

The relationship between performance factors and physical fitness in secondary school female biathlon athletes

Kwang-Kyu Lee¹, So-Yoon Lee², & Tae-Beom Seo^{3*}

¹Korea Institute of Sport Science, ²Korea National Sport University, & ³Jeju National University

[Purpose] The purpose of this study was to examine the relationship between performance factors and physical fitness in secondary school female biathlon athletes. Participants in this study were 14 female biathlon athletes. **[Methods]** All factors such as aerobic capacity(VO_{2max} , %AT), wingate test(peak power, average power, fatigue index), isokinetic test(trunk, knee, hip, ankle), 1RM test(leg press, chest press, lat pull down), physical fitness(grip, knee and back muscle strength, sit & reach, power, agility) were tested. In order to analyze collected data, pearson product moment and multiple regression analysis were utilized. The results were summarized as follows : First, there was a significant correlation between aerobic. **[Results]** The results were summarized as follows : First, there was a significant correlation between aerobic capacity and three factors(standing broad jump, isokinetic test 60° right knee extension)($p<.01$). There was a significant correlation between wingate test and four factors(isokinetic test 30° left ankle ever, 30° right ankle ever, 120° left ankle inver, leg press)($p<.10$). **[Conclusion]** These results suggested new evidence that ankle strength is necessary for performance in female biathlon athletes.

Key words: Winter sports, Biathlon, Performance factor, Physical fitness, Multiple regression

서론

동계종목인 바이애슬론은 눈 위에서 펼쳐지는 설상종목으로 크로스컨트리스키와 사격(복사/입사)을 번갈아 실시한 기록으로 순위를 가리는 복합종목이다(Sung, 2012). 특히, 높은 순위를 얻기 위해 여러 체력 요인이 요구되는데, 7.5km~20km의 설면을 주행하기 위해 높은 근지구력 및 심폐지구력이, 정확한 사격을 위해 빠른 피로 회복과 사격 후 불규칙한 설상에서 빠른 속도를 얻기 위해 높은 근력과 근파위가 필요하다. 다시 말해 바이애슬론은 심폐지구력, 근력, 근파위, 민첩성 및 유

연성 등 운동에서 나타날 수 있는 대부분의 동적 체력 요인이 모두 요구되는 스포츠이다(Sung, 2012; Sun, 2002). 선행연구에서는 유산소성능력인 최대산소섭취량(VO_{2max})와 무산소성역치(AT; Anaerobic Threshold)가 바이애슬론의 경기력과 밀접한 관련이 있음을 보고하였으며(Rusko et al., 1990), Shin(2006)은 근파위(wingate peak power) 및 근지구력(wingate average power & fatigue index)가 바이애슬론 경기의 승패를 결정짓는 중요한 요인으로 제시하였다. 그러므로 바이애슬론의 경기력 향상을 위해서는 과학적·체계적인 체력 트레이닝 구성이 요구되며, 이를 설계하기 위해 바이애슬론의 경기력 요인과 체력요인과의 비교·분석을 실시하여야 한다.

논문 투고일 : 2017. 04. 19.

논문 수정일 : 2017. 05. 18.

게재 확정일 : 2017. 06. 21.

* 교신저자 : 서태범(seotb@jejunu.ac.kr).

현재까지 보고된 종목의 경기력과 체력 요인의 비교·분석에 관한 국내 연구는 비교적 활발하게 진행되어왔지만(Kim et al., 2012; Lee et al., 2004; Park et al., 1993; Park, 2006), 바이애슬론과 같은 유·무산소성 운동 능력을 복합적으로 필요로 하는 종목의 비교 연구는 미흡한 실정이다. 또한, 대부분의 경기력 요인간 분석 연구는 하계종목에 집중되어 있고 동계종목인 바이애슬론과 같이 높은 체력을 요하는 경기의 경우 체력 특성 및 체계적인 훈련 프로그램을 다각적이고 심도 있게 분석한 연구가 부족한 실정이다.

일반적으로 훈련프로그램 구성을 위해 엘리트 지도자들은 선수들의 체력 수준을 평가하기 위해 다양한 체력 측정을 실시하고 있다. 대표적인 측정 변인으로는 최대산소섭취량, 무산소성 능력, 등속성 근력, 최대근력(1RM) 및 기초체력 등이 현장에서 활용되고 있다(Bompa, 1999). 이러한 체력 변인의 수는 경기력 요인과 상관성이 있어, 비교하고자 하는 체력 변인의 수가 증가할수록 경기력 요인과 상관성이 있는 변인도 증가하여 훈련 프로그램 설계시 과학적이며 다양한 훈련법을 적용할 수 있게 된다. 경기력 관련 체력 변인들간 상호 관련성을 알아보기 위해서는 다변량 데이터 분석과 같은 여러 변수의 관계성을 동시에 고려하여 그 효과를 밝히는 통계적 기법이 적용된다(Lee², 1991). Yang(2006)은 다변량 데이터 분석법 중 하나인 다중회귀분석이 여러 독립변수와 종속변수간의 관계를 검증하는 방법으로 독립변수와 종속변수 간의 예측적 관계성을 검증할 목적에 적합함을 제시하였다. 그러므로 종목의 특이성에 부합하는 요인을 추출하여 다른 변인과의 상관관계를 비교시 다중회귀분석법이 통계적으로 적절함을 알 수 있다.

