-I, 크레아티닌 수준에 숙련도와 연습량이 부분적으로 영향을 미침을 알 수 있었다. 즉 근손상 지표물질인 CK와 LDH 농도 및 피로물질인 무기인산, 젖산, 암

표 4. 집단간 연습타수에 따른 시기별 혈중 크레아티닌 농도 변화(Mean±SD)

	그룹	연습량	안정시	운동종료	회복24시간	F-값	P-값		
크레아티닌 (mg/dl)	초급	100	1.07±0.07	1.15±0.10*	1.07±0.07	.952 <sup>a</sup>	.389 <sup>a</sup>		
		200	1.07±0.05	1.17±0.07*	1.06±0.04				
		300	1.08±0.22	1.18±0.06*	1.07±0.05				
	중급	100	1.07±0.02	1.14±0.06*	1.05±0.05				
		200	1.06±0.03	1.14±0.07*	1.09±0.04				
		300	1.09±0.05	1.17±0.06*	1.05±0.04				
	고급	100	1.08±0.05	1.15±0.07*	1.07±0.05			22.724 <sup>c</sup>	.000 <sup>c</sup>
		200	1.07±0.05	1.14±0.07*	1.08±0.09				
		300	1.08±0.05	1.16±0.07*	1.08±0.05				

a:그룹; b:연습량; c:시기

\*:안정시에 대한 유의한 차이; #:100타에 대한 유의한 차이; @:초급에 대한 유의한 차이

모니아는 숙련도가 높을수록 낮은 수준을 보였고, 연습량이 많을수록 높은 수준을 나타내었다. 하지만, 피로물질, 크레아티닌과는 달리 근손상 지표들은 회복4시간 후에도 안정시 수준으로 회복되지 못했으며, 특히 CK는 24시간 후에도 안정시 수준보다 높은 수치를 보여 개인의 체력과 기술특성을 고려한 연습량과 충분한 회복시간이 필요하며, 골프연습에서의 개별화된 훈련과 회복방법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구의 목적은 골프 숙련도에 따른 아이언 샷 연습량이 혈중 근 손상 지표물질과 피로물질 농도 변화에 미치는 영향을 분석하는데 있었으며, 남자골프선수 24명을 대상으로 초급(8명), 중급(8명), 고급(8명)으로 나누어 각각 다른 연습량(100, 200, 300타)으로 연습하는 동안 채혈시기별로 혈중 근손상 지표물질인 CK(creatinase), LDH(lactate dehydrogenase), 혈중 피로물질인 무기인산, 젖산, 암모니아, 그리고 IGF- I (insulin like growth factor-I)과 크레아티닌의 수준차이를 비교하였다. 그 결과, 운동하는 동안 피로물질과 근손상 지표, 크레아티닌은 숙련도가 높을수록 낮은 수준을 보였으며, 연습량이 증가됨에 따라 높은 수준을 나타내었다. 회복시 피로물질과 크레아티닌은 운동종료 후 빠르게 회복되었으나, 근손상 지표, 특히 CK는 24시간이 지난 후에도 회복되지 못한 결과를 보였다. 따라서, 골프연습도 격렬한 운동과 마찬가지로 근손상과 상해를 예방하기 위해서는 개인의 숙련도와 연습량에 따라 차별화된 훈련과 회복방법을 고려해야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Alessio, H. M., O. Hanninen, L. Packer and C. K. Sen. (Eds.). 2000. *Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise*. pp. 115-128. Elsevier. Amsterdam.
- Appel, R. S. and M. A. Rogers. 1986. Skeletal muscle lactate dehydrogenase isozyme alterations in man and women marathon runners. *Journal of Applied Physiology* **61**, 477-481.
- Avery, N. G., J. L. Kaiser, M. J. Sharman, T. P. Scheett, D. M. Barnes, A. L. Gomez, W. J. Kraemer and J. S. Volek. 2003. Effects of vitamin E supplementation on recovery from repeated bouts of resistance exercise. *Journal of strength and conditioning research* **17**(4), 801-809.
- Buono, M. J., T. R. Crlancy and J. R. Cook. 1984. Blood lactate and ammonia ion accumulation during graded exercise in humans. *Journal of applied physiology* **5**, 582-586.
- Byrnes, W. C., P. M. Clarkson and J. S. White. 1985. Delayed onset muscle soreness following repeated bouts of downhill running. *Journal of applied physiology* **59**, 710-715.
- Child, R. B., D. M. Wilkinson and J. L. Fallowfield. 2000. Effects of a training paper on tissue damage indices, serum antioxidant capacity and half-marathon running performance. *International journal of sports medicine* **21**, 325-331.
- Clarkson, P., M. K. Nosaka and B. Braun. 1992. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine and science in sports and exercise* **24**, 512-520.
- Deschenes, M. R. and W. J. Kraemer. 2002. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American journal of physical medicine and rehabilitation* **81**(11), S3-16.
