체육과학연구, 2016, 제27권, 제3호, 608-617.
Korean Journal of Sport Science
2016, Vol. 27. No. 3, 608-617.

The Effects of β-alanine Ingestion on Isokinetic Knee Strength and 3km Record in Middle-Long Distance Woman Cyclists

Yeong-Hwa Lee[1], Young-Kyeong Jeon[2], Dae-Sung Rho[3], & Tae-Beom Seo[4]*

[1]Samyang corporation, [2]Seoul City Hall, [3]University of Yongin, & [4]Korea Institute of Sport Science

The purpose of this study was to examine whether β-alanine ingestion for 8 weeks can regulate isokinetic knee strength, and 3km record in middle-long distance woman cyclists. Fourteen middle-long woman cyclists participated in this study and were divided into two groups; training group with beta-alanine ingestion and training group with placebo ingestion. All subjects took in beta-alanine or placebo supplement three times per a day for 8 weeks. Physical activity was evaluated by measuring the isokinetic muscular strength and 3km record before and after intervention for 8 weeks. As a results, in isokinetic test, there were significant interrelationships in peak torque of the right and left flexors at 60°/sec, peak torque of the right and left extensors at 180°/sec, peak torque of the right flexors at 180°/sec. In 3km record, result showed a significant interrelationship by groups and time. The results of present study provide evidence that beta-alanine supplement may be effective to increase physical activity and competition record in middle-long woman cyclists.

Key words: β-alanine, isokinetic muscular strength, anaerobic exercise ability, competition record

서 론

2000년 호주 시드니 올림픽에서 한국 사이클은 포인트 4위라는 성과를 거두었으며, 이러한 성과를 바탕으로 올림픽 메달획득이라는 목표로 3번의 올림픽을 치루며 14년이 흘렀으나 지도자와 선수의 끊임없는 노력에도 불구하고 아직도 올림픽 메달획득의 꿈을 이루지 못했다. 현재 수준에 안주하지 않고 더욱 향상된 기능을 보유하기 위해서는 선수들의 생리적 기능과 적응능력을 고려하여 체력적인 수준을 한층 더 진보시켜야 하며, 이를 위해서는 과학적이고 체계적인 연구는 필수적인 요소라 할 수 있다. 최근 선수들의 운동수행력을 증가시키기 위한 방안으로서 베타알라닌 섭취에 대한 연구들이 계속 진행되고 있는데, Hobson et al.(2012)은 스포츠 경기력을 향상시키기 위한 보조제로서 베타알라닌의 인기가 매우 높아지고 있으며, 이와 관련된 연구들을 메타분석한 결과 섭취 집단의 운동 능력이 유의하게 향상된 결과를 보였다고 발표하였다.

베타알라닌은 체내에서 히스티딘과 결합하여 카르노신을 형성하게 된다. 카르노신(carnosine, beta-alanyl-L-histidine)은 1900년대 Vladimir Gulevich라는 러시아 생화학자에 의해 발견되었는데(Kim, 2013), 베타알라닌과 히스티딘이라는 두 개의 펩티드(peptide)가 결합하여 이루어진 인간의 근육에서 볼 수 있는 유일한 디펩타이드(dipeptides)로서 골격근 섬유 중 주로 속근 섬유(type Ⅱ fiber)에 다량 존재하며(Bump et al., 1990), 골격근 내 카르노신은 고강도 운동 시 수행력을 향상시키는 역할을 하기 때문에, 선수들 중 낮은

논문 투고일 : 2016. 06. 08.
논문 수정일 : 2015. 06. 27.
논문 확정일 : 2015. 07. 07.
* 저자 연락처 : 서태범(exneuro74@sports.re.kr).

