

최대운동상황에서 스포츠음료(DBD)가 젖산수준과 염증반응 및 심폐기능에 미치는 영향

Effects of Sports Beverage(DBD) on Lactic Acid Levels, Inflammatory Reactions, and Cardiopulmonary Functions in Maximum Exercise Situations

염동철(한국체육대학교 교수) · 조인호(한국체육대학교 교수) · 박노환(한국체육대학교 외래교수) · 남정훈*(한국체육대학교 교수)

Dong-Chul Yeom *Korea national Sport University* · In-Ho Cho *Korea national Sport University* · No-Hwan Park *Korea national Sport University* · Jung-Hoon Nam* *Korea national Sport University*

요약

본 연구는 고강도 훈련을 지속적으로 수행하고 있는 선수를 대상으로 과당 기반 스포츠음료(Dream balance doctor : DBD)의 기능성을 검증하는데 목적이 있다. 이러한 목적에 따라 참여 의사를 밝힌 15명의 선수를 대상으로 스포츠음료 섭취 전·후 최대운동부하 검사를 통하여 혈중 젖산과 염증반응 및 심폐기능의 변화를 검증하였다. 자료 분석은 SPSS 21.0 프로그램을 활용하여 분석을 진행하였다. 최대운동부하검사를 통한 운동시간, 심박수, 산소섭취량, 운동 자각도의 변화와 혈중 Lactate와 Insulin 및 CRP의 차이를 검증하기 위한 정규성 검정(normality test)과 대응표본 t검증(paired t-test)을 실시하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다. 첫째, 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 Time, RPE, VO_2 max, AT HRmax, RPE에서 유의한 차이가 나타났다. 둘째, 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 회복기 20분의 혈중 Lactate 및 Insulin 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 셋째, 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 혈중 CRP에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Abstract

The purpose of this study is to verify the functionality of Dream balance doctor (DBD) in athletes who are continuously performing high-intensity training. For this purpose, 15 athletes who expressed their intention to participate were tested for maximum exercise load before and after consuming sports drinks to verify changes in blood Lactate, inflammatory reactions, and cardiopulmonary function. Data analysis was conducted using the SPSS 21.0 program. A normality test and a paired t-test were conducted to verify changes in exercise time, HR, VO_2 max, and RPE through the maximum exercise load test, and the difference between Lactate, Insulin, and CRP in the blood. As a result of the analysis, the following results were derived. First, there were significant differences in Time, RPE, VO_2 max, AT HRmax, and RPE before and after consumption of sports beverage (DBD). Second, there was a significant difference in blood lactate and insulin levels in 20 minutes of recovery before and after consumption of sports beverage (DBD). Third, there was no significant difference in blood CRP before and after consumption of sports beverage (DBD).

Key words : Sport beverage, High-intensity training, Cardiopulmonary function, Lactate, Inflammatory reaction

* n77h782@knsu.ac.kr

이 논문은 (주) 올바른헬스케어의 지원을 받아 수행된 연구임.

1. 서론

고강도 훈련을 지속적으로 수행하는 선수들은 운동 후 젖산과 무기 인산염 등의 물질들이 혈중에 발생하고, 다량의 수분과 전해질 물질이 땀으로 체외로 배출되어 높은 수준의 피로와 탈수 및 면역 감소 등 생체방어기전에 부정적인 상황에 놓여 있다(Gleeson, 2007).

선수들의 수행력 향상을 위해 실시하는 고강도 훈련의 영향을 규명한 연구들에 따르면 고강도 훈련은 수행력 향상 외에 그 자체가 신체 내의 염증반응 항진을 초래하는 원인이 되어 기존의 손상된 조직들의 회복을 지연시키거나 악화를 가져온다(Shephard, 2001). 일반적으로 강도 높은 신체활동은 신체 내의 대식세포(macrophage)의 활성화를 촉진하여 대사과정에서 tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-6(IL-6) 등의 사이토카인(cytokine) 및 케모카인(chemokine) 등의 염증반응물질의 분비를 일시적으로 증가시킨다. 그리고 이러한 염증성 사이토카인의 증가는 에피네프린(epinephrine) 및 노르에피네프린(norepinephrine) 등의 스트레스 호르몬 증가 및 심부온도(core temperature)의 급격한 상승을 유도함으로써 수행력에 부정적인 영향을 준다. 이에 따라 일찍이 스포츠 분야에서는 선수들의 수행력 향상을 위해 피로회복능력의 증진과 함께 고강도 훈련이나 시합 이후 발생하는 과도한 염증반응을 억제하고 최상의 컨디션을 유지하기 위한 다양한 방법들이 적용되고 있다.