따라서 본 연구는 중·고교 여자 바이애슬론 선수들을 대상으로 다양한 체력변인을 측정한 후 변인간 상관관계를 비교·분석하여 중·고교 여자 바이애슬론 선수들에게 필요한 체력을 규명하고 종목에 맞는 훈련법을 개발하기 위한 기초 자료를 확보하는데 있다. 또한 동계 올림픽과 같은 국제 대회를 준비하는 중·고교 여자 바이애슬론 선수들에게 과학적이며 종목의 특성이 고려된 훈련의 보급에 도움이 되고자 본 연구를 실시하였다.

연구방법

연구대상

본 연구의 대상은 전북지역 중·고등학교 여자 바이애슬론 선수 14명을 대상으로 하였다. 측정 전 모든 대상자들에게 연구의 목적 및 진행절차에 대해 설명하였으며, 대상자들의 신체적 특성을 살펴보면, 평균연령은 16.4 ± 1.45세, 신장은 159.3 ± 4.71cm, 체중은 54.2 ± 4.99 kg이었다.

실험설계

본 실험 절차는 Fig. 1과 같다.

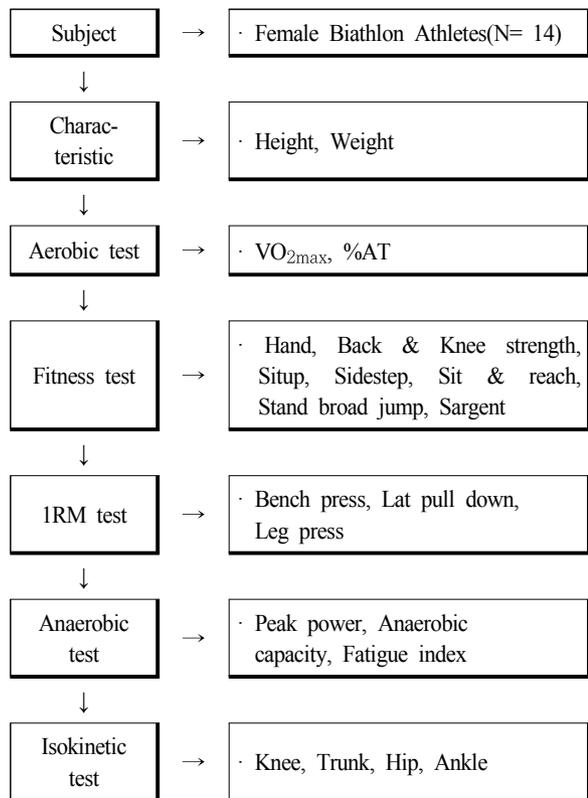


Fig. 1. Laboratory process

유산소성 검사

유산소성 능력은 크로스컨트리 스키 선수들을 대상으로 연구를 진행한 Carlsson et al.(2012)의 분석 변인을 참고하여 진행하였다. 최대산소섭취량(VO_{2max})와 젓산역치(%AT)는 Bruce protocol을 이용하여 측정하였다. 부하는 경사도 10%에서 1.7mph의 속도로 시작하여 매 3분마다 점차 증가시켜 탈진시까지 실시하였다.

기초체력 및 최대근력 검사(1RM)

바이애슬론 선수들의 기초체력 및 최대근력 검사를 확인하기 위해 Lee¹ et al.(2012)이 실시한 연구의 분석변인을 참고하여 실험을 진행하였다. 상체 근력은 악력 측정기(Grip-D, Japan)를 이용하여 좌·우 2회씩 측정된 값의 평균값으로 결정하였다. 각근력과 배근력은 배근력 측정기(TKK-5402, TAKEL, Japan)을 이용하여 2회씩 측정 후 높은 값으로 정하였다. 근지구력은 윗몸일으키기를 30초간 실시하여 측정된 횟수로 기록하였다. 민첩성은 20초 사이드 스텝의 결과 값을 기록하였다. 유연성은 좌전굴계(Flexion-D, Japan)을 3초간 자세를 유지하도록 유도한 후 2회 실시하여 높은 수치를 기록하였다. 제자리 멀리뛰기와 제자리 높이뛰기는 2회 실시 후 높은 값을 기록하였다.

최대근력 검사는 벤치프레스(Bench press), 레그프레스(Leg press), 랫풀다운(Lat pull down)이며, 측정 절차는 다음과 같다. 첫째, 피험자에게 예상되는 1RM을 물어본 뒤 그 중량을 근거로 약 50%의 무게로 10~12회의 준비운동을 실시한다. 둘째, 2분간 휴식 후 1RM을 실시한다. 셋째, 성공시 5~20kg씩 중량을 증가시킨다. 넷째, 1회만 성공시 1RM으로 기록하고, 실패하였다면, 2~4분간의 휴식을 취하고 무게의 약 2.5~5%씩 감소시켜 성공시까지 지속시킨다.

