

A comparative study on change ratio of lactic acid, heart rate & VAS according to recovery pattern after field training in Korea national bobsleigh & skeleton players

Seok-ki Min, Kyeong-jin Kim, & Kwang-kyu Lee*

Korea Institute of Sports Science

[Purpose] The purpose of this study was to examine the effect of recovery methods comparing with change ratio in Lactic acid(LA), Heart rate(HR), VAS(Visual analogue scale) on recovery patterns after field training(FT) in Korea National bobsleigh and skeleton players. **[Methods]** The tests were conducted for 3 times at a one-week interval as an experimental design within the same subjects(n=9), observed change ratio in LA, HR, VAS through applying Active recovery(AR), Whole body vibration(WBV) & Cold water immersion(CWI) after FT. **[Results]** The results were summarized as follows: The alteration of ratio in LA, HR, VAS decreased significantly after applying the three recovery patterns(p<.01). The difference between the groups showed that the reduction in lactic acid according to active recovery and whole-body vibration was higher than cold water immersion(p<.01). **[Conclusion]** In conclusion, although active recovery was more effective than static recovery, there was a significant effect of the three recovery methods in this study on reducing a fatigue in bobsleigh & skeleton players. Therefore, it would be considered to improve the performance of athletes when these methods apply for them depending on situations and environments.

Key words: Winter sports, Bobsleigh, Skeleton, Recovery, Lactate

서론

선수들의 경기력 향상을 위해 스포츠 과학자들은 선수, 종목 및 환경에 대한 다수의 정보를 기초로 하여 종목별 특이성에 부합하는 훈련 방법을 만들고자 노력하고 있다(Malina et al., 2004; Song et al., 2007). 이를 통해 선수들은 근력, 근지구력, 파워 등의 체력 요인들을 향상시킬 수 있으며, 이는 경쟁불안을 극복할 수 있는 심리적 안정 요인으로도 작용될 수 있다(Choi et al., 2015). 하지만 이런 노력에도 불구하고 현장 지도

자 및 트레이너는 선수가 수용할 수 있는 역치 이상의 훈련이 경기력 향상에 도움이 될 것으로 기대하고 있으며(Lim, 2000; Park & Kwak, 2013), 이런 훈련 적용은 과학적으로 정량화 되어있거나 근거중심적인 내용이 결핍되어 있어 선수들에게 경기력 저하와 같은 부정적인 영향을 초래할 수 있다(Kraemer & Bradley, 1997; Bompa & Buzzichelli, 2014). 이를 예방하기 위해서는 체력 프로그램의 과학적 접근도 중요하지만 정리운동의 적용이 운동 후 나타날 수 있는 부정적인 영향을 완화시키는 효과가 있는 것으로 나타나 이를 규칙적으로 실시할 필요가 있다(Takahashi et al., 2006).

정리운동은 근피로 감소, 원활한 혈액순환, 지연성 근육통(DOMS; delayed onset muscle soreness) 예방, 관절가동범위(ROM: range of motion) 회복 등의

논문 투고일 : 2017. 11. 17.

논문 수정일 : 2017. 12. 26.

게재 확정일 : 2018. 02. 13.

* 교신저자 : 이광규(kwangkyu78@hanmail.net).

여러 가지 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다 (Takahashi & Miyamoto, 1998; Bishop et al., 2008). 이런 효과를 기대하기 위해 다양한 정리운동이 적용되고 있는데, 대표적으로는 냉침수요법(Jakeman et al., 2009; Gregson et al., 2013; Mawhinney et al., 2013), 동적회복(Devlin et al., 2004; Dahl et al., 2006; Spencer et al., 2008) 및 전신진동운동(Cheng et al., 2010; Kang et al., 2017) 등이 현장에서 활발하게 활용되고 있다. Jeon & Lee(2014)는 이런 정리운동의 적용이 저혈현상 완화, 정맥 환류량 증가, 활성산소 제거 등의 긍정적인 효과가 있음을 제시하였으며, Bishop et al.(2008)은 선수들의 경기력을 향상시키고, 피로를 줄여 이후 실시될 훈련의 집중도를 향상시킨다고 정의하였다. 그러나 대부분의 운동 후 회복 관련 연구들은 일반인을 대상으로 하거나 지구성 종목에 집중되어 있어 파워 및 스피드 종목에 적합한 현장 적용 연구가 필요한 실정이다.