카르노신 함유량을 보이는 선수는 운동수행력이 저하되는 특성을 보이게 된다(Derave et al., 2010). 베타알라닌은 근육 내에 존재하는 히스티딘의 농도와 카르노신을 합성하는 카르노신 합성효소(carnosine synthase)의 활성이 높으므로 식이를 통해 카르노신 전구체인 베타알라닌을 보충할 경우 카르노신 농도를 높이는 것으로 밝혀졌다(Hill et al., 2005). 또한 베타알라닌 섭취는 type Ⅰ 또는 type Ⅱ 근섬유 모두에게 카르노신 함유량을 증가시킨다고 보고하였으며(Hill et al., 2007; Harris et al., 2006b), 일반인들을 대상으로 한 연구에서도 Stout 등(2007)은 일반 여성을 대상으로 하루 6.4g씩 28일을 섭취한 이후 운동검사(40W에서 시작하여 3분마다 20W씩 증가시키면서 탈진을 유도하는 사이클링 운동 검사)에서, 탈진에 이르기 까지 걸린 시간이 2.5% 증가되었음을 보고하였다. 또한 운동선수를 대상으로 베타알라닌 섭취가 사이클 경기력(Hill et al., 2007), 조정 경기력(Baguet et al., 2010)을 향상시키는데 도움이 된다고 보고되었다. 반면 Derave 등(2007)은 400m 단거리 운동선수를 대상으로 4-5주간 베타알라닌을 섭취한 이후 근육 내 카르노신은 증가하고 운동검사에서 피로도는 감소하였지만 경기 수행력의 유의한 증가는 발견하지 못했다고 하였으며, 또 다른 연구에서도 베타알라닌 섭취에 따른 다리 신근에 대한 지구력의 향상 효과는 얻지 못하였다고 하였다(Derave et al., 2003).

이와 같이 운동선수와 일반인을 대상으로 한 베타알라닌 섭취에 따른 운동수행 능력의 변화를 관찰한 연구들이 꾸준히 보고되고는 있지만 각기 상반된 연구결과를 보이는 것은 물론, 국내에서는 엘리트 선수들을 대상으로 베타알라닌과 복합 훈련의 상호 효과로서 경기력과 전문체력 수준의 변화를 살펴본 연구는 아직까지 부족한 현실이다. 아울러 베타알라닌이 스포츠 현장에서 운동수행능력 향상을 위한 보조제로서 사용되기 위해서는 해당 종목의 선수들을 대상으로 경기력과의 상관성을 입증하는 것이 필요할 것으로 사료되나, 국내에서는 사이클 종목의 경우 남자 선수들을 대상으로 베타알라닌의 효과를 검증한 Kim et al.(2005)의 보고 이후 후속 연구가 진행되어오지 않고 있다. 따라서 사이클 종목의 여자 중장거리 선수들을 대상으로 복합 훈련 시 베타알라닌 섭취가 근력 및 지구력과 기록에 미치는 영향에 대해 연구하는 것은 의미가 크다고 할 수 있다.

이에 본 연구의 목적은 8주 동안의 고강도 복합훈련과 함께 섭취한 베타알라닌이 중장거리 여자 사이클 선수들의 등속성 무릎 근력 및 3km 기록에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

연구방법

연구 대상

본 연구의 대상자는 실업팀 여자 사이클 선수 8명을 선정하였으며, 베타알라닌 섭취집단(Training group with beta-alanine ingestion, TB) 4명과 위약섭취집단(Training group with placebo ingestion, TP) 4명으로 구분하였다. 연구를 위한 모든 피험자는 실험기간 동안 합숙을 통해 영양성분이 동일한 규정식을 섭취시켰으며, 연구 대상자들은 모두 의학적으로 질환이 없는 건강한 여자 사이클 선수들로 선정하였다. 연구대상자들의 신체적 특성은 〈Table 1〉과 같다.

Table 1. General Characteristics of Study Participants

Group	Age(year)	Weight(kg)	Fat(%)	BMI(kg/m²)
TB(4)	20.25±1.50	58.68±1.08	20.83±2.88	22.20±2.14
TP(4)	19.80±1.10	57.86±9.20	21.34±4.53	21.34±2.72

Values are mean ± SD
TB, Training group with beta-alanine ingestion;
TP, Training group with placebo ingestion

훈련 프로그램 방법

훈련 프로그램은 Kim(2009)이 보고한 훈련 프로그램을 수정 보완하여 사용하였으며, 훈련 거리와 속도의 차이를 이용하여 근지구력, 스피드, 심폐지구력 훈련이 진행되었다. 실험 대상자들에게 적용된 고강도 웨이트 트레이닝 프로그램은 최대근력 향상기, 파워 전환기 및 파워 유지기로 구성하였다(Bompa, 1999; Friel, 1996). 근력 프로그램 적용 전 실험 대상자들의 1RM 측정을

