

근대5종 선수의 경기력 수준별 복합경기 수행비교

김영선¹, 윤재량¹, 허 선²

¹한국체육대학교 체육학과, ²강원대학교 스포츠과학부

Comparison of New Combined Event Performance by Performance Level in Modern Pentathlon Athletes

Young-Sun Kim¹, Jae-Ryang Yoon¹, Sun Hur²

¹Department of Physical Education, Korea National Sport University, Seoul; ²Department of Sports Science, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

PURPOSE: The purpose of this study was to provide basic data for a training program that could improve athletic performance by comparing the new combined event results through the GPS analysis with 9 high level (n=9) and low level (n=7) divided by performance level in male modern pentathlon athletes.

METHODS: Subjects were wearing the ultra portable GPS receiving device in the back and chest.

RESULTS: The result of this study was showed that the overall new combined event performance, total running, total shooting and transition time had statistically significant differences, and that the high level athletes were more rapid than the low level athletes. Each phases running time and running velocity showed that it was the fastest in the 1 phase and was the slowest in the 3 phase.

CONCLUSIONS: In conclusion, the records of the high level athletes those had relatively short shooting time was more decreased than that of the high level athletes in the overall combined event performance recode. Therefore, the training program which combine highly trained shooting technology and strong concentration training should be made for low level athletes.

Key words: Modern pentathlon, New combined event, High level, Low level, GPS

서 론

스포츠에서 과학과 기술이라는 두 개의 원동력은 경기 결과에 미치는 가장 중요한 요소들이며 두 영역은 그 자체만으로 경기력의 미래를 형성한다[1]. 과거 스포츠 경기력이 경기 결과에 의한 승패에 주로 초점이 맞추어져 있었다면 근래에는 생리, 심리, 생체역학 등 다양한 분야의 과학적이고 객관적인 분석방법에 의해 경기력이 평가되고 있다. 게다가 경기전략 및 전술 등 복잡한 상호관계에 의해 경기결과를 예측하기가 매우 어렵기 때문에 첨단 과학적인 도구를 이용한 경기분석이 엘리트 스포츠 코칭 과정에서 매우 중요한 부분으로 평가되고 있다[2].

이러한 경기분석의 기술 중 하나가 위성항법시스템(Global Positioning System, GPS) 수신기로 스포츠에 적용되고 있다. 위성추적 GPS 장치는 이제 선수의 운동 패턴 및 신체활동에 대한 자세한 정보를 제공하기 위해 시합과 훈련기간 동안 착용할 수 있게 되었다[3]. GPS 장비를 통해 기본적으로 측정되는 기록들은 선수 개인별 이동과 관련한 속도, 거리 및 심박수 등의 1초 단위로 저장된 정보들로 경기 종료 후에는 물론 경기 중에도 모니터가 가능한 것이 장점이다[4]. 과거에 개발된 GPS 장비들은 선수들이 착용하기에는 다소 큰 크기, 짧은 수명의 배터리, 정확하지 않은 거리 측정 등에 문제가 있어왔던 것이 사실이다[2].

근대5종 경기는 펜싱(예페), 수영(자유형 200 m), 승마(장애물 경기),

Corresponding author: Sun Hur Tel +82-33-250-6780 Fax +82-33-259-5780 E-mail letssunny@kangwon.ac.kr

* 이 논문은 2015년도 한국체육대학교 자체과제 지원을 받아 수행된 연구임.

Keywords 근대5종, 복합경기, 상위선수, 하위선수, 위치정보시스템

Received 14 Aug 2016 Revised 27 Oct 2016 Accepted 11 Nov 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.

복합경기(사격 5발+800 m 달리기, 반복 4회) 종목으로 이루어진 경기이며, 다섯 가지 종목의 기록을 합산하여 겨루는 복합스포츠이다[5].

근대5종과 관련하여 수행된 연구들을 살펴보면 트레이닝 방법이 수영 및 육상 경기력에 미치는 영향[6-10], 선수들의 체격, 체력, 기초대사량에 관한 비교[11-13], 펜싱경기에서의 경기기술유형 분석[14], 사격에서의 심리적 기술특성[15] 등 다양한 연구들이 진행되었으나 아직 세부종목과 경기력의 관계를 파악하기에는 한계가 있다.