무산소성 검사

본 연구에서는 중·고등학교 여자 바이애슬론 선수들 무산소성 능력을 확인하기 위해 Losenegard et al.(2012)이 실시한 연구의 분석변인을 참고하여 실험을 진행하였다. 바이애슬론 선수들의 최대파워(Peak

Power), 평균 파워(Average Power), 피로지수(Fatigue Index)를 알아보기 위해 사이클 에르고미터(Monark, Sweden)을 이용하여 체중당 0.075kp 부하가 주어진 상태에서 30초간의 최대 회전을 실시하는 방식(Baker et al., 2011)을 활용하였다.

등속성 근력 검사

여자 중·고등학교 바이애슬론 선수들의 등속성 근력 검사를 실시하기 위해서 Lee et al.(2012)이 실시한 연구의 분석변인을 참고하여 실험을 진행하였다. 등속성 측정 장비인 Biodex (Medical System inc., USA)를 이용하였으며, 측정 자세 및 테스트 프로토콜은 바이오텍스 매뉴얼의 권장사항을 참고하여 설정하였다. 측정 부위는 Shin(2006)의 연구를 참고하여 선정하였으며, 적용 프로토콜은 <Table 1>과 같다.

측정된 결과들은 평균과 표준편차($M \pm SD$)로 산출하였다.

Table 1. Biodex Manual Protocol

	Joint	Speed	Repetition	Motion
1	knee	60°/sec	5	extension/ flexion
		180°/sec	7	
		240°/sec	26	
2	trunk	30°/sec	3	extension/ flexion
		120°/sec	12	
3	hip	30°/sec	3	abduction/ adduction
		150°/sec	12	
4	ankle	30°/sec	3	eversion/ inversion
		120°/sec	12	

자료 분석

본 연구에서 자료처리는 SPSS Ver. 18.0을 이용하여 모든 자료의 평균과 표준편차를 산출하였다. 바이애슬론 선수들의 최대산소섭취량, 젓산역치, 최대파워, 평균파워 및 피로지수와 체력 요인과의 관련성을 알아보기 위해서 상관관계분석(pearson's r)을 실시하였다. 관련이 있는 변인들 중 유·무산소성 능력에 영향을 주는 요소를 알아보기 위해 다중 회귀분석(Multiple regression

Table 2. Mean & Standard Deviation

	Variables	M	SD	
1RM test	Bench press(kg)	27.86	3.28	
	Leg press(kg)	115.43	27.24	
	Lat pull down(kg)	34.21	6.59	
	Back strength(kg)	72.43	11.75	
	Knee strength(kg)	69.32	9.20	
Fitness test	Grip strength(kg)	25.29	2.73	
	Sit-up(rep)	39.14	5.65	
	Stand broad jump(cm)	185.43	14.91	
	Sargent jump(cm)	36.00	6.88	
	Side step(rep)	39.21	2.81	
Isokinetic test	Sit & reach(cm)	15.55	3.50	
	30° trunk extension	224.37	54.18	
	30° trunk flexion	103.64	18.37	
	120° trunk extension	160.91	59.88	
	120° trunk flexion	97.49	21.71	
	30° hip abduction(Rt)	82.76	15.52	
	30° hip abduction(Lt)	78.21	15.24	
	30° hip adduction(Rt)	56.49	24.30	
	30° hip adduction(Lt)	55.34	16.13	
	150° hip abduction(Rt)	54.51	10.66	
	150° hip abduction(Lt)	54.04	12.72	
	150° hip adduction(Rt)	50.40	18.52	
	150° hip adduction(Lt)	42.42	10.92	
	60° knee extension(Rt)	129.36	25.95	
	60° knee extension(Lt)	127.81	19.34	
	60° knee flexion(Rt)	63.59	12.17	
	60° knee flexion(Lt)	63.54	12.24	
	180° knee extension(Rt)	90.04	14.39	
	180° knee extension(Lt)	92.41	10.20	
	180° knee flexion(Rt)	50.12	6.88	
180° knee flexion(Lt)	49.54	7.79		
240° knee extension(Rt)	79.04	11.41		
240° knee extension(Lt)	79.04	6.86		
240° knee flexion(Rt)	49.13	7.14		
240° knee flexion(Lt)	46.13	5.80		
GXT test	30° ankle eversion(Rt)	18.10	2.82	
	30° ankle eversion(Lt)	15.00	3.52	
	30° ankle inversion(Rt)	18.89	3.99	
	30° ankle inversion(Lt)	19.54	5.78	
	120° ankle eversion(Rt)	13.56	2.94	
	120° ankle eversion(Lt)	13.56	3.26	
	120° ankle inversion(Rt)	16.28	3.71	
	120° ankle inversion(Lt)	15.62	2.95	
	VO _{2max} (ml)	50.57	3.26	
	%AT(%)	80.43	10.08	
	Anaerobic test	Peak Power(ml)	444.79	87.29
		Average Power(watt)	317.56	42.15
Fatigue Index(%)		30.56	2.17	

analysis)의 단계선택법(step-wise)을 이용하여 관련 정도를 알아보았다. 상관분석의 통계적 유의수준은 .05로 설정하였고, 회귀분석 단계선택법의 요인 결정 유의수준은 .10으로 설정하였다.