Table 2. Training Programs

	Road training	Strength training		
Mon	Distance: 80km, Speed:30-35 km/hr	Periodization	Sets & Load	Reps
Tue	Distance: 120km, Speed:35-40 km/hr	1-2week	3~5 sets, 75~85%	7~9
Wed	Distance: 2h, Speed:30km/hr	3week	1st & 2nd set: 75~85% 3rd set: 75%	7~9 15
Thur	Distance: 100km,Speed: 40km/hr	4-5week	1st & 2nd set: 60% 3rd & 4th set: 75% 5th set: 85~95%	20 15 5-7
Fri	Distance:: 150km, Speed:35-40km/hr	6week	5sets, 75%	15
Sat	Distance: 2h, Speed:35-40km/hr	7-8week	3~5 set, 80%	10-12

하였으며(Friel, 1996), 이것을 근거로 근력 훈련의 주기화를 구성하였다(Bompa, 1999). 훈련 종목은 Friel (1996)이 권장하는 방법으로 스쿼트(squat), 레그 프레스(leg press), 스텝업(step-up), 백익스텐션(back extension), 벤치프래스(bench press), 노젖기(seated row), 레그컬(leg curl), 힐라이즈(heel rise) 및 크런치(crunch)로 구성되었으며 훈련프로그램은 〈Table 2〉와 같다.

베타알라닌 섭취 방법

본 연구에서 여자 사이클 선수들에게 복용시킨 베타알라닌의 1일 섭취량과 총 섭취기간은 선행연구(Kendrick et al., 2008; Donovan et al., 2012)를 통해 입증된 기준(4.8-6.4g/d)을 참고하여 순도 100%의 분말가루를 캡슐로 제작(550-600mg 함유)하여 총 8주간 매일 1일 3회, 매 식후 30분 경과 후 물 150ml와 함께 복용시켰다. 하루에 섭취하는 베타알라닌 총량은 1.65-1.8g이였으며(Donovan et al., 2012), 위약 섭취집단은 베타알라닌 섭취 집단에서 복용하는 방법과 동일하게 순도 100%의 maltodextrin을 물에 희석하여 복용시켰다.

측정항목 및 방법

본 연구에서는 고강도 복합 훈련 및 베타알라닌 섭취 전, 중장거리 여자 사이클 선수들을 대상으로 등속성 각 근력 및 3km 기록의 사전 검사를 실시하였고, 8주간의 고강도 복합 트레이닝과 베타알라닌 섭취 후 사전 검사와 동일한 방법으로 사후 검사를 실시하였다.

신체구성 측정

모든 실험 참여자들은 간편한 복장을 착용한 상태로 동일한 시간에 신장, 체중계와 Inbody3.0(Biodex, Korea)을 이용하여 체중(kg), 제지방량(kg), 체지방율(%), BMI (kg/m^2)를 측정하였다. BMI는 체중(kg)/신장$(m)^2$으로 정의하였다.

등속성 각근력 측정

중장거리 여자 사이클 선수들의 슬관절 신·굴근의 피크토크(peak torque, PT) 분석을 위하여 등속성 측정 장비인 Cybex 770(Humac Norm)을 이용하였다. 정확한 피크토크 값을 얻기 위해 선수들에게 측정 절차 등을 자세하게 설명 하였으며, 측정 전 하체 무릎관절 관련 준비운동을 위하여 자전거 운동을 10분간 실시토록 하였다. 준비운동 이후 선수들은 앉은 자세에서 하지의 신전 및 굴근력 측정 중 다른 신체부위가 움직여 외력이 발생하지 않도록 가슴 및 대퇴 부위를 고정할 것이다. 운동범위(Range Of Motion, ROM)의 설정은 슬관절을 완전히 폈을 때를 0°로 정의한 후 굴곡각 100°까지로 고정하였다. 등속성 근력측정은 각속도를 60°/sec로 설정하여 슬관절의 최대근력을 측정하였고, 180°/sec로 설정하여 근파워를 측정하였으며, 제시된 등속성 근력수치는 최고토크(peak torque) 값을 체중으로 나눈 상대토크(peak torque %BW)값을 살펴보았다

3km 기록 측정

8주 동안의 고강도 복합훈련 전, 후 333.333m 사이클 전용 피스타에서 스탠딩 스타트로 출발하여 3km의 기록을 측정하였고, 사전과 사후 모두 하루에 1회씩 2회를 측정하여 평균 기록을 이용하여 비교분석하였다.