근대5종의 종목 중 복합경기는 동계스포츠인 바이애슬론과 비슷한 경향을 가지며 달리기 기록과 사격점수보다는 달리기 이후 사격으로의 조준 자세가 얼마나 빠르고 정확하게 이루어지는가가 순위를 결정하는 데 중요한 역할을 한다[16].

축구, 하키 등 팀 스포츠 내의 개인 선수에 대한 체력적 분석의 하나로써 선수 개인별 휴대용 GPS 수신기가 스포츠 응용프로그램에 활용되고 있는 추세이며, 국제경기에서도 실시간 경기분석의 즉각적인 피드백으로 경기전술 응용에 중요하게 활용되고 있다[1,17]. 이렇듯 축구, 하키 등 특정 종목의 경기분석에 대한 활발한 움직임에 비해 근대5종에서 GPS를 활용한 연구는 전무하다. 더구나 최근 개정에 의한 복합경기에서 달리기 기록과 사격시간에 의한 경기력 결정요인이 달리기 기록에 의한 것인지 아니면 사격시간 단축에 의한 것인지에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 이 연구에서는 엘리트 근대5종 선수들을 대상으로 복합경기 수행이 경기력에 미치는 영향을 분석하여 효율적인 체력육성 방향의 기초적인 자료를 제공하는 데 본 연구의 목적이 있다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 대한근대5종 연맹에 소속되어 있으며 국내, 국제경기에서 상위입상을 한 K 대학교의 남자선수들 중 경기력 수준에 따라 High level 9명, Low level 7명으로 구분하였다. 올림픽 경기대회와 세계선수권대회를 포함한 국제대회에 입상 경험이 있는 선수들을 High level로, 전국대회 규모 이상의 근대5종 시합에 출전 경험이 있는 선수들을 Low level로 구분하여 비교하였다. 연구에 참여한 선수들은 강도 높은 훈련프로그램을 수행하면서 국제 및 국내대회를 준비하고

Table 1. Subject characteristics

Variables	High level (n=9)	Low level (n=7)	t
Age (year)	20.4±.9	21.4±2.3	-1.186
Height (cm)	176.0±5.2	177.0±5.9	-.361
Weight (kg)	66.7±4.8	69.0±5.7	-.893
Career (year)	8.6±1.7	9.9±2.3	-1.302

Values are means and SD.

있으므로 연구시작 전에 연구의 취지와 절차에 대하여 코칭스태프와 선수들에게 설명하였고, 검사동의서에 서명하고 자발적으로 참여하고자 하는 자만 선정하였다.

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 연구절차

1) 실험처치

실험은 2015년 11월 27일 K 대학교 운동장에서 오전 9시 30분에 실시하였다. 실험 당일의 기온은 -7.3-2℃, 풍향 서북서풍, 풍속 2.9 m/sec, 습도 40%인 흐린 날씨에서 진행되었다.

근대5종의 복합경기는 사격 5발을 명중시킨 뒤 800 m를 뛰어와서 다시 사격을 하며 이를 4회 반복하였다. 사격 5발을 명중시키기 전까지는 출발하지 못하며 50초 동안의 무제한 사격이다.

2) GPS 분석

근대5종 선수들의 복합경기 중 체력 유형의 요인들을 산출하기 위해 최첨단 위성추적기술을 초소형 휴대용 GPS 수신 단말기(SPI Elite, GPSports system, Canberra, Australia)에 구현하여 개발한 기자재를 사용하였다. 대상자 모두 GPS 조끼를 입고 GPS 수신기(가로 2.5 cm, 세로 5 cm, 두께 2 cm, 무게 100 g)를 선수들 등 뒤와 가슴에 착용하도록 하였다. 실험 후 GPS 기기에 자동으로 저장된 정보는 전용 단말기 및 소프트웨어(Team AMS, GPSports Ltd, Australia)를 거쳐 개인용 컴퓨터에 저장한 후 분석하였다. 구간별(1구간 0-800 m, 2구간 800-1,600 m, 3구간 1,600-2,400 m, 4구간 2,400-3,200 m)로 구분하여 전체 복합경기 수행시간, 총 달리기 시간, 구간별 달리기 시간, 구간별 달리기 속도, 총 사격시간, 구간별 사격시간, 전환시간(달리기 이후 사격 사대에 들어간 시간)을 측정지표로 하였다.