- Fan, R. R. and J. L. Hodgson. 1994. Effect of resistive training on plasma lipid of lipoprotein levels in male adolescents. *The Journal of pediatrics* **111**(6), 926-931.
- Harris, R. C., K. Soderlund and E. Hultman. 1992. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical science (Lond)* **8**, 367-374.
- Jennifer, M. S. and B. B. Jeffrey. 2001. Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. *Nutrition* **17** 809-814.
- Mastaloudis, A., T. W. Yu, R. P. O'Donnell, B. Frei, R. H. Dashwood and M. G. Traber. 2004. Endurance exercise results in DNA damage as detected by the comet assay. *Free radical biology and medicine* **15**;36(8), 966-975.
- Mauro, A. 1961. Satellite cell of skeletal muscle fibers. *The Journal of biophysical and biochemical cytology* **9**, 493-494.
- Miller, P. C., S. P. Bailey, M. E. Barnes, S. J. Derr and E. E. Hall. 2004. The effects of protease supplementation on skeletal muscle function and DOMS following downhill running. *Journal of sports sciences* **22**(4), 365-372.
- Paik, I. Y., D. S. Han, T. S. Park, Y. S. Kwak, S. H. Suh, H. E. Jin, Y. I. Kim and J. H. Woo. 2006. The Effect of Phellinus linteus and Cordyceps militaris Supplementation on Blood Fatigue Element Changes and Antioxidant System During Exercise. *Journal of Life Science* **16**(7). 1090-1096.
- Park, I. R. 2004. The effects of complex exercise program on body composition, growth hormone and IGF-I of obese girls in middle school. *The Korean Journal of Physical Education* **43**(6). 419-427.
- Sacheck, J. M., P. E. Milbury, J. G. Cannon, R. Roubenoff and J. B. Blumberg. 2003. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. *Free radical biology and medicine*. **15**;34(12), 1575-1588.
- Sara, V. R. and K. Hall. 1990. Insulin-like growth factors and their binding proteins. *Physiological reviews* **70**, 591-614.
- Schillinger, A., D. Koenig, C. Haeefe, S. Vogt, L. Heinrich, A. Aust, H. Birnesser and A. Schmid. 2006. Effect of manual lymph drainage on the course of serum levels of muscle enzymes after treadmill exercise. *American journal of physical medicine and rehabilitation* **85**(6), 516-520.
- Schwane, J. A., S. R. Johnson and C. B. Vandenakker. 1983. Delayed-onset muscular soreness and plasma CPK and LDH activities after downhill running. *Medicine and*

- science in sports and exercise* **15**, 51-56.
21. Vickers, A. J., P. Fisher, C. Smith, S. E. Wyllie and G. T. Lewith. 1997. Homoeopathy for delayed onset muscle soreness: a randomised double blind placebo controlled trial. *British journal of sports medicine* **31(4)**, 304-307.
  22. Wagenmakers, A. J. M., E. J. Beckers, F. Brouns, H. Kuipers, P. B. Soeters, G. J. van der Vusse and W. H. M. Saris. 1991. Carbohydrate supplementation, glycogen depletion, and amino acid metabolism during exercise. *American Journal of Physiology* **260(6)**, E883-890.
  23. Williams, M. H. 1998. Nutritional ergogenics and sports performance. *Physical Activity and Fitness Research Digest* **3(2)**, June.