자료처리

모든 자료는 Window용 SPSS/PC. Ver 18.0 통계 프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 집단에 따른 등속성 근력과 3km 기록측정 요인에 대한 평균과 표준 편차를 구하였다. 집단 간 복합트레이닝 전·후의 등속성 슬관절 근기능 및 경기력 요인 변화의 유의한 차이를 검증하기 위하여 이원분산분석(two-way ANOVA)을 이용하여 분석하였다. 모든 분석의 통계적 유의수준(significance level)은 $p<.05$로 하였다.

연구결과

신체구성

〈Table 3〉은 베타알라닌 섭취집단과 위약 섭취집단 간 신체구성의 변화에 대한 결과이다. 체중은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=5.086, p=.065), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 제지방량은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=5.547, p=.057), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 체지방률은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=.517, p=.499), 주효과를 분석한 결과, 두 집단 모두 사전보다 사후에 유의하게 증가한 것으로 나타났다(p<.05). BMI는 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=4.627, p=.075), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다.

등속성 근력

〈Table 4〉는 베타알라닌 섭취집단과 위약 섭취집단 간 60°/sec 등속성 근력의 변화에 대한 결과이다. 우측 60°/sec 굴근 근력은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타났으며(F=6.389, p=.045), 사후검증 결과, 베타알라닌 섭취집단이 위약 섭취집단과 비하여 사후에 우측 60°/sec 굴근 근력이 높게 나타났다($p<.05$). 우측 60°/sec 신근 근력은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았

Table 3. Change of Body Composition According to a β-alanine Supplements

Variables	Group	Pre	Post	Significance level	
Weight(kg)	TB(4)	58.68±1.08	57.86±9.20	Group	.986
				Time	.392
	TP(4)	58.23±10.58	59.00±10.53	Group×Time	.065
Fat Free mass(kg)	TB(4)	46.43±0.90	45.30±0.91	Group	.774
				Time	.085
	TP(4)	45.05±5.26	45.13±4.97	Group×Time	.057
Fat(%)	TB(4)	20.83±2.88	21.34±4.53	Group	.789
				Time	.034*
	TP(4)	21.98±4.97	22.85±5.60	Group×Time	.499
BMI(kg/m2)	TB(4)	22.20±2.14	21.34±2.72	Group	7.99
				Time	.451
	TP(4)	21.50±3.11	21.78±3.09	Group×Time	.075

*: $p<.05$
Values are mean ± SD
TB, Training group with beta-alanine ingestion; TP, Training group with placebo ingestion

Table 4. Change of 60°/sec Isokinetic Muscular Strength According to a β-alanine Supplements

Variables		Group	Pre	Post	Significance level	
Right	Flexor(%BW)	TB(4)	124.25±21.27	144.50±24.68	Group	.697
					Time	.328
		TP(4)	133.25±8.62	125.00±20.93	Group×Time	.045*
	Extensor(%BW)	TB(4)	264.25±23.03	256.00±12.25	Group	.555
					Time	.079
		TP(4)	259.75±20.98	241.50±32.22	Group×Time	.456
	ipsilateral balance(%)	TB(4)	47.75±11.03	56.75±11.24	Group	.934
					Time	.121
		TP(4)	51.25±4.57	52.25±7.85	Group×Time	.199
Left	Flexor(%BW)	TB(4)	119.75±19.56	149.00±21.21	Group	.378
					Time	.067
		TP(4)	125.75±14.97	122.00±12.73	Group×Time	.028*
	Extensor(%BW)	TB(4)	254.50±19.97	245.50±19.05	Group	.950
					Time	.258
		TP(4)	257.00±46.28	245.75±34.76	Group×Time	.894
	ipsilateral balance(%)	TB(4)	46.75±7.09	61.00±11.02	Group	.342
					Time	.083
		TP(4)	49.50±6.35	49.75±4.57	Group×Time	.091
Balance	birateral flexor balance(%)	TB(4)	5.75±5.57	10.75±4.19	Group	.864
					Time	.394
		TP(4)	7.50±7.00	8.00±6.06	Group×Time	.481
	birateral extensor balance(%)	TB(4)	7.25±4.65	5.75±5.12	Group	.736
					Time	.542
		TP(4)	6.25±7.09	4.75±2.99	Group×Time	1.000