오늘날 스포츠 분야에서 선수들의 최상의 컨디션을 유지하기 위한 보편적 방법으로 스포츠음료가 활용되고 있다. 스포츠음료는 1960년대 미국에서 미식축구선수들의 최상의 컨디셔닝을 확보하기 위한 목적으로 활용되기 시작하였다(최명숙, 2008). 이후 프로스포츠 시장의 급성장과 더불어 스포츠음료는 단순히 운동 후 회복의 보조제 외에 에너지 보강과 더불어 지구력 향상 등 수행력 향상에 도움이 되는 다양한 기능성 음료로서 활용되고 있다.

초기 스포츠음료 시장은 운동 후 손실된 수분과 전해질 보충을 통해 신속한 수분 섭취에 도움을 주는 것을 목표로 나트륨과 칼륨 등의 무기질(전해질)을 주성분으로 개발되었으나, 이후 피로 회복의 기능성이 추가되어 비타민 B1, B2 및 C 등이 활용되고 있다. 현재는 에르고게이닉에이드(ergogenic aids) 추세에 따라 피로회복은 물론 항상성 유지, 산화-항산화 반응조절, 염증반응조절 및 면역증진의 기능성을 중심으로 스포츠음료 시장이 형성되고 있다(김철우, 꺾이섭 및 백영호, 2012).

최근에는 장시간의 마라톤이나 장거리 달리기와 같은 장시간의 훈련이나 경기를 하는 종목이나 훈련의 강도가 높은 유도, 레슬링, 역도 등의 종목을 중심으로 훈련이나 경기 중 피로회복을 신속하게 유도하기 위한 카네틴(carnitine)과 TCA 싸이클의 인터미디에이트로의 직접적 관여를 통해 신속하게 에너지를 생성하는 BCAA(Branched Chain Amino Acids) 등의 아미노산을 활용한 스포츠음료가 소개되고 있다(박성모, 김병우 및 꺾이섭, 2015).

그러나 새로운 소재와 기능성을 중심으로 급성장하고 있는 스

포츠음료 시장에 비해 선수들의 경기력에 대한 스포츠음료의 실용성에 대한 부정적 견해가 존재하고 있는 것이 사실이다. 스포츠음료의 기능성을 규명한 연구(김희곤, 2002; 이주형 및 김주영, 2015; 송영주 등, 2004)들에 따르면 정제된 아미노산을 주성분으로 하는 스포츠음료의 경우 훈련이나 경기 전에 섭취할 경우 급속한 인슐린 분비와 혈당량 감소로 인하여 수행력 증가보다는 급속한 피로를 유발하여 경기력에 유의한 긍정적 효과를 주지 못하는 것으로 나타났다(Wilson & Ingraham, 2014).

또한, 스포츠음료의 목표가 단기간의 수분공급과 전해질 보충이므로 음료의 기본구조를 전해질 및 글루코스 기반으로 설계함으로써 단기간의 훈련과 경기 종목을 선수들에게는 도움이 되지만, 장기간의 고강도 훈련과 경기에 참여하는 선수들에게는 큰 도움이 되지 못하는 것이 사실이다(이주형 및 김주영, 2015).

따라서, 이러한 스포츠음료의 기능성 한계를 극복하기 위해 글루코스 기반의 영양공급이 아닌 과일에서 추출한 과당을 기반으로 하는 스포츠음료가 개발되고 있다. 과당은 정제된 아미노산과 달리 경기 직전에 섭취하여도 급격한 인슐린의 변화가 나타나지 않으며, 동물실험에서는 단백질 활성을 촉진하여 근력의 변화는 물론 근육의 피로물질인 젖산의 혈중 농도도 감소시키는 것으로 나타났다(박성모 등, 2015). 또한 과당은 인위적인 합성이나 추출과정을 통해서 제조되는 것이 아닌 천연물 소재이므로 안전성이 매우 높다.

탄수화물은 단백질 지방과 더불어 생물체의 주요 에너지원이다. 그러나 이러한 중요성에도 불구하고 탄수화물은 현대인들의 고열량 위주의 식습관과 운동부족 등의 생활양식의 변화에 따라 비만을 유발시키는 원인으로 분류되고 있다. 이에 따라 생명 유지에 필수적인 원활한 에너지 공급을 유지하면서 비만의 위험을 낮출 수 있는 저열량 탄수화물인 폴리덱스트로스(polydextrose)가 기능성 식품의 기반 소재로 활용되고 있다. 그리고 무엇보다 폴리덱스트로스(polydextrose)는 포도당이 무작위적으로 결합된 폴리머 형태의 수용성 식이섬유로써, 대사과정에서 일반 포도당에 비해 흡수율이 빠르며, 소화과정에서 거북함이나 복부팽창 및 설사 등의 위험이 전혀 없다 (Calorie, Contron, & Council, 2019). 이에 따라 폴리덱스트로스(polydextrose)는 다양한 기능성 식품의 배합원료로서 활용도가 매우 높으며, 차세대 스포츠음료의 기반구조로 활용 가치가 높다.