동계올림픽을 대표하는 종목인 봅슬레이·스켈레톤은 썰매를 움직이기 위한 폭발적인 파워와 일정구간을 지속적으로 달릴 수 있는 스피드 지구력이 순위를 결정짓는 중요한 경기력 요인으로 작용된다(Leonardi et al., 1987; Morlock & Zatsiorsky, 1989; Osbeck et al., 1996; Min, 2016). 썰매를 밀며 달려야 하는 종목 특성상 빠른 스타트를 위해 육상 훈련을 실시하며, 육상 훈련은 빠르고 강한 움직임이 발생될 수 있도록 플라이오메트릭(plyometric)과 같이 신전단축주기(SSC: stretch shortening cycle)를 활용한 훈련 프로그램으로 구성된다(Wilk et al., 1993; Yoon et al., 2002). 이런 훈련은 과도한 근피로 및 근손상에 원인으로 작용하며(Romanovsky et al., 2005), 이런 생리학적 스트레스는 곧 상해 및 경기력 저하와 같은 부정적인 영향을 유발하게 된다. 이는 과도한 체중을 유지해야 하는 봅슬레이 선수들의 경우 더욱 치명적인 경기력 저하의 원인으로 작용된다. 이를 완화하기 위해 운동 후 정리운동의 적용을 권장하고 있으나(Han, 2012), 봅슬레이·스켈레톤 선수들을 대상으로 한 효과적인 회복 연구는 미흡한 실정이며, 선행 연구의 방법을 적용하기에는 아직 방법론적 타당성에 대해서는 논쟁의 여지가 있다.

따라서 본 연구에서는 국가대표 봅슬레이·스켈레톤 선수에게 육상 훈련 후 회복 방법에 대한 효과 차이를 규명함으로써 코치 및 선수들에게 회복 관련 기초자료를 제공하는데 목적이 있다. 또한 회복 방법에 대표적인 3가지 방법을 동계 종목에 적용함으로써 추후 진행될 엘리트 선수들의 회복 적용에 대한 근거 자료를 제공하는데 목적이 있다.

연구방법

연구대상

본 연구의 대상자는 2017년 국가대표 남자 봅슬레이·스켈레톤 선수 중 2016/2017 BMW IBSF World Cup 대회에 참가하여 세계랭킹 31위 이내 성적을 낸 선수들(n=5)과 국가대표 선수들(n=4)로 선정하였다(Table 1). 대상자의 신체적인 특성은(Table 2)과 같다.

Table 1. Ranking at the 2016/2017 BMW IBSF World Cup

Rank	Athlete	Discipline
2	A	Skl
3	B	Bob
14	C	Bob
26	D	Skl
31	E	Skl

Bob: 2-man bobsleigh, Skl: men's skeleton

Table 2. Subjects' characteristic (Mean ± SD)

Variables	Weight(kg)	Height(cm)	BMI	Fat(%)
Subjects (n=9)	96.29±11.00	178.99 ±4.29	29.96±2.38	16.61±4.00

연구 설계

본 연구는 반복 실험으로 동일한 대상자들에게 1주일

간격으로 총 3차에 걸쳐 진행되었다. 준비운동과 육상 훈련 프로그램은 기존에 팀 내에서 실시되고 있던 방법과 동일하게 진행되었으며, 훈련 이후 유산소운동, 전신진동운동 및 냉침수요법의 서로 다른 3가지 회복 방법을 1주 간격으로 실시하여 총 3주간 실험이 진행되었다. 피로회복과 관련된 변인으로 혈중 젖산농도, 심박수 및 VAS를 측정하였으며, 육상 훈련 직후와 회복 방법 적용 직후 총 2회 측정하여 회복 방법에 따른 변인들의 변화를 비교하였다. 모든 실험은 무작위 배정 교차 설계(randomised crossover design) 방법으로 주마다 무작위로 3명씩 선수를 분배하여 3회 측정하였다. 이 연구의 절차를 도식화하여 제시하면 <Fig. 1>과 같다.