연구 결과

체력 요인 평균 및 표준편차

바이애슬론 선수들의 유·무산소성 능력과 체력 요인 간의 관계를 알아보기 위해 기술통계량으로 평균과 표준편차 <Table 2>을 산출하였다.

유·무산소성 요인 간 상관관계

유·무산소성 능력 중 최대산소섭취량, 젖산역치, 최대 파워, 평균파워, 피로지수와 체력간의 상관관계를 알아보기 위해 요인 간 상관계수를 구하고 유의성을 알아본 결과는 <Table 3>와 같다. 유산소성 요인 중 최대산소섭취량 및 젖산역치와 상관이 있는 체력 요인들을 살펴본 결과 제자리 멀리뛰기, 제자리 높이뛰기, 등속성 몸통 굴곡, 고관절 외·내전, 슬관절 신전·굴곡, 발목 내번력과 통계적으로 유의하게 나타났다. 무산소성 요인의 경우 레그프레스, 랫 풀 다운, 각근력, 약력, 등속성 몸통 신전, 슬관절 신전, 발목 내·외번력과 상관이 있는 것으로 나타났다.

최대산소섭취량 다중회귀분석

유산소성 요인 중 최대산소섭취량(VO_{2max})을 종속변인으로 설정하고 관련 있는 체력 요인들을 독립변인으로 설정하여 다중회귀분석을 실시한 결과는 <Table 4>과 같다.

최대산소섭취량에 영향을 미치는 체력 요인을 알아보기 위하여 유의성이 높은 것부터 차례로 대입하는 단계선택법을 적용한 결과 제자리멀리뛰기(p<.01)가 의미 있는 변인으로 나타났다. 제자리멀리뛰기는 63% 설명력이 있는 것으로 나타났으며, 높은 상관이 있었던 제자리 높이뛰기는 다중공선성의 문제로 회귀식에서 제외되었다.

Table 3. Factor Analysis of Variables

Variables	VO _{2max}	%AT	Peak Power	Fatigue Index	Average Power
Bench press(kg)	-.108	.334	.480	.324	.426
Leg press(kg)	-.354	.312	.359	.178	.635**
Lat pull down(kg)	-.297	.470	.607*	.244	.646
Back strength(kg)	-.371	.358	.524	.220	.486
Knee strength(kg)	-.309	.343	.645*	.256	.614*
Grip strength(kg)	-.360	.180	.564*	.368	.497
Stand broad jump(cm)	.793**	.444	.239	-.303	-.161
Sargent jump(cm)	.587*	.866**	.440	-.163	.229
30° trunk extension	-.205	.343	.531	.078	.546*
30° hip abduction(Rt)	-.062	.499	.496	.237	.424
30° hip abduction(Lt)	-.100	.598*	.459	.001	.410
30° hip adduction(Rt)	.334	.653*	.161	-.244	.262
30° hip adduction(Lt)	.254	.549*	-.022	-.371	.173
150° hip adduction(Lt)	.275	.559*	-.002	-.124	.003
60° knee extension(Rt)	.350	.928**	.291	-.128	.212
60° knee extension(Lt)	.018	.538*	.205	.038	.206
60° knee flexion(Rt)	.254	.850**	.349	-.158	.209
180° knee extension(Rt)	.356	.887**	.312	-.079	.251
180° knee extension(Lt)	.055	.681**	.555*	.127	.455
240° knee extension(Rt)	.321	.859**	.267	-.049	.233
30° ankle eversion(Rt)	-.374	.047	.306	.629*	.433
30° ankle eversion(Lt)	-.388	.439	.867**	.442	.686**
30° ankle inversion(Rt)	-.027	.433	.669**	.356	.511
30° ankle inversion(Lt)	.086	.622*	.717**	.250	.482
120° ankle eversion(Lt)	-.311	.056	.583*	.455	.392
120° ankle inversion(Rt)	-.065	.334	.663**	.332	.577*
120° ankle inversion(Lt)	-.147	.452	.626*	.275	.452

* P < .05, ** P < .01

Table 4. VO_{2max} Multiple Regression Analysis

factor	R2	F	t	p
1 stand broad jump	0.63	20.31	3.18	.01

$$VO_{2max} = 31.17 + 0.13 * \text{stand broad jump}$$

젯산역치 다중회귀분석

유산소성 요인 중 젯산역치(%AT)를 종속변인으로

설정하고 관련 있는 체력 요인들을 독립변인으로 설정하여 다중회귀분석을 실시한 결과는 <Table 5>와 같다.

젯산역치에 영향을 미치는 체력 요인으로는 슬관절 60°/sec Rt 신전력이 관련 있는 것으로 나타났다 (p<.01). 이는 86%의 높은 설명력으로 나타났으며, 하지의 높은 근력 수준이 젯산의 생성 정도와 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 다른 요인들은 변인들간 다중공선성 문제로 회귀식에서 제외되었다.

Table 5. %AT Multiple Regression Analysis

	factor	R2	F	t	p
1	60° knee ext(Rt)	0.86	74.61	8.64	.00

%AT=14.23+0.20*60° knee extension(Rt)

무산소성 최대파워 다중회귀분석

무산소성 능력 요인 중 최대파워를 종속변인으로 설정하고 관련 있는 체력 요인들을 독립변인으로 설정하여 다중회귀분석을 실시한 결과는 <Table 6>와 같다.