그러나 기존의 스포츠음료의 한계성을 극복하기 위한 소재의 가치에도 불구하고 실증적으로 과당과 폴리덱스트로스(polydextrose)를 기반으로 하는 스포츠음료의 기능성을 규명하는 연구가 부족한 것이 사실이다. 이에 따라 본 연구에서는 과일에서 추출한 과당과 폴리덱스트로스(polydextrose)를 기반으로 제조된 스포츠음료의 기능성을 규명하기 위하여 고강도 훈련을 지속적으로 실시하고 있는 선수들을 대상으로 운동수행력의 변화 및 피로물질에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상은 유목적표집법(purposeful sampling)을 이용하여 대상자를 선정하였다. 우선, 고강도 훈련에 지속적으로 참여하고 있는 대학역도선수를 대상으로 선정한 다음 연구협조의사를 밝힌 대학팀을 방문하여 연구의 목적과 방법을 설명하였다. 그리고 참여의사를 밝힌 선수들 중 대상으로 근골격계의 부상이나 질환이 없는 선수를 선발하였다.

표 1. 연구대상자 일반적 특성 (M±SD)

집단	골격근량 (kg)	제지방량 (kg)	체지방량 (kg)	BMI (kg/m ²)
15	40.6±8.8	70.4±8.8	17.4±1.8	28.2±4.2

대상자들을 대상으로 개인정보 및 결과의 활용에 대한 설명을 진행한 다음 자발적 참여와 언제든지 참여 중단을 결정할 수 있다는 동의서를 작성하도록 하였다.

2. 연구절차

본 연구에서의 측정은 과당 기반 스포츠음료 비 투여 전과 투여 후 2차에 걸쳐 진행하였다. 1차 및 2차 모두 동일한 조건환경에서 실시하였다. 측정 전 9시간의 공복을 유지하도록 하였으며, 오전 9시의 동일한 시간대와 측정장소에 진행하였다. 측정 전 동일한 복장을 하도록 하였으며, Inbody 720(Biospace, Korea)를 활용하여 신체구성 성분을 측정하였다.

1차 측정 및 2차 측정 20분 전 동일한 음료통에 같은 양의 수분 및 스포츠음료(400ml)를 섭취하도록 하였으며, 최대운동부하검사 20분 전, all-out 직후, 회복기 20분 후에 채혈을 실시하였다.

1) 스포츠음료 (Dream balance doctor : DBD)

본 연구에서 사용한 1차 측정에서 사용한 음료는 어떠한 성분이 함유되어 있지 않는 생수를 사용하였으며, 2차 측정에서는 <표 2>에서 제시한 바와 같이 감귤(4.0%), 포도(2.0%), 등 채소과일혼합농축액(11.15%), 녹차추출물(20.0%)을 기반으로 폴리덱스트로스(9.0%), 프락토올리고당(4.0%), 정제수(49.17%) 등으로 구성되었다.

표 2. 스포츠음료(Dream balance doctor : DBD) 구성 비율(%)

구성원료	비율 (%)
채소과일혼합농축액	11.15
감귤농축액	4.0
포도과즙	2.0
녹차추출물	19.79
폴리덱스트로스	9.0
프락토올리고당	4.0
멀티비타민미네랄믹스	1.0
가르시니아캄보지아	0.03
혼합 유산균	0.03
정제수	49.0
총 합	100

2) 최대운동부하검사

본 연구에서의 최대운동부하검사는 MetaMax3B(Germany)를 이용하여 측정하였다. 측정 프로토콜은 고강도 운동 상황을 연출하기 위하여 수정된 Bruce 프로토콜을 활용하였다. 기존의 Bruce 프로토콜과 다르게 2분마다 3MET씩 점증되도록 속도 및 경사도를 증가하였다. 측정 중 all-out 판정은 참가대상자가 더 이상의 운동을 지속할 수 없어 트레드밀의 중단버튼을 누르거나, 호흡교환율이 1.15 이상, 예상 심박수가 최대심박수의 90% 이상, 증가하고 있는 운동강도 대비 선소섭취량이 증가하지 않는 고원이 나타날 때, 측정 중 참가자가 인지하는 운동자각도(RPE)가 19 이상일 때 등의 경우 중에서 2가지 이상 증상이 나타날 때로 정의하였다.