3. 자료처리방법

통계적 자료 분석을 위해서 SPSS version 23.0을 사용하였다. 경기력 수준 그리고 구간별에 따른 종속변인들의 차이를 알아보기 위하여 이원변량분석(two-way measure ANOVA)을 실시하였다. 상호작용효과 및 주 효과에서 통계적으로 유의한 차이가 있을 경우 사후검증으로 Duncan 및 독립 t-test를 이용하여 그 차이를 알아보았다. 통계적 유의수준 (α)은 5%로 설정하였으며, 모든 자료는 평균과 표준편차로 제시하였다.

연구 결과

1. 전체 복합경기 수행시간, 총 달리기 시간, 총 사격시간 및 전환시간 비교

전체 복합경기 수행시간($p<.01$), 총 달리기 시간($p<.05$), 총 사격시

Table 2. Mean (\pm SD) values for running time during the four running phases in the new combined event

	Running time (sec)				Group	F		Duncan
	1	2	3	4		Time	Group \times Time	
High level	164.7 \pm 6.3	170.8 \pm 6.1	175.0 \pm 8.4	165.9 \pm 8.7	14.197***	4.424**	0.087	1,4 < 2,3
Low level	172.7 \pm 8.7	178.7 \pm 7.0	180.9 \pm 9.8	174.4 \pm 8.9				NS
t	-2.151	-2.412	-1.289	-1.932				
p	.049	.030	.218	.074				

** $p < .01$, *** $p < .001$ (by two-way ANOVA).

Table 3. Mean (\pm SD) values for running velocity during the four running phases in the new combined event

	Running velocity (km h ⁻¹)				Group	F		Duncan
	1	2	3	4		Time	Group \times Time	
High level	18.1 \pm 5	17.6 \pm 5	17.2 \pm 8	18.0 \pm 7	14.313***	5.072**	0.013	3,2 < 4,1
Low level	17.4 \pm 8	16.9 \pm 6	16.6 \pm 1.0	17.3 \pm 7				NS
t	2.166	2.419	1.41	1.893				
p	.048	.030	.180	.079				

** $p < .01$, *** $p < .001$ (by two-way ANOVA).

Table 4. Mean (\pm SD) values for shooting time during the four shooting sessions in the new combined event

	Shooting time (sec)				Group	F		Duncan
	1	2	3	4		Time	Group \times Time	
High level	16.1 \pm 9.7	22.0 \pm 7.5	21.6 \pm 14.5	17.8 \pm 9.0	21.600***	0.4	0.527	NS
Low level	35.8 \pm 15.4	30.9 \pm 12.8	37.0 \pm 17.9	31.4 \pm 10.1				NS
t	-3.136	-1.735	-1.909	-2.849				
p	.007	.105	.077	.013				

*** $p < .001$ (by two-way ANOVA).

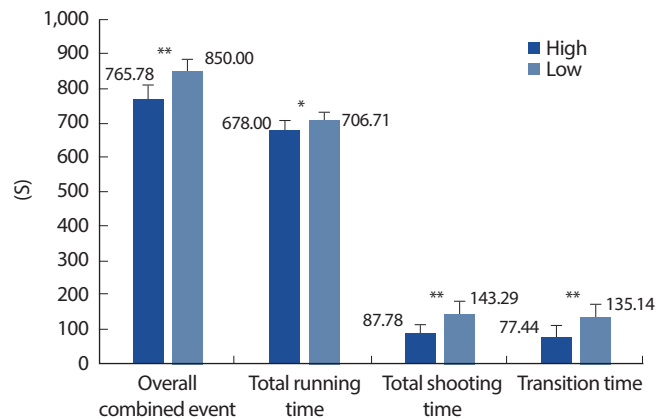


Fig. 1. Comparison of overall new combined event, total running time, total shooting time and transition time. * $p < .05$, ** $p < .01$; significantly different from High and Low level.