Values are mean ± SD; BW: Body weight; *: $p<.05$
TB, Training group with beta-alanine ingestion; TP, Training group with placebo ingestion

으며(F=.635, p=.456), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 우측 60°/sec 굴근과 신근 비율은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=2.087, p=.199), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 좌측 60°/sec 굴근 근력은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타났으며(F=8.369, p=.028), 사후검증 결과, 베타알라닌 섭취집단이 위약 섭취집단과 비교하여 사후에 우측 60°/sec 굴근 근력이 높게 나타났다($p<.05$). 좌측 60°/sec 굴근과 신근 비율은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=4.031, p=.091), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 60°/sec 좌·우측 굴근 비율은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=.564, p=.481), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 60°/sec 좌·우측 신근 비율은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=6.000, p=1.000), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 〈Table 5〉는 베타알라닌 섭취집단과 위약 섭취집단 간 180°/sec 등속성 근력의 변화에 대한 결과이다. 우측 180°/sec 굴근 근력은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타났으며(F=39.978, p=.001), 사후검증 결과, 위약 섭취집단에서 사전보다 사후에 유

의하게 감소한 것으로 나타났다(p<.05). 우측 180°/sec 신근 근력은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타났으며(F=8.417, p=.027), 사후검증 결과, 베타알라닌 섭취집단이 위약 섭취집단과 비교하여 사후에 우측 180°/sec 신근 근력이 높게 나타났다(p<.05). 좌측 180°/sec 굴근 근력은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타나지 않았으며(F=.423, p=.539), 주효과를 분석한 결과, 집단과 시점 모두 각각 유의한 차이가 나타나지 않았다. 좌측 180°/sec 신근 근력은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타났으며(F=6.837, p=.040), 사후검증 결과, 사전에 베타 알라닌 섭취집단이 위약 섭취집단과 비교하여 유의하게 높은 것으로 나타났다(p<.05).

3km기록

〈Table 6〉은 베타알라닌 섭취집단과 위약 섭취집단 간 3km 기록의 변화에 대한 결과이다. 3km 기록은 집단과 시점 간에 상호작용이 나타났다(F=13.431, p=.011).

논 의

본 연구에서는 8주 동안의 고강도 복합훈련과 카르노신의 전구체인 베타알라닌 섭취가 동반될 경우 이에 수반되는 운동수행능력의 변화를 검증하기 위하여 엘리트

Table 5. Change of 180°/sec Isokinetic Muscular Strength According to a β-alanine Supplements

Variables		Group	Pre	Post	Significance level	
Right	Flexor(%BW)	TB(4)	73.50±2.89	84.25±2.22	Group	.938
					Time	.012*
		TP(4)	80.25±2.99	77.25±2.50	Group×Time	.001**
	Extensor(%BW)	TB(4)	85.00±2.71	88.75±2.22	Group	.096
					Time	.068
		TP(4)	83.00±4.24	82.50±3.00	Group×Time	.027*
Left	Flexor(%BW)	TB(4)	86.50±2.08	86.25±2.06	Group	.970
					Time	.489
		TP(4)	80.25±4.35	83.50±2.08	Group×Time	.539
	Extensor(%BW)	TB(4)	86.50±2.08	86.25±2.06	Group	.054
					Time	.066
		TP(4)	80.25±4.35	83.50±2.08	Group×Time	.040*

*: p<.05, **: p<.01
Values are mean ± SD; BW: Body weight
TB, Training group with beta-alanine ingestion; TP, Training group with placebo ingestion

Table 6. Change of 3km Record According to a β-alanine Supplements

Variables	Group	Pre	Post	Significance level	
3km Record(sec)	TB(4)	256.47±6.20	250.32±9.77	Group	.136
				Time	.173
	TP(4)	242.71±6.02	253.38±6.19	Group×Time	.011*

*: p<.05
Values are mean ± SD
TB, Training group with beta-alanine ingestion; TP, Training group with placebo ingestion