3) 혈액검사

대상자들의 젖산 수준과 염증반응은 혈액검사를 통하여 측정하였다. 측정 전날 20시 이후부터 음식물 섭취를 통제하여 최소 12시간 이상의 공복상태를 유지하도록 하였다. 혈액채취는 medicut를 꽂아 놓은 일회용 주사기를 이용하여 상완정맥에서 실시하였으며, 각 최대운동부하검사 전, 운동직후(all-out), 회복기 20분 후에 각 5cc 채혈을 진행하였다. 채혈된 혈액은 SST 용기에 담아 2,500~3,000rpm으로 원심분리를 통해 혈청과 혈구를 분리한 후 분석을 진행하였다. 혈중 젖산수준은 자동혈당분석기(YS12300 STATE pulse)를 이용하여 분석하였으며, 혈중 인슐린은 coat-A-count kit(Diagnostic Products Corporation, USA)을 이용한 Gamma Counter(1470 Wizard, Wallac, automatic count, Finland) 방법으로 분석하였다. 그리고 CRP 수준은 C-reactive protein 시약(Denka Co., Japan)과 분석기(Hitachi 7180, Japan)를 이용한 Immunoturbidometry 방법으로 분석을 진행하였다.

3. 자료처리

본 연구에서 측정된 자료는 평균(M)±표준편차(SD)형태로 표기하였다. 분석은 IBM SPSS 21.0(IBM, USA)을 이용하였으며, 분석에 앞서 정규성검정(normality test)을 실시하여 정규성을 위배하지 않을 경우에는 대응표본 t검증(paired t-test)을, 정규성을 위배할 경우에는 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 이용하여 1차 및 2차 시기별 최대운동부하검사 결과와 운동전과 직후 및 회복기 20분에 측정된 자료(Lacate, CRP, Insuline)의 차이를 분석하였다. 본 연구에서 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

III. 연구결과

본 연구는 과당기반 스포츠음료(DBD)가 고강도 운동 상황에서 운동능력과 피로회복능력 및 염증반응에 대한 영향을 규명하기 위하여 진행되었으며 다음과 같은 결과를 도출하였다.

1. 최대운동부하검사 결과

측정자료의 정규성 검정(normality test)을 실시한 결과 <표 3>에서 제시된 바와 같이 Kolmogorov-Smirnov 및 Shapiro-Wilk test 지수가 유의하게 나타나지 않아 정규성을 위배하지 않는 것으로 나타났다.

표 3. 정규성검정 결과

항목	시기	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk test
TIME(sec)	1	0.212	0.905
	2	0.190	0.913
RPE	1	0.157	0.951
	2	0.155	0.961
AT PER	1	0.226	0.925
	2	0.225	0.936
VO ₂ max RER	1	0.269	0.733
	2	0.259	0.848
AT VO ₂ max	1	0.208	0.934
	2	0.210	0.905
VO ₂ max	1	0.244	0.859
	2	0.251	0.857
AT HRmax	1	0.217	0.917
	2	0.208	0.924
HRmax	1	0.258	0.852
	2	0.203	0.892

스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 운동능력과 심폐기능의 변화를 규명하기 위하여 대응표본 t 검증(paired t-test)을 실시하였다.

분석결과 <표 4>에서 나타난 바와 같이 전체 운동시간(Time), 주관적 통증(RPE), VO₂ max, AT HRmax 등에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

전체 운동시간(Time)은 스포츠음료(DBD)를 섭취 전에는 824.3±47.2였으며, 스포츠음료(DBD)를 섭취하였을 때에는 917.2±54.1로 나타났다. 섭취 전·후 대비 전체 운동시간은 평균 92.9 sec 증가하여 통계적으로 유의한 차이($p < 0.01$)가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 스포츠음료(DBD)가 운동지속능력을 향상시켰음을 의미하는 결과이다.

표 4. 운동능력 및 심폐기능 차이 분석

항 목	1차	2차	t
Time(sec)	824.3±47.2	917.2±54.1	6.22**
RPE	17.9±3.3	16.1±0.4	3.78*
AT PER (CO ₂ /O ₂)	1.5±0.6	1.5±0.4	1.77
VO ₂ max RER (CO ₂ /O ₂)	1.3±.09	1.4±0.7	0.98
AT VO ₂ max (CO ₂ /O ₂)	39.2±6.5	40.8±3.8	1.54
VO ₂ max (ml/kg/min)	49.2±4.2	53.2±5.1	3.88*
AT HRmax (beats/min)	181.2±4.3	170.2±4.2	4.21**
HRmax (beats/min)	196.2±4.4	197.2±3.8	1.22

* $p < .05$, ** $p < .01$

운동자각도(RPE : Rating of Perceived Exertion)에서도 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 유의한 차이($p < 0.05$)가 나타났다. 이러한 결과는 스포츠음료(DBD)를 섭취 한 다음 실시한 운동기능검사 과정에서 대상자들이 인지하는 주관적 운동강도 수준이 낮아졌음을 의미하는 것이다.