간($p < .01$) 및 전환시간($p < .01$) 모두 High level 선수들과 Low level 선수들 간에 유의한 차이가 있었다. T-test 결과 High level 선수들이 Low level 선수들보다 각각 84.2초, 28.7초, 55.5초, 57.7초 더 빠른 것으로 나타났다(Fig. 1).

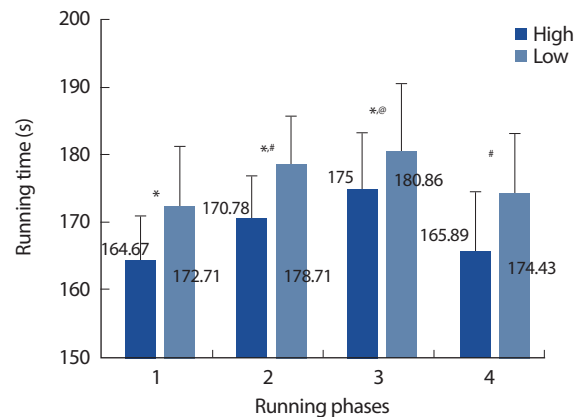


Fig. 2. Comparison of running time over four running phases in the new combined event. * $p < .05$; significantly different from High and Low level; # $p < .05$; significantly different from 1 phase; @ $p < .05$; significantly different from 2 and 4 phases.

2. 구간별 달리기 시간, 달리기 속도 및 사격시간 비교

구간별 달리기 시간, 달리기 속도, 사격시간 모두 상호작용효과는 없었다. 주 효과 분석결과, 구간별 달리기 시간($p = .000$)과 달리기 속도($p = .000$)는 High level 선수들과 Low level 선수들 간에 유의한 차이가

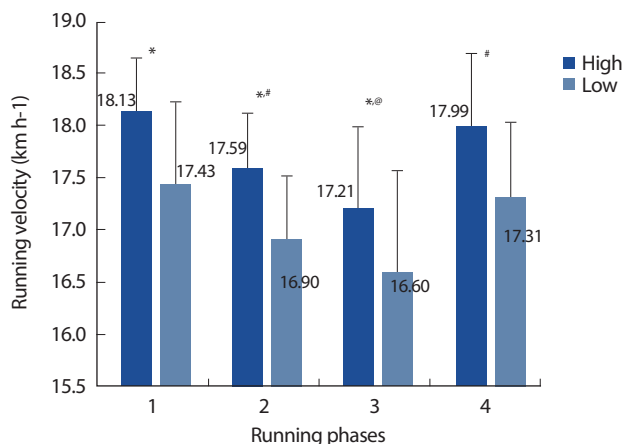


Fig. 3. Comparison of running velocity over four running phases in the new combined event. * $p < .05$; significantly different from High and Low level; # $p < .05$; significantly different from 1 phase; @ $p < .05$; significantly different from 2 and 4 phases.

있었으며, 구간별($p = .007, p = .004$)로도 유의한 차이가 있었다. 달리기 시간의 집단별 사후검정결과 High level 선수들은 1구간과 4구간이 2구간과 3구간보다 단축된 것으로 나타났으며($F = 3.612, p = .024$), Low level 선수들은 구간별로 차이가 없었다. 달리기 속도의 집단별 사후검정결과 High level 선수들은 1구간과 4구간이 2구간과 3구간보다 빠른 것으로 나타났으며($F = 3.812, p = .019$), Low level 선수들은 구간별로 차이가 없었다. 구간별 사격시간($p = .000$)은 High level 선수들과 Low level 선수들 간에 유의한 차이가 있었으나 구간별로는 유의한 차이가 없었다(Tables 2-4) (Fig. 2-4).