사이클 선수를 대상으로 8주간의 베타알라닌 섭취 후 경기기록 및 등속성 근력의 변화를 알아보았다. 독주능력은 생리학적, 환경적, 그리고 운동학적 요인 등이 주요 변인으로 작용되는 지구성 사이클링의 총체적 경기력을 의미하는 동시에(Koo, 2009), 지구성 사이클링 능력의 평가지표로 이용되는 특징을 갖는다(Abbiss & Lauresen, 2005). 이에 본 연구는 고강도 복합훈련과 함께 베타알라닌 섭취 프로그램 적용 후 선수들의 독주 능력을 측정하였으며, 그 결과 상호작용에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 베타알라닌 섭취에 따른 엘리트 사이클 선수들의 근력 및 근지구력 향상에 따른 결과로 해석되며, 베타알라닌 섭취를 통한 근육 내 카르노신 농도의 증가는 다양한 운동 종목에서 선수들의 경기수행능력의 증가를 가져올 수 있는 의미 있는 결과로 판단되는 동시에, 베타알라닌 섭취와 지구성 능력간의 높은 상관성을 보고한 Wilson et al.(2010)의 보고와 일치하는 경향을 나타냈다.

등속성 근기능이란 일정한 속도로 이동하는 근섬유에 의해 발휘되는 힘을 의미하는 것으로(Adams, 1998), 여기서 얻어진 최대파워(peak torque;PT)는 힘의 거리와 크기(Distance × Force)로 인해 산출되며(Kemp & Anderson, 1988), 산출된 최대파워를 체중으로 나누어 줄 경우(peak torque/body weight × 100) 피험자의 최대운동능력을 상대평가하는데 유용한 지표로 사용될 수 있다(Perrin, 1993). 본 연구에서 계측한 등속성 근기능의 변화량을 살펴보면, 베타알라닌 섭취집단과 위약 섭취집단 간의 사후검증 결과 우측 60°/sec 굴근 근력 및 좌측 60°/sec 굴근 근력 변인에서 시기와 집단 간 유의한 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났으며, 180°/sec 등속성 근력에서 우측굴근과 신근, 그리고 좌측신근의 근력이 위약 섭취집단과 비교하여 유의하게 높은 것으로 나타났다. 운동선수의 경우 60°/sec의 저속부하를 사용하여 동적 근력을 측정하며, 180°/sec의 부하를 사용해 근파워를 평가한다는 보고에 근거해(Cybex, 1993) 베타알라닌 섭취 이후 엘리트 사이클 선수들의 우측과 좌측굴근의 근력, 우측굴근과 신근 및 좌측 신근의 근파워가 향상되었음을 알 수 있었다.

카르노신은 베타알라닌과 히스티딘의 결합으로 합성되는 디펩타이드로서 보충요법을 통해 근육 내 농도를 향상시킬 수 있는 특징을 갖으며(Hill et al.,2007), 근육 내 카르노신 농도의 증가는 세포막 손상을 억제시키는 항산화 능력의 향상과 칼슘유입의 역할을 수행하는 동시에(Mannion et al., 1995), 수소이온의 완충작용을 통해 고강도 운동시 근피로를 지연시키게 된다.(Abe, 2000). 사이클 선수가 주로 사용하는 하지의 주동근이 대퇴사두근과 슬관절 굴근임을 감안할 때 베타알라닌 섭취집단의 굴근 근력 향상은 경기력에 매우 큰 효과를 미칠 것으로 기대되며, 아울러 이와 같은 결과는 근피로를 지연시키는 카르노신의 효과를 보여주는 동시에 고강도훈련에 따른 근 섬유횡단면적 증가가 상보적으로 작용했을 것으로 추정된다(Son et al., 2010).

이상의 연구결과를 통해 카르노신의 전구체인 베타알라닌의 보충이 고강도 복합훈련에 의한 운동수행능력과 경기력 향상에 긍정적 영향을 미칠 것으로 보이며 경기력 향상 효과를 최대화시키기 위한 트레이닝과 카르노신의 생리적 작용에 대한 보다 높은 과학적 연구가 진행되어야 할 필요성이 제시된다.