AT PER (CO₂/O₂)와 VO₂max RER (CO₂/O₂), AT VO₂max (CO₂/O₂) 모두 스포츠음료 섭취 전·후 변화에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그러나, VO₂max RER (CO₂/O₂), AT VO₂max (CO₂/O₂)에서는 증가되는 경향이 나타났다.

VO₂max (ml/kg/min)에서는 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 유의한 차이($p < 0.05$)가 나타났다. 섭취 전에는 49.2±4.2(ml/kg/min)이었으나, 섭취 후 53.2±5.1(ml/kg/min)로 나타나 평균 4.0(ml/kg/min) 증가하였다. 이러한 결과는 스포츠음료(DBD) 섭취가 운동수행과정에서 유산소능력의 향상에 도움이 되었음을 의미하는 결과이다.

AT HRmax (beats/min)은 스포츠음료(DBDE) 섭취 전·후 통계적으로 유의한 차이($p < 0.01$)가 나타났다. 섭취 전 181.2±4.3으로 나타났으나 후에는 170.2±4.2로 나타나 AT HRmax (beats/min)는 평균 11.0 (beats/min)이 감소하였다. 그러나 HRmax (beats/min)은 유의한 차이가 나타나지 않았으나 섭취 전에는 196±4.4이었으나 후에는 197.2±3.8로 증가하는 경향이 나타났다.

2. 혈중 피로물질 및 염증반응 변화

스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 혈중 피로물질 및 염증반응 측정 자료의 정규성검정(normality test)결과 <표 5>에서 나타난 바와 같이 정규성을 위배하지 않는 것으로 나타났다.

표 5. 정규성검정 결과

항목	시기	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk test
CRP (mg/dl)	Pre	0.233	0.901
	Pos	0.204	0.903
	Rec	0.245	0.889
Lactate (mmol/l)	Pre	0.211	0.921
	Pos	0.222	0.902
	Rec	0.72	0.884
Insulin (μU/l)	Pre	0.195	0.825
	Pos	0.212	0.811
	Rec	0.242	0.902

이에 따라 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 혈중피로물질과 염증반응의 변화를 규명하기 위하여 대응표본 t 검증(paired t-test)을 실시하였다. 분석결과 CRP(c-reactive protein)에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, Lactate 및 Insulin에서는 유의한 차이가 나타났다.

표 6. 혈중 피로물질 및 염증반응 차이 분석

항 목	시기	Pre	Post	Recovery (20 min)
CRP (mg/dl)	1차	0.11±0.07	0.12±0.02	0.12±0.08
	2차	0.10±0.02	0.11±0.07	0.11±0.09
Lactate (mmol/l)	1차	2.29±0.31	18.92±3.02	10.21±1.71*
	2차	2.02±0.22	17.02±2.62	7.92±1.02
Insulin (μ U/l)	1차	5.13±1.72	4.98±0.82	7.01±2.52
	2차	5.76±0.43	5.31±1.02	8.77±2.22*

* $p < .05$, 1차 vs 2차

운동 전 스포츠음료(DBD) 섭취하지 않은 1차 측정에서 Lactate 수치는 2.29(mmol/l), 스포츠음료(DBD)를 섭취 한 2차 측정에서는 2.02(mmol/l)으로 나타나 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 대비 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았지만 감소하는 경향이 나타났다. 운동직후 스포츠음료(DBD) 섭취하지 않은 1차 측정에서 Lactate 수치는 18.92(mmol/l)로 나타났으나 스포츠음료(DBD) 섭취한 2차 측정에서는 17.02(mmol/l)로 나타나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 감소하는 경향이 나타났다.

그러나, 운동 후 회복 20분에서 측정한 Lactate 수치는 스포츠음료(DBD)를 섭취하지 않은 1차 측정 대비 스포츠음료(DBD)를 섭취한 2차에서는 통계적 유의한 차이($p < 0.05$)가 나타났다. 1차 측정에서 Lactate 수치는 10.21(mmol/l)로 나타났으며 2차 측정에서는 7.92(mmol/l)로 나타나 평균 2.29(mmol/l) 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 스포츠음료(DBD)가 운동 후 회복기 20분에서 Lactate 수치 감소에 효과가 있음을 의미하는 것이다.