논 의

근대5종 경기에서의 복합경기는 달리기와 사격이 순차적으로 연속해서 이루어지는 종목으로 심폐지구력, 근지구력 등의 체력요소와 집중력이 요구된다[5]. 최근 개정된 복합경기는 근대5종 선수만의 특수성을 잘 반영하고 있다. 복합경기의 경기력은 달리기의 속도와 사격의 빠른 명중률에 비례한다. 따라서 달리가 빠르다고 해도 사격의 명중률이 높지 않다면 더 나은 경기력의 향상을 가져올 수 없으며 사격의 명중률은 사대에 들어간 상태에서 다양한 상황에 따라 좌우되므로 달리기 기록의 향상과 함께 도착하여 사격으로 전환 시 최적의 조건을 갖추기 위한 다양한 훈련방법을 실시하고 있다[18,19].

36명의 근대5종 선수들을 대상으로 전체 월드컵 랭킹과 근대5종 종목 간의 상관관계를 살펴본 Le Meur et al. [20]의 연구에서 승마($r = .67, p < .001$)가 가장 높은 상관을 보였으며, 흥미롭게도 수영($r = .28, p < .05$)과 펜싱($r = .41, p < .001$)보다 복합경기($r = .55, p < .001$)가 더 높은 상관을 보였다는 점에 주목할 필요가 있다.

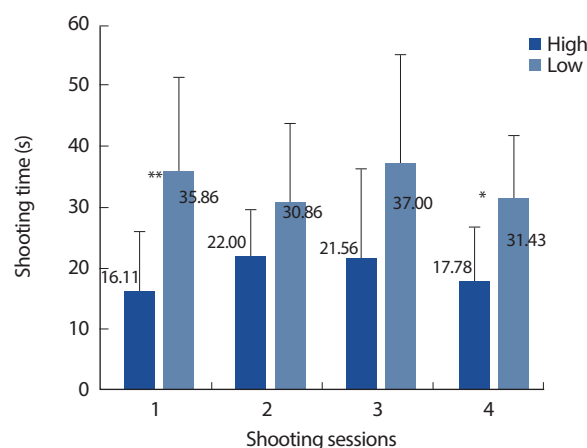


Fig. 4. Comparison of shooting time over four shooting sessions in the new combined event. * $p < .05$, ** $p < .01$; significantly different from High and Low level.

본 연구결과 전체 복합경기 수행시간, 총 달리기 시간, 전환시간, 구간별 달리기 시간 및 달리기 속도 모두 High level 선수들과 Low level 선수들 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 집단 간에 유의한 차이가 나타난 것은 당연한 결과이며 그보다는 High level 선수들 및 Low level 선수들의 경기력이 어느 정도 수준인지 알아보고 이에 대한 정확한 자료를 확보하는 것이 선수의 기록을 관리하는 데 있어 주요한 요인이 될 수 있다. 이를 위해서 종합적이고 체계적인 기록의 비교가 반드시 이루어져야 할 필요가 있다. 경기력에 따른 선수들의 기록을 비교하여 제시한다면 차후의 기록 수준을 예상할 수 있으며 이를 근거로 훈련목표 설정, 각 종목별 훈련 비중을 계획하는 데 중요한 자료로 활용할 수 있기 때문이다.

본 연구에서 나타난 High level 선수들은 비교적 빠른 속도와 높은 강도에서 지속할 수 있는 체력적 능력을 지닌 것을 확인할 수 있었다. 최근 근대5종 선수들은 복합경기의 마지막 단계에서 스피드를 증가시키는 negative-split [21]을 채택하고 있다. 본 연구결과 High level 선수들은 1구간과 4구간에서 달리기 속도가 2구간과 3구간의 달리기 속도보다 빠른 것으로 나타났으며 이는 달리기 시간의 단축으로 이어졌다. 특히 마지막 4구간에서 달리기 속도가 증가(예: 전속력으로 달리기)하는 것은 복합경기 내내 페이스가 지속적으로 변화함을 보여주는 것이다[20].