결 론

본 연구의 목적은 여자 사이클 선수를 대상으로 두 집단으로 구분하여 8주간 베타알라닌 섭취와 함께 고강도 복합훈련을 적용한 후 근육 내 카르노신 농도를 높이기 위한 베타알라닌 보충이 운동수행능력 변화에 미치는 영향을 규명하는 데 있으며, 본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다. 3km 기록 측정에서 베타알라닌 섭취 집단의 경기기록이 더 빠른 것으로 나타났다(p<.05). 등속성 근력의 경우, 60°/sec 좌우측 굴근 근력, 180°/sec 좌우측 신근 근력, 우측 굴근 근력에서 상호작용이 나타났다(p<.05). 이상의 결과를 종합해보면, 고강도 복합훈련 동안 베타알라닌의 지속적인 섭취는 여자 사이클 선수들의 전문체력과 경기력 요인을 향상시키는 에르고제닉에이드로서 그 기능을 하는 것으로 판단된다. 따라서 스피드지구력 및 근력 향상을 필요로 하는 사이클 선수들에게 베타알라닌 섭취는 경기력을 변화시킬 수 있는 효율적인 훈련프로그램의 대안이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

Abbiss, C. R., & Laursen, P. B. (2005). Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Medicine, 35*(10), 865-898.

Abe, H. (2000). Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry of biokhimiia, 65*(7), 757-765.

Adams, G. M. (1998). *Exercise Physiology. Laboratory Manual.* Boston. MA: Mcgraw-hill.

Baguet, A., Koppo, K., Pottier, A., & Derave, W.(2010). Beta-alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *European journal of applied physiology, 108*(3), 495-503.

Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine, 4*(6), 381-394.

Bompa, T. (1999). *Periodization training for sports.* Human Kinetics. Champaign, IL.USA.

Bump, K. D., Lawrence, L.M., Moser, L.R., Miller-Graber, P.A & Kurcz. E.V. (1990). Effect of breed of horse on muscle carnosine concentration. Comp. *Biochem. Physiol*. 195-197.

Cho, H., Kim, J., & Rho, D. (2013). The Characteristics of Isokinetic Lower Limb Muscular Strength and Anaerobic Exercise Ability Per Weight in University Boxing Athletes. *Journal of coaching development*, 125-131

Cybex manual (1993). *Cybex 6000 testing and rehabilitation system* User guide.

Davis, J. K., & Green, J. M. (2009). Caffeine and anaerobic performance. *Sports Medicine, 39*(10), 813-832.

Derave, W.,Eijnde, B.O., & Hespel, P.(2003). Creatine supplementation in health and disease: what is the evidence for long-term efficacy. *Molecular & Cellular Biochemistry, 24*(1), 49-55.

Derave. W., Everaert, I., Beeckman, S., & Baguet, A.(2010). Muscle Carnosine Metabolism and β-Alanine Supplementation in Relation to Exercise and Training. *Sports Medicine, 40*(3), 247-263

Derave, W.,Ozdemir, M.S., Harris, R.C., Pottier, A., Reyngoudt, H., Koppo, K., Wise, J., & Achten, E.(2007). β-Alanine Supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *Journal of applied physiology, 103*(5), 1736-1743.

Donovan, T., Ballam, T., P Morton, J., & L Close, G. (2012). β-alanine improves punch force and frequency in amateur boxers during a simulated contest. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism, 22*(5).

Friel, J (1996). *The cyclist's training bible.* Velvo press, Boulder, CO, USA.

Harris, R., Tallon, M., Dunnett, M., Boobis, L., Coakley, J., Kim, H., Fallowfield, J., Hill, C., Sale, C., & Wise, J.(2006b). The absorption of orally supplied β-Alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vatus lateralis. *Amino acids, 30*(3), 279-289.

Hill C. A., Harris R. C., Kim H.J., Boobis L & Wise J.A.(2005). Effects of twenty-eight days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on the physical working capacity at neuromuscular fatigue threshold. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 20*(4), 928-931.

Hill, C., Harris, R., Kim, H., Harris, B., Sale, C., Boobis, L., Kim, C., & Wise, J.(2007). Influence of β-Alanine Supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino acids, 32*(2), 225-233.

Hobson, R.M., Saunders, B., Ball, G., Harris, R.C., & Sale, C.(2012). Effects of β-Alanine Supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino acids, 43*(1), 25-37.

Jung, Y. (2002). *study on the functions of the heart and lung of the athletics majored student compared with the cycle racer.* M.A. Dissertation, Joongang University.