운동 전 스포츠음료(DBD) 섭취하지 않은 1차 측정에서 Insulin 수치는 5.13(μ U/l), 스포츠음료(DBD)를 섭취 한 2차 측정에서 5.76(μ U/l)으로 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 대비 유의미한 변화는 나타나지 않았다. 운동직후 스포츠음료(DBD) 섭취하지 않은 1차 측정에서 Insulin 수치는 4.98(μ U/l), 스포츠음료(DBD) 섭취한 2차 측정에서는 5.31(μ U/l)로 나타나 2차에서 높게 나타났으나 유의한 차이는 없었다.

그러나, 운동 후 회복 20분에서 측정한 Insulin 수치는 스포츠음료(DBD)를 섭취하지 않은 1차 측정 대비 스포츠음료(DBD)를 섭취한 2차에서는 통계적 유의한 차이($p < 0.05$)가 나타났다. 1차 측정에서 Insulin 수치는 7.01(μ U/l)로 나타났으며 2차 측정에서는 8.77(μ U/l)로 나타나 평균 1.76(μ U/l) 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 스포츠음료(DBD)가 운동 후 회복기 20분에서 혈중 Insulin 수치를 높였음을 의미하는 것으로 에너지 생성에 도움을 주고 있음을 의미하는 결과이다.

운동 전 스포츠음료(DBD) 섭취하지 않은 1차 측정에서 CRP 수치는 0.11(mg/dl), 스포츠음료(DBD)를 섭취 한 2차 측정에서는 0.10(mg/dl)로 나타나 운동 전 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 대비 유의미한 변화는 나타나지 않았다. 운동직후 스포츠음료(DBD) 섭취하지 않은 1차 측정에서 CRP 수치는 0.12(mg/dl), 스포츠음료

(DBD) 섭취한 2차 측정에서는 0.11(mg/dl)로 나타나 유의미한 변화는 나타나지 않았다.

운동 후 회복 20분 스포츠음료(DBD) 섭취하지 않은 1차 측정에서 CRP 수치는 0.12(mg/dl), 스포츠음료(DBD) 섭취한 2차 측정에서는 0.11(mg/dl)로 나타나 유의미한 변화는 나타나지 않았다.

IV. 논의

본 연구는 과당기반 스포츠음료(Dream balance doctor: DBD)의 운동수행력과 피로회복에 대한 기능성을 검증하기 위한 목적으로 진행되었다.

일반적으로 선수들의 운동수행력은 크게 최대산소섭취량(VO_2 max)과 무산소성 역치(anaerobic threshold, AT)와 매우 밀접한 관계가 있다(박주희, 권기선, 김규태 및 이강구, 2015; 여남희 및 서봉하, 2001; 이소원, 2014; 이장규 및 김진혜, 2003; 장재훈, 2010). 이중 최대산소섭취량(VO_2 max)은 선수들이 훈련이나 경기를 진행할 때 근육에서 획득할 수 있는 단위시간당 최대 산소섭취능력이므로 장시간의 근력이나 근지구력을 사용하는 선수들의 경우에는 경기력을 결정하는 핵심 요인이다(박주희 등, 2015). 그러므로 최대 산소섭취량(VO_2 max)은 다양한 트레이닝의 효과를 검증하기 위한 보편적 준거로 활용되고 있다. 그리고, 무산소성역치(anaerobic threshold, AT)는 젖산의 대상성 산성증(Metabolic acidosis)과 호흡가소교환 관련 생리적 변인들의 변화가 급격하게 일어나는 시점으로 유산소 대사능력을 평가하는 주요한 지표이다.

본 연구에서 스포츠음료(DBD)의 섭취 전·후의 운동능력의 변화를 분석하기 위하여 최대운동부하점사를 통한 지속시간(Time), 운동자각도(RPE), 최대산소섭취량(VO_2 max), 무산소성 역치 수준에서 심박수와 산소섭취량 등의 변화를 분석하였다.

분석결과 지속시간(Time)과 최대산소섭취량(VO_2 max)은 스포츠음료(DBD)의 섭취 전 대비 섭취 후 유의하게 증가하였으며, 무산소역치 과정에서 심박수(AT HRmax)는 유의하게 감소하였다. 또한 대상자들의 운동자각도(RPE) 역시 스포츠음료(DBD)의 섭취 전 대비 섭취 후 유의하게 감소하였다.