달리기에서 3,200 m를 10분 이내에 주파해야 세계기록 수준에 도달할 수 있다. 그러나 우리 선수들 중 달리기 기량이 출중한 몇몇 선수들을 제외하면 세계기록과 가장 큰 격차가 나타나는 종목이기도 하다. 세계적인 선수들에 비해 체력에 열세를 보이는 우리나라 선수들이 최선의 기량을 발휘하기 위해서는 종일 참가해야 하는 경기를 정상적인 컨디션에서 소화할 수 있는 강인한 체력이 요구되며 특히, 세계적 수준의 선수들과 경쟁하기 위해서는 복합경기 종목의 기록 향상을 위해 혼

련을 계획하는 것이 우선적으로 선행되어야 한다[22]. 따라서 근력을 보강하고 스피드 전환, 스피드 유지의 체력훈련을 강화하는 동시에 훈련 중 자신의 페이스를 조절할 수 있는 감각적 훈련도 동시에 이루어져야 할 것이다.

Le Meur et al. [23]은 느린 속도로 달릴 때보다 빠른 속도로 달릴 때 사격으로의 전환시간에 영향을 주어 피로가 빨리 감소되며 결과적으로 사격 수행 기록이 더 좋아진다고 하였다. 본 연구에서도 전체 복합경기 수행시간 기록에서 상대적으로 총 사격시간이 짧았던 High level 선수들이 Low level 선수들보다 좀 더 기록 단축에 영향을 미친 것으로 생각된다. 특히 1구간과 4구간에서 달리기 속도가 빠르면서도 사격의 정확성이 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 High level 선수들이 Low level 선수들보다 높은 사격 명중률을 보이고 있음을 의미한다. Le Meur et al. [20]은 세 집단(Top, Middle, Bottom)의 선수들 간에 총 달리기 시간에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 그 이유로 달리기 스피드와 사격으로의 전환시간이 집단 간에 뚜렷하게 구별되지 않았기 때문이라고 하였다. 오히려 총 사격시간이 운동수행능력의 주된 구별요인이라고 하였는데 Top 선수들은 복합경기 수행 동안 총 사격시간이 Middle 선수들보다 23초 그리고 Bottom 선수들보다 31초 더 빠른 것으로 나타났다. 이와 더불어 Top 선수들은 필드에서 다른 경쟁자들과 비교되는 상황에서 오히려 전체적인 사격 정확도가 더 높아져 총 사격시간에 영향을 미치게 된다고 하였다.

우수한 선수들일수록 첫 번째 사격구간에서 사격 수행 시에 집중력이 높아져 좀 더 짧은 전환시간을 가진다는 연구결과[20]과 유사하게 본 연구에서도 High level 선수들은 복합경기 수행 동안 총 사격시간이 Low level 선수들보다 55.5초 더 빠른 것으로 나타났으며, 전체 구간 중 1구간에서 High level 선수들이 Low level 선수들보다 29.8초로 다른 구간보다 가장 사격시간이 단축된 것으로 나타났다.

한편 Le Meur et al. [20]은 첫 번째 사격구간에서는 Top 선수들과 Middle, Bottom 선수들 간에 유의한 차이를 보고하였으나 2구간과 3구간에서는 선수들 간에 유의한 차이가 없었다고 하였다. 그 원인으로 첫 번째 구간과 비교하여 마지막 2, 3구간은 달리기와 관련한 피로의 영향이 없거나 사대에 들어간 상태에서 사격의 지연이 증가된 오직 사격수행의 감소에 의한 때문이라고 설명하였다. 본 연구결과에서도 1구간과 4구간에서는 선수들 간에 유의한 차이가 나타났으나 2구간과 3구간에서는 선수들 간에 유의한 차이가 나타나지 않아 위의 선행연구 결과와 일치하였다.

800m의 거리를 달리고 와서 바로 사격을 해야 하기 때문에 단지 사격만을 할 때와는 다르게 강한 집중력, 팔의 근지구력, 신체의 밸런스가 경기력을 위한 중요한 요인이 될 수 있다. 복합경기 중 달리기와 관련된 경기력 향상 트레이닝은 800m씩 끊어서 달리기 때문에 power 및 지구력이 필요하다. Low level 선수들은 총 사격시간, 전환시간 및

구간별 사격시간 모두 High level 선수들보다 느리며 이로 인한 결과가 경기력 수행결과에 영향을 미치므로 정조준이 빨리 이루어질 수 있도록 하는 반복훈련과 빠른 400m 달리기를 한 후 바로 사격연습을 반복적으로 실시해서 연결되는 부분에 대한 적응력을 높이는 트레이닝을 강화시킬 필요가 있다고 여겨진다.