최대파워에 영향을 미치는 체력 요인을 알아본 결과 발목 외변 30°/sec Lt(p<.01)와 발목 내변 120°/sec Lt(p<.10)이 의미 있는 변인으로 나타났다. 이는 81%에 높은 설명으로 나타났으며, 특히 발목 외변력이 75%의 높은 설명력으로 나타나 발목 근력이 최대파워와 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 관련이 있던 다른 요인들은 변인들간 다중공선성 문제로 회귀식에서 제외되었다.

Table 6. Peak Power Multiple Regression Analysis

	factor	R2	F	t	p
1	30°ankle eversion(Lt)	0.75	36.43	4.93	.00
2	120°ankle inversion(Lt)	0.06	3.39	-1.84	.09

Peak power=190.24+31.72*30°ankle ever-14.16*120°ankle inver

피로지수 다중회귀분석

무산소성 능력 요인 중 피로지수를 종속변인으로 설정하고 관련 있는 체력 요인들을 독립변인으로 설정하여 다중회귀분석을 실시한 결과는 <Table 7>와 같다.

피로지수에 영향을 미치는 체력 요인을 알아본 결과 발목 30°/sec Rt 외변력이 의미 있는 변인으로 나타났다(p<.05). 발목 외변력은 피로지수에 대한 약 40%의 설명력이 있었다.

Table 7. Fatigue Index Multiple Regression Analysis

	factor	R2	F	t	p
1	30° ankle eversion(Rt)	0.40	7.86	2.80	.02

fatigue index=-2.130+1.806*30° ankle eversion

평균 파워 다중회귀분석

무산소성 능력 요인 중 평균파워를 종속변인으로 설정하고 관련 있는 체력 요인들을 독립변인으로 설정하여 다중회귀분석을 실시한 결과는 <Table 8>과 같다.

평균 파워에 영향을 미치는 체력 요인을 알아본 결과 발목 외변 30°/sec Lt(p<.05)와 레그프레스(p<.10)가 의미 있는 변인으로 나타났다. 이는 61%에 설명력이 있는 것으로 나타났으며, 다른 변인들은 다중공선성의 문제로 회귀식에서 제외되었다.

Table 8. Average Power Multiple Regression Analysis

	factor	R2	F	t	p
1	30°ankle eversion(Lt)	0.47	10.65	2.43	.03
2	leg press	0.14	3.97	1.99	.07

AP=326.80+10.41*30°ankle eversion+1.11*leg press

논 의

운동선수들의 개인별 운동 능력은 최대산소섭취량(Keren et al., 1980), 무산소성 능력(Vandewalle et al., 1987), 등속성 근력(Perrin, 1986), 1RM(Lander, 1985) 및 기초체력 검사 등을 활용하여 종목 특성에 맞게 적용·분석·평가되고 있으며, 이러한 측정 결과들은 우수선수 선발에 중요한 지표로도 활용되고 있다(Bale, 1994). Kim et al.(2010)은 선수들의 경기력 수준을 확인하기 위해 스포츠과학에 근거하여 종목 특성을 고려한 여러 체력 요인의 특성 비교분석이 필요하다고 하였다.

본 연구에서는 복합적인 체력을 필요로 하는 바이애슬론 선수의 유·무산소성 능력과 다른 체력적 변인들을 비교하기 위해 최대산소섭취량(VO_{2max}), 젖산역치(%AT), 최대파워(Peak Power), 평균 파워(Average Power) 및 피로지수(Fatigue Index)를 체력 변인과 요인 간 상관관계 분석을 실시하여 도출된 결과를 논의하고자 하였다.

최대산소섭취량 및 젖산역치는 유산소성 능력을 평가하기 위한 지표로, 지구성 운동시 운동강도와 비례하여 증가하는 변인이다(Astrand, 1986). 선행연구에서는

운동부하검사(Gated Exercise Test, GXT) 및 사이클 에르고미터 검사를 이용하여 지구성 체력을 측정하였고 측정된 유산소성 변인과 기초체력과의 상관관계를 비교하여 종목에 적합한 체력 요인을 제시하였다(Farrell, 1979; Krebs, 1983). 본 연구에서 최대산소섭취량이 제자리멀리뛰기 $r=.792(p<.01)$ 와 제자리 높이뛰기 $r=.587(p<.05)$ 에서 높은 상관이 있는 것으로 나타났다. 선행연구에서 상·하체의 협응성 및 하체 근력·근파위가 지구성 경기력에 매우 중요한 요인이며, 유산소성 능력과 근파위에서 정적 상관이 있다고 하였다(Jung & Kim, 2012). Dudley(1987)는 근지구력 및 지구성 능력을 증진시키기 위한 방법으로 스쿼트와 같은 하지 근력 강화 훈련을 권장하고 있다. 이러한 결과는 팀에서 지속적으로 실시된 하체 근력 훈련이 무릎 및 발목관절의 협응성을 높였으며, 이후 전이 효과의 결과로 하지 움직임의 기능이 향상되어 최대산소섭취량에도 영향이 발생되었을 것으로 사료된다.