이러한 결과는 과당기반의 스포츠음료(DBD)가 대상자들의 운동수행능력의 향상에 도움이 되었음을 의미하는 것이다. 이러한 결과는 과당 기반의 스포츠음료가 운동기능의 향상에 도움이 된다고 보고한 박성모 등(2015)의 연구결과와 유사하게 나타났다. 이들의 연구에서는 정제된 아미노산 기반의 스포츠음료들의 경우 단시간의 운동수행이나 수분고갈의 해소에는 도움이 되지만 장기간 또는 운동수행의 지속시간의 향상에는 도움이 되지 못하기 때문에 과당기반의 스포츠음료가 기존의 스포츠음료의 기능성과 실용성을 증대할 것이라고 보고하였다. 그러나 이들의 연구에서 적용한 과당기반의 스포츠음료는 미상품화 제품으로 과당기반의 스포츠음료의 실용성을 제시하기에는 다소 미흡한 것이 사실이다. 그리고 이들 연구에서는 대상자들의 운동자각도(RPE)에서 유의한 변화는 나타나지 않았지만 본 연구에서는 운동자각도(RPE)가 섭취 전 대비 섭

취 후 유의도가 감소한 것으로 나타나 본 연구에서 적용한 스포츠 음료(DBD)의 기능성과 실용성은 매우 높다고 볼 수 있다.

Lactate(젖산) 변화에서는 섭취 전·후 대비 유의하게 감소하였다. 이러한 결과는 과당기반 스포츠음료(DBD)가 운동 후 회복기에서의 피로회복능력에 도움이 될 수 있음을 의미하는 동시에 박성모 등(2015)의 연구결과와 일치하게 나타났다. 사실, Lactate(젖산)은 선수들의 훈련이나 경기 중 선수들의 피로로 인한 운동수행능력의 한계를 결정하는 요소이다.

일반적으로 장시간의 근육사용이 증가할 경우 glucose의 무산소성 대사를 통하여 Lactate(젖산)의 생성이 활발해지며 신체내의 산소 이용비율의 균형이 무너지면 Lactate(젖산)의 과도한 축적으로 인하여 운동수행력이 저하된다. 따라서 선수들의 운동수행력의 향상을 위한 전략적 방안으로 다양한 방법을 통한 젖산의 제거를 촉진하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 운동 직후 cool-down을 기반으로 심부온도를 감소시키기 위한 연구들이 주류를 이루고 있다.

본 연구에서는 스포츠음료(DBD)의 피로회복에 대한 기능성을 검증하기 위하여 스포츠음료 섭취 전·후 운동 전, 직후 및 회복 20분 시기의 혈중 Lactate 수준을 분석하였다. 분석결과 운동 전 및 직후 혈중 Lactate 수준은 스포츠음료 섭취 유·무와 상관없이 유의한 변화는 나타나지 않았으나, 회복 20분 시기에서는 유의한 차이가 나타났으며, 스포츠음료(DBD) 섭취 후에 회복 20분 시기의 혈중 Lactate(젖산) 수준은 낮아진 것으로 나타났다. 또한, 혈중 Insuline 수준에서도 스포츠음료 섭취 후 회복기 20분에 유의한 변화가 나타났다. 이러한 결과는 본 연구에서 섭취한 스포츠음료(DBD)가 피로회복에 도움이되고 있음을 의미하는 동시에 과당기반의 스포츠음료의 피로회복능을 보고한 박성모 등(2015)의 연구결과와 유사함을 의미한다. 세부적으로 살펴보면 본 연구에서 섭취한 과당기반으로 제작된 스포츠음료(DBD)는 과당과 폴리덱스트로스(polydextrose)를 기반으로 제조된 스포츠음료이다. 따라서 흡수율이 일반 포도당에 비해 높기 때문에 신속한 에너지원을 제공함으로써 수행력의 향상과 더불어 Insuline 반응을 촉진하여 기존의 체내에 축적되어 있던 탄수화물의 사용을 억제함과 동시에 pyruvate 전환을 촉진하였기 때문으로 사려 된다.

혈중 염증반응을 나타내는 CRP(c-reactive protein)에서는 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 운동 전, 직후 및 회복기 20분 모두 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 스포츠음료의 염증지표에 기여도를 규명한 연구(박성모 등, 2015; Triplett, Doyle, Rupp, & Benardot, 2010)의 결과와 유사하게 나타났다.