Kemp, L., & Anderson, T.(1988). *Measurement of knee extension torque at angular velocities ranging form 60 to 600 per second.* An abstract

Kendrick, I. P., Harris, R. C., Kim, H. J., Kim, C. K., Dang, V. H., Lam, T. Q., ... & Wise, J. A. (2008). The effects of 10 weeks of resistance training combined with β-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino acids, 34*(4), 547-554.

Kim, D. (2003). The effects of the endurance training on blood component and oxygen transports capacity at resting and exercise stress test in cycle athletes, *Exercise science, 12*(4).

Kim, J., & Kim, E. (2009). The effects of periodization of strength training on athletic Performance related to cycling speed in elite middle and Long distance cyclists, *Korean journal of physical eduaction, 48*(1), 375-388.

Kim, K. (2013). *Impact β-Alanine intake and physical training complex on the performances of the national team and professional fitness boxers.* KISS, 2013-21.

Koo, S. (2009). *Analysis of Physical Composition, Physical Strength and Isokinetic Muscle Function of Track Cycle Players and Road Cycle Players.* M.A. Dissertation, Kemyoung University.

Mannion, A. F., Myburgh, K. H., Lindsay, F. H., Dennis, S. C., Noakes, T. D., & Hawley, J. A. (1995). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology, 75*(1), 7-13.

Pedersen, T.H., Nielsen, O.B., Lamb, G.D., & Stephenson, D.G.(2004). Intracellular acidosis enhances the excitability of working muscle. *Science(New York, N.Y.), 305*(5687), 1144-1147.

Perrin, D. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment.* Human Kinetic. IL: Champaign.

Ponte, J., Harris, R. C., Hill, C. A., Sale, C., Jones, G. A., Kim, H. J., & Wise, J. A. (2006). Effect of 14 and 28 days β-alanine supplementation on isometric endurance of the knee extensors. *J Sports Sci, 25*, 344.

Stout, J. R., Cramer, J. T., Zoeller, R. F., Torok, D., Costa, P., Hoffman, J. R., ... & O'kroy, J. (2007). Effects of β-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino acids, 32*(3), 381-386.

Son, H., Ha, Y., Park, N., & Kim, C. (2010). Effects of β-alanine supplementation and exercise training on muscle carnosine concentration and exercise performance in elite swimmers, *Exercise science, 19*(3), 247-256.

Stout, J. R..Cramer, J. T.. Zoeller, R F, Torok, D.. Costa, P,, HoVman, J. R.. Harris, R. C.. & O'Kroy, J.(2007). Effects of beta-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino. Acids, 32*, 381-386.

Wilson, J. M., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., Smith, A. E., & Stout, J. R. (2010). Beta-alanine supplementation improves aerobic and anaerobic indices of performance. *Strength & Conditioning Journal, 32*(1), 71-78.

베타알라닌 섭취가 중장거리 여자 사이클 선수의 등속성 슬관절 근기능 및 경기기록에 미치는 영향

이영화(삼양사), **전영경**(서울시청), **노대성**(용인대학교), **서태범**(한국스포츠개발원)

본 연구는 8주간의 베타알라닌 섭취가 중장거리 여자사이클 선수의 등속성 슬관절 근기능 및 경기기록에 미치는 효과를 검증하는 데 목적이 있다. 연구 대상자는 여자 사이클 선수 8명을 선정하였으며, 베타알라닌 섭취집단(Training group with beta-alanine ingestion, TB) 4명과 위약섭취집단(Training group with placebo ingestion, TP) 4명으로 무작위 분류하였다. 고강도 복합훈련과 함께 8주 동안 1일 3회씩 베타알라닌 및 위약의 섭취가 진행되었다. 운동수행능력을 평가하기 위해 사전·사후에 등속성 슬관절 근기능과 3km 경기기록 측정을 시행하였다. 집단과 측정시기에 따른 변인들의 변화량을 비교·분석하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다. 등속성 근력의 경우, 좌우측 60°/sec 굴근 근력, 좌우측 180°/sec 신근 근력, 우측 180°/sec 굴근 근력 에서 집단과 시점 간에 상호작용이 나타났다. 3km 기록의 경우 집단과 시점간의 상호작용이 나타났다. 결론적으로 베타알라닌 섭취는 운동수행능력 및 경기기록 향상에 기여할 것으로 생각된다.

주요어: 베타알라닌, 등속성 슬관절 근기능, 경기기록