젖산역치(%AT)는 운동 강도가 증가함에 따라 혈중 젖산의 농도가 비정상적으로 증가하는 현상을 말하며, 유산소성 에너지 공급이 부족한 상태에서 무산소 대사과정으로 전환되는 현상을 의미한다(Choi, et al., 2005). 본 연구에서 고강도 유산소성 에너지 대사가 이루어지는 바이애슬론 선수들의 젖산역치와 체력 요인간의 상관을 비교한 결과, 제자리 높이뛰기, 등속성 몸통, 슬관절, 발목근력과 유의한 상관관계가 있었다. 육상의 경기력은 골반 및 슬관절 등속성 근력과 매우 밀접한 관련이 있으며, 장거리 종목 선수들에서 하체의 등속성 각속도와 근피로는 유의한 관련성이 있는 요인으로 평가되고 있다(Kanehisa, 1997; Choi, 2004). 따라서 이러한 결과들은 중·고교 여자 바이애슬론선수들의 협응성 향상 및 유지를 위해 등, 둔근, 대퇴근, 비복근의 기능적 발달이 중요하며(Karlsson et al., 1978), 코어 근육은 이런 근육들의 협응적 움직임을 유지하는 교각 역할을 하게 된다. 설면 주행시 경사에서 나타나는 에너지 초과소비는 과도한 젖산 생성을 유도하여 극심한 근피로를 유발하게 된다. 젖산 내성을 높이기 위한 훈련 방법 중 하체 근지구력 향상을 목적으로 플라이오메트릭 훈련과 등속성 근력 훈련이 많이 권장되고 있다(Sung, 2012). 이를 통하여 설상 종목의 경우 하지의 근력 및 젖산의 내성

정도가 경기력에 중요한 영향이 있음을 알 수 있다(Lee¹, 2000; Park⁴, 2000).

불규칙하며 경사의 설면을 활주해야하는 바이애슬론 선수의 경우 유산소성 능력 못지않게 무산소성 능력 또한 중요한 경기력 요인이다. 이러한 무산소성 능력을 평가하기 위한 지표로 최대파워(Peak Power), 평균 파워(Average Power), 피로지수(Fatigue Index)를 활용하고 있다(Yeo & Seo, 2001). 본 연구에서 렛플다운, 각근력, 악력, 등속성 슬관절과 발목이 최대파워와 유의한 관계($r=.56\sim.87$)가 있는 것으로 나타났다. 일반 스키의 경우 활강에서 발생하는 에너지를 이용하여 속도가 발생되기 때문에 다른 운동 동작이 필요하지 않지만, 바이애슬론은 경사를 오리기 위하여 폴(pole)을 이용하여 앞으로 추진하기 때문에 상완의 강력한 근력 및 근지구력을 필요로 하게 된다(Sung, 2012). 본 연구에서도 선행연구와 마찬가지로 최대파워가 악력과 렛플다운에서 높은 상관($p<0.5$)이 있는 것으로 나타나 상체의 근력이 설면 활주에서 매우 중요한 요인임을 알 수 있다. 하지 근력의 경우 특히 발목 관절의 등속성 근력에서 최대파워와 높은 상관($r=.58\sim.87$)이 있는 것으로 나타났다. 이는 최대파워와 발목의 높은 근력이 경기력과 연관이 있다는 Cronin & Hensen(2005), Adrian & Cooper(1995), Biewener(2004) 등의 연구결과와 동일함을 알 수 있다.

무산소성 능력의 경우 레그프레스, 각근력, 등속성 몸통과 발목 근력에서 상관($r=.55\sim.69$)이 있는 것으로 나타났다. 무산소성 능력은 최대파워와 마찬가지로 하지 근력($r=.61\sim.4$)에서 높은 상관이 있는 것으로 나타났으며, 등속성 근력에서는 몸통의 신전력과 발목 근력에서 상관($r=.55\sim.69$)이 있는 것으로 나타났다. 근력이 스피드 및 민첩성에 영향을 미치기 때문에 근수축 속도를 기반으로 한 등속성 근력 및 파워의 향상은 중·고교 여자 바이애슬론선수들의 경기력 향상에 중요한 관련이 있음을 알 수 있다(Rizzardo, Wessel & Bay, 1988).

피로지수는 최대 파워에서 최소 파워로 감소되는 정도를 분석하는 변인이며, 본 연구에서는 유일하게 발목 근력과 높은 상관이 있는 것으로 나타났다. 역치 이상의 트레이닝시 심박수, 환기량 및 혈중 젖산 농도의 증가(Kuipers et al., 1985)와 함께 pH 감소가 나타나게

되며, 이는 중추신경계의 기능 저하 및 말초신경과 중추신경의 상호 조절기능을 저하시켜 피로발생의 주원인으로 보고되고 있다(Bannister et al., 1985; Hindfelt & Siesjo, 1970). 바이애슬론의 경우 높은 경기력을 발휘하기 위해서 피로의 내성 및 빠른 회복이 중요하며, 고도의 집중력을 요하는 사격시 그 중요성이 더욱 강조되고 있다(Sung, 2012). Chun & Choi(2012)는 유·무산소성 복합 경기에서 하지 중심의 활동시 발목의 중요성을 강조하였으며, Park¹ et al.(1998)은 순간적인 파워 및 지속적인 활동을 필요로 하는 경기에서는 발목의 근력 훈련이 피로 내성과 밀접한 관련이 있다고 하여 본 연구와 유사한 결과임을 알 수 있다.