기능수준이 우수한 선수들일 경우 선수들의 훈련과정에 체계적인 심리적 기술 훈련과정이 없음에도 불구하고 우수선수집단은 나름대로 심리적 기술을 습득한 것으로 보이며 이에 비해 비 우수선수들은 같은 시간을 훈련함에도 결정적 순간에 심리적 기술의 미흡으로 시합의 중요한 포인트나 흐름을 놓치게 되어 결과적으로 경기력 수준의 저하로 나타나게 된다[15].

우수한 선수들일수록 첫 번째 사격구간에서 사격 수행 시에 집중력이 높아져 좀 더 짧은 사격시간을 보인다는 연구결과[20]과 유사하게 본 연구에서도 처음 1구간에서 High level 선수들과 Low level 선수들 간에 유의한 차이가 나타났다. 또한 마지막 4구간에서도 High level 선수들과 Low level 선수들 간에 유의한 차이를 보였다.

비록 본 연구에서는 심리적인 분석을 실시하지 않았기 때문에 구체적인 근거를 제시할 수는 없지만 복합경기를 수행하는 동안 Low level 선수들 몇몇은 처음 1구간에서 많이 긴장한 듯 손에 묻은 땀을 닦고 다시 조준자세를 취하는 행동을 보였고, 마지막 4구간에서는 자신감이 많이 떨어지는 모습을 보이기도 하였다. 사격의 경우 선수 간 가장 큰 격차가 나타나는 종목이므로 Low level 선수들은 고도의 격발기술과 강인한 심리훈련으로 대회마다 경험하게 되는 다양한 환경적인 요인에 있어 자신감을 확보할 수 있는 훈련이 선행되어야 할 것으로 생각된다. 또한 달리기와 복합적으로 이루어지는 경기인 만큼 강인한 집중력 훈련이 이루어져야 한다. 즉, 체력훈련뿐만 아니라 시합 전 심상훈련을 통한 사격행위의 정립과 첫 경기에 대한 긴장 정도를 최소화시켜 시합에 대한 집중력을 발휘할 수 있도록 해야 할 것이다.

결론

본 연구에서는 국내 정상급 남자 근대5종 선수 16명을 경기력 수준에 따라 High level 선수들과 Low level 선수들로 구분하여 복합경기를 수행한 후 GPS 분석을 통해 나타난 결과를 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

전체 복합경기 수행기록에서 총 달리기 시간, 전환시간 및 상대적으로 총 사격시간이 짧았던 High level 선수들이 Low level 선수들보다 좀 더 기록이 단축되었다. 또한 구간별 달리기 시간과 달리기 속도에서 High level 선수들이 Low level 선수들보다 1구간과 4구간이 2구간과 3구간보다 더 빠른 것으로 나타났다. 그러므로 Low level 선수들은 파워 및 지구력을 높이기 위한 적합한 훈련시간 및 훈련방법 등의 설정에

있어서 이들 두 운동능력 간의 적정비율을 고려하여야 한다. 또한 고도의 격발기술과 첫 경기에 대한 긴장 정도를 최소화시켜 시합에 대한 집중력을 발휘할 수 있도록 강인한 심리훈련으로 자신감을 확보할 수 있는 훈련이 선행되어야 할 것으로 생각된다.

이 연구가 비록 짧은 기간에 수행된 관계로 한국 근대5종 선수들의 총체적인 분석에는 미치지 못하였다고 판단되지만 GPS를 사용한 실제적인 분석이었다는 점에 의의를 두고자 한다. 우수한 선수들과의 각종목별 개인차를 비교하고 장단점을 파악하여 보완된 프로그램을 개발하는 후속연구가 이루어져야 할 필요가 있겠다.