사실, CRP는 심장혈관과 동맥 등의 혈관 염증반응을 나타내는 지표로서 주로 동맥경화를 예측하거나 심혈관의 질환을 분별하는데 주로 사용된다(Wu, Dorn, Donahue, Sempos, & Trevisan, 2002). 그러나 현재는 장시간의 훈련이나 강도가 높은 경기에 참가하는 선수들의 염증지표로서 활용되고 있다. 선수들의 CRP 수준변화를 규명한 연구(Cipryan, Svagera, & Vala, 2015; Triplett, Doyle, Rupp, & Benardot, 2010)들에 따르면 CRP는 운동의 강도나 수행능력수준

및 훈련 정도에 따라 민감하게 반응하고 있는 것으로 보고 되고 있다. 그러므로 본 연구에서는 고강도 운동 직후 CRP의 변화가 나타나지 않은 것은 스포츠음료(DBD)가 염증지표의 변화에 영향을 주지 못하였거나, 대상자인 선수들의 훈련 정도가 매우 양호하기 때문인 것으로 볼 수 있다.

V. 결론 및 제언

과당기반 스포츠음료(Dream balance doctor: DBD)의 운동수행력과 피로회복에 대한 기능성을 검증하기 위한 목적으로 연구를 진행하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 Time, RPE, VO₂ max, AT HRmax, RPE에서 유의한 차이가 나타났다.

둘째, 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 회복기 20분의 혈중 Lactate 및 Insuline 수준에서 유의한 차이가 나타났다.

셋째, 스포츠음료(DBD) 섭취 전·후 혈중 CRP에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

본 연구는 진행하는 동안 후속 연구를 위한 제언 사항은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 과당기반의 스포츠음료(Dream balance doctor : DBD)의 기능성을 검증하기 위하여 고강도 훈련을 지속적으로 수행하고 있는 역도선수들을 대상으로 연구를 진행하였다. 그러나 종목 특성에 따라 요구되는 운동수행력과 신체조건은 다양한 것이 사실이다. 그러므로 다양한 종목 선수들에 대한 스포츠음료(Dream balance doctor : DBD)의 실증적인 기능성을 검증하기 위해서는 장시간의 경기와 훈련을 지속적으로 수행하고 있는 중장거리 선수들을 대상으로 연구를 진행해야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서는 과당기반의 스포츠음료(Dream balance doctor : DBD)의 기능성 검증과정에서 성별과 연령을 고려하지 못하였다. 그러므로 후속연구에서는 성별과 연령을 고려한 기증성 검증 연구를 진행해야 할 것이다.

참고문헌

- 김철우, 박이섭, 백영호. (2012). 운동 후 스포츠음료 투여가 피로물질과 초과산소섭취량에 미치는 효과 분석. **코칭능력개발지**, 14(4), 134-141.
- 박성모, 김병우, 박이섭. (2015). 과당음료 투여가 최대운동부하시 운동수행력, 심폐기능, 젖산 및 염증반응에 미치는 영향. **생명과학회지**, 25(7), 819-825.
- 박주희, 권기선, 김규태, 이강구. (2015). 고 카페인 음료 섭취가 엘리트 마라톤 선수들의 운동능력 수준, 무산소성파워, 피로도 및 자율신경기능에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 24(4), 1401-1411.

- 송영주, 정선자, 홍길표, 권대근, 성동진. (2004). 탄수화물-전해질 섭취가 점증운동 부하시 심폐능력과 면역세포에 미치는 영향. **운동영양학회지**, 8(2), 191-197.
- 여남희, 서봉하 (2000). 윙게이트 검사를 이용한 고교 육상선수들의 환기역치, 젖산역치 및 혈중 여남희 젖산축적시점의 비교 분석. **운동과학**, 9(2), 375-384.
- 이소원. (2014). **제주지역 중학교 남자선수의 종목별 최대산소섭취 능력과 무산소성 파워에 관한 연구**. 미간행박사학위논문, 제주대학교 교육대학원).
- 이장규, 김진해. (2003). 고지 훈련이 알파인 스키 선수들의 O₂max, 무산소성 역치, 혈액성분 및 면역물질에 미치는 효과. **운동과학**, 12(3), 357-366.
- 장재훈. (2004). 운동부하검사 시 중년여성의 유산소 체력과 혈중젖산농도의 변화. **한국 스포츠 리서치**, 15(5), 2171-2180.
- Calorie Control Council. FiBERFACTS. ORG. Available from: <https://www.fiberfacts.org/polydextrose>, Accessed Oct. 20 (2019).
- Wu, T., Dorn, J. P., Donahue, R. P., Sempos, C. T. & Trevisan, M. 2002. Associations of serum C-reactive protein with fasting. *Am. J. Epidemiol.* 155, 65-71.
- Cipryan, L., Svagera, Z., & Vala, R. (2015). IL-6 and CRP response to maximal exercise intervention. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(7-8), 813-823.
- Triplett, D., Doyle, J. A., Rupp, J. C., & Benardot, D. (2010). An isocaloric glucose-fructose beverage's effect on simulated 100-km cycling performance compared with a glucose-only beverage. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(2), 122-131.