따라서, 중·고교 여자 바이애슬론 선수의 경기력 요인은 하지 파워, 슬관절 및 발목관절의 근력과 관련이 있음을 알 수 있다.

결론 및 제언

본 연구는 중·고등학교 여자 바이애슬론 선수들의 경기력 요인인 유·무산소성 능력과 체력 변인들 간의 관계를 알아보는데 있었다. 실험에서 측정된 변인들은 유산소성능력(최대산소섭취량, 젓산역치), 무산소성 능력(최대파워, 평균파워, 피로지수), 등속성 근력(발목, 무릎, 둔부, 허리), 1RM(가슴, 등, 대퇴) 및 기초체력(약력, 배근력, 근지구력, 각근력, 유연성, 순발력, 민첩성) 검사를 실시하고 변인 간 상관관계분석 및 다중회귀분석을 실시하였다. 연구결과 다중회귀분석의 단계선택법을 적용시 유산소성 능력에서 최대산소섭취량은 제자리멀리뛰기가 유의미한 변인으로 나타났으며($p < .01$), 젓산역치는 60° 무릎 신전력에서 유의미한 변인으로 나타났다($p < .01$). 무산소성 능력에서 최대파워는 30° 발목외번력($p < .01$)과 120° 발목내번력($p < .10$), 평균파워에서는 30° 발목외번력($p < .05$)와 레그프레스($p < .10$), 피로지수에서는 30° 발목외번력($p < .05$)에서 유의미한 변인으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 중·고등학교 여자 바이애슬론 선수의 유·무산소성 능력은 하지 파워, 슬관절 신전력 및 발목관절의 내·외번력과 관련이 있으며, 특히

발목근력이 경기력에 더 큰 영향을 줄 수 있는 체력요인임을 알 수 있다.

참고문헌

- Adrian, M. J., & Cooper, J. M. (1995). Biomechanics of human movement. Madison (WI): WCB Brown & Benchmark, 295-314.
- Astrand, P.O. and K, Rodahl(1986). *Textbook of work physiology : physiological base of exercise*, New York, McGraw-Hill, 327-330.
- Bannister, E., Rajendra, W., & Mutch, B. (1985). Ammonia as an indicator of exercise stress : Implications of recent findings to sports medicine. *Sports Med*, 2, 34-46.
- Biewener, A. A., Farley, C. T., Roberts, T. J., Temaner, M. (2004). Muscle mechanical advantage of human walking and running: implications for energy cost. *J App Physiol* 97, 2266-74.
- Carlsson, M., Carlsson, T., Hammarström, D., Tiiveli, T., Malm, C., & Tonkonog, M.(2012). Validation of Physiological Tests in Relation to Competitive Performances in Elite Male Distance Cross-Country Skiing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1496-1504.
- Choi, D. H., Choi, H. N., & Jeon, T. Y.(2005). *Exercise physiology*, Life science.
- Choi, S. W., & Choi, S. K. (2004). Relative contribution of physical fitness factors to 100m sprint. *The korea journal of sports science*, 13(1), 765-772.
- Chun, S. Y., & Choi, O. J. (2012). A Study on a football on university soccer players ankles isokinetic strength. *The korean journal of sport*, 10(1), 175-184.
- Costill, D. L.(1970), Metabolic responded during distance running, *J. Appl. Physiol.* 28:251-255.
- Cronin, J. B., & Hensen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res.* 19, 349-57.
- Cureton, T. K. (1967). *Physical fitness appraisal and guidance*, St, Louis, The C, V, Mosby Company, 21.
- Farrel, P.A., Wilmore J.H., Billing, J.E., & Costrill, D.L.(1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Sci. Sports Exer.*, 11, 338-344.