REFERENCES

1. Jennings D, Cormack SJ, Coutts AJ, Aughey RJ. GPS analysis of an international field hockey tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2012;7(3):224-231.
2. MacLeod H, Morris J, Nevill A, Sunderland C. The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of Sports Sciences* 2009;27(2):121-128.
3. Witte TH, Wilson AM. Accuracy of WAAS-enabled GPS for the determination of position and speed over ground. *Journal of Biomechanics* 2005;38(8):1717-1722.
4. Bonner MR, Han D, Nie J, Rogerson P, Vena JE, et al. Positional accuracy of geocoded addresses in epidemiologic research. *Epidemiology* 2003;14(4):408-412.
5. Dadswell C, Payton C, Holmes P, Burden A. The effect of time constraints and running phases on combined event pistol shooting performance. *Journal of Sports Sciences* 2016;34(11):1044-1050.
6. Kim DH, Kim SJ, Choi JH. Effects of reduced training on performance of swimming, running and POMS in modern pentathletes. *The Korean Journal of Sport* 2015;13(1):79-86.
7. Kim JS, Kim YS, Eo SJ, Kim HS. Effect of resistance training patterns on run and swim recode in modern pentathletes. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2007;29:317-325.
8. Lee CH, Jang KT. Short [turn plyometric training on 1,000 m running performance and explosive power in modern pentathlon athletes. *The Korean Journal of Sport* 2013;11(2):195-203.
9. Choi JH, Han JP. Effects of training method on fatigue material and performance of swimming, running in modern pentathlon athletes. *The Korean Journal of Physical Education* 2007;46(3):461-472.
10. Raastad T, Bjoro T, Hallén J. Hormonal responses to high and moderate intensity strength exercise. *European Journal of Applied Physiology*

- 2000;82(1-2):121-128.
11. Kang DW, Yoo DS, Chung BC. A comparison between men's elite decathlon and modern pentathlon players' basal physical fitness and specialized physical fitness. *The Korean Journal of Sport* 2012;10(3):139-148.
12. Cech P, Maly T, Mala L, Zahalka F. Body composition of elite youth pentathletes and its gender differences. *Sport Science* 2013;6(2):29-35.
13. Loureiro LL, Fonseca S, Jr Castro NG, Dos Passos RB, Porto CP, et al. Basal metabolic rate of adolescent modern pentathlon athletes: agreement between indirect calorimetry and predictive equations and the correlation with body parameters. *PLoS ONE* 2015;10(11):e0142859.
14. Kim YS, Kim JS, Kim CB. The analysis of game technical pattern in fencing of modern pentathlon. *Korean Journal of Sport Science* 2004;15(4):195-205.
15. Kim YS. The study on the characteristics of psychological skills of modern pentathlon athletes. *The Korean Journal of Sport* 2001;40(3):161-169.
16. Manfredini F, Malagoni AM, Litmanen H, Zhukovskaja L, Jeannier P, et al. Blood parameters and biathlon performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2009;49(2):208-213.
17. Barros RM, Misuta MS, Menezes RP, Figueroa PJ, Moura FA, et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science & Medicine* 2007;6(2):233-242.
18. Yoon IM. Effects of fartrek training on combined performance in modern pentathletes [thesis]. Seoul: Korea National Sport University 2010.
19. Deane RS, Chow JW, Tillman MD, Fournier KA. Effects of hip flexor training on sprint, shuttle run, and vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2005;19(3):615-621.
20. Le Meur Y, Hausswirth C, Abbiss C, Baup Y, Dorel S. Performance factors in the new combined event of modern pentathlon. *Journal of Sports Sciences* 2010;28(10):1111-1116.
21. Abbis CR, Laursen PB. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine* 2008;38(3):239-252.
22. Lee SI, An CS. The comparative study of shooting, track and field between world recode and national record in modern pentathlon players. *The Korean Journal of Sport* 2012;10(1):157-163.
23. Le Meur Y, Hausswirth C, Dorel S, Bignet F, Brisswalet J, et al. Influence of gender on pacing adopted by elite triathletes during a competition. *European Journal of Applied Physiology* 2009;106(4):535-545.