- H Rusko, P Rahkila, & E Karvinen. (1980). Anaerobic threshold, skeletal muscle enzymes and fiber composition in young female cross-country skiers. *Acta Physiologica*, 108:263-268
- Hindfelt, B., Siesjo, B. K. (1970). The effect of ammonia on the energy metabolism of the rat brain. *Life Sci*, 9(18), 1021-1028.
- Julien, S. Baker, Damian M. Bailey, & David Hullin. (2004). Metabolic implications of resistive force selection for oxidative stress and markers of muscle damage during 30s of high-intensity exercise. *Eur J Appl Physiol*, 92, 321-327.
- Jung, J. H., & Kim, J. T. (2012). Comparative analysis on muscle function and EMG of trunk and lower extremity in short and long distance athlete. *Korean journal of sport biomechanics*, 22(1), 9-16.
- Kanehisa, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1997). Force-velocity relationships and fatigability of strength and endurance-trained subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 18, 106-112.
- Karlsson, J., Eriksson, A., Forsberg, A., Kallberg, L., & Tesch, P. (1978). *The physiology of alpine skiing*. Stockholm, Trygg-Hansa Insurance Company.
- Kim, K. J., Ahn, N. Y., & Hong, C. B. (2010). Paradigm of Marathon Coaching Science. *J. Co, Development*, 12(2), 175-184.
- Krebs, P. S., Zinkgraf and S. Virgilio (1983). The effects of training variables, maximal aerobic capacities and body composition upon cycling performance time. *Med. Sci. Spt. Exerc.*, 15, 133(abstract).
- Kuipers, H., & Keizer, H. A. (1988). Overtraining in elite athletes. *Sports Med*, 6, 79-92.
- Lee, C. W., Park, K. H., & Lee, H. C. (2004). Evaluation of Athletic Performance for Female Swimmers by physical fitness components. *Korea Sport Research*, 15(3), 1367-1374.
- Lee1, J. C., Bae, J. J., & Lee, K. K. (2012). The Relationship between Anaerobic Power and Physical Fitness in Juvenile. *The Korean Journal of Physical Education*, 51(3), 333-342.
- Lee2, K. H. (2000). *Comparative analysis of isokinetic knee joint muscular functions, aerobic power and anaerobic power according to performance level of alpine skiers*. unpublished master thesis, Dankok University.
- Lee3, Y. J. (1991). *Multivariate data analysis*. Sukjungbooks.
- Losnegard, T., Myklebust, H., & Hallen, J. (2012). Anaerobic Capacity as a Determinant of Performance in Sprint Skiing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(4), 673-681.
- Marti, B., T. Abelin, & H. Heck. (1987). A modified fixed blood lactate threshold for estimating running speed for joggers in 16-km races. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 9, 41-45.
- McCloy, C. H. (1934). The measurements of general motor capacity and general motor ability. *Research Quarterly for exercise and sport*, 5, 46-61.
- Ogawa T, Hayashi K, Ichinose M, Wada H, Nishiyasu T. (2007). Metabolic response during intermittent graded sprint running in moderate hypobaric hypoxia in competitive middle-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 99(1), 39-46.
- Pascoe, D. D., Costill, D. L., Robergs, R. A., Davis, J. A., Fink, W. J., Pearson, D. R. (1990). Effects of exercise mode on muscle glycogen restorage during repeated days of exercise. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 22, 593-598.
- Park1, J. S., & Lee, H. Y. (1998). The effect of peak torque, power and muscle endurance in ankles by 12 weeks isokinetic training. *Exercise Science*, 7(1), 81-92.
- Park2, J. W. (2006). Discriminant analysis of performance factors by physical fitness on judo player. *The journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 8(1), 117-124.
- Park3, K. H., Song, Y. H., & Kang, S. J. (1993). An analysis of determinant factors of physical fitness in badminton performance. *The Korean J. Phys. Edu.* 32(1), 381-392.
- Park4, Y. C. (2000). *A study on isokinetic thigh muscular fitness and balance of national caliber skiers*. unpublished master thesis, Dankok University.
- Rizzardo, M., Wessel, J., & Bay, G. (1988). Eccentric and concentric torques and power of the knee extensor of females. *Can Journal Sports Science*, 13(2), 166-169.
- Shin, Y. S. (2006). *Effects of development and application on annual periodization training program for improving performance of biathlon player*. Korea Institute of Sport Science.
- Sun, S. K. (2002). Biathlon. *Korean journal of sport science*, 79, 12-17.

Sung, B. J., (2012). Sports Science: sports science and training of biathlon. *Korean journal of sport science*. 118, 26-35.

Yang, B. H. (2006). *Understanding multivariate data analysis*. Communication books.

Yeo, N. H., & Seo, B. H. (2001). A study of anaerobic exercise capacity in runners. *The korean journal of education*. 40(1), 339-347.

중·고교 여자 바이애슬론 선수의 경기력 요인과 체력요인 관계

이광규(한국스포츠개발원), 이소윤(한국체육대학교), 서태범(제주대학교)

【목적】 본 연구의 목적은 중·고등학교 여자 바이애슬론 선수들의 경기력 요인과 체력의 관련성을 조사하는데 있다. **【방법】** 참가자들은 14명의 여자 바이애슬론 선수들로, 유산소성 능력(VO_{2max} , %AT), 무산소성 능력(peak power, average power, fatigue index), 등속성 근력(trunk, knee, hip, ankle), 1RM 테스트 (leg press, chest press, lat pull down), 기초체력(grip, knee and back muscle strength, sit & reach, power, agility)을 실시하였다. 자료 분석은 요인간 관계를 규명하기 위해 상관관계분석을 실시하였으며, 관련이 있는 변인들 중 유·무산소성 능력에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해서 다중 회귀분석(Multiple regression analysis)의 단계선택법(step-wise)을 실시하였다. **【결과】** 결과로는 첫째, 유산소성 능력과 3가지 요인들(standing broad jump, isokinetic test 60° right knee extension)에서 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p < .01$). 무산소성 능력은 4가지 요인들(isokinetic test 30° left ankle ever, 30° right ankle ever, 120° left ankle inver, leg press)과 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p < .10$). **【결론】** 이상의 결과를 종합하면, 실상에서 이루어지는 고강도 체력 종목인 바이애슬론에서 발목근력은 경기력에 영향을 줄 수 있는 체력요인임을 알 수 있다.

주요어: 동계스포츠, 바이애슬론, 경기력요인, 기초체력, 다중회귀분석