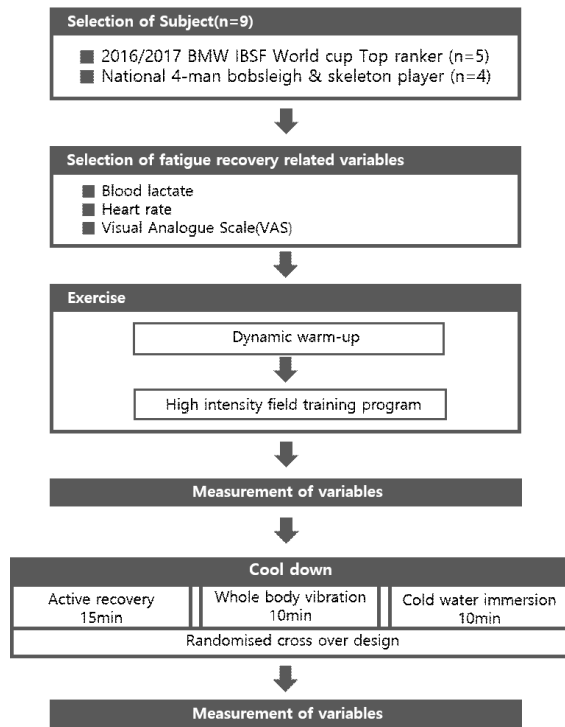


Fig. 1. Procedure of study

훈련 프로그램 방법

훈련 프로그램은 봅슬레이·스켈레톤 선수의 스타트 구간 기록 단축에 초점을 맞추어 진행되었다. 준비운동으로 다이내믹 스트레칭을 20분간 실시하였고, 육상 훈련

프로그램은 단거리 육상 훈련을 기반으로 종목에 맞게 변형하여 구성하였으며 총 운동시간은 회당 90분 진행되었다.

다이내믹 스트레칭

다이내믹 스트레칭은 준비운동의 한 방법으로서 정적 스트레칭과 비교하였을 때 점프 능력, 하지의 근 활성화도 그리고 최대근력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Han & Park, 2013; Yang & Jeong, 2013). 본 연구에서의 다이내믹 스트레칭은 Aguilar et al.(2012)의 프로그램을 기초로 구성하였으며 회당 20분간 실시하였고 종류는 10가지로 구성하였다. 프로그램 구성은 <Table 3>과 같다.

Table 3. Dynamic warm-up protocol

Program	
Exercise	Repetitions
Heel toe walks	5 per leg over 10m
Russian walk	5 per leg over 10m
High knee pull	5 per leg over 10m
Walking quad stretch	5 per leg over 10m
Butt Kicks	10m
Carioca with high knee drive	10m
Walking lunge	5 per leg over 10m
Rear leg swing	5 per leg over 10m
Shuffle	10m
Acceleration	10m
Duration	Total 20 min

육상 훈련 프로그램

육상 훈련 프로그램은 플라이오메트릭과 스프린트 인터벌 훈련을 병합하여 진행하였다. 플라이오메트릭 프로그램은 squat jump, double leg ankle bounce, lateral cone hop, double leg hop, running bound 총 5가지로 구성하였으며 세트는 2~3세트, 반복횟수는 6~8회로 설정하였다. 세트 간의 휴식시간은 2분으로 실시하였다. 스프린트 인터벌 트레이닝의 경우 30m~150m 구간 사이에서 인터벌 훈련이 진행되었으며 훈련 부하는 70~100%로 실시되었다. 스타트라인에서 스탠딩 스타트로 출발하여 30m까지 10회, 60m

Table 4. High intensity field training program

Plyometric training program			Sprint interval training program			
Exercise	Set x Rep	Recovery time between sets	Session	Distance x rep	% Maximum effort	Recovery time between sessions
Squat jump	3 x 6	2 min	1	30m x 10	90-100	5-10 min
Double leg ankle bounce	3 x 6		2	60m x 4	80-90	
Lateral cone hop	3 x 8		3	100m x 2		
Double-leg hop	3 x 8		4	150m x 2	70-80	
Running bound	2 x 8					

까지 4회, 100m까지 2회, 150m까지 2회 실시하였고, 휴식시간은 세션 간 5~10분 이내로 이루어 졌으며, 100m와 150m 구간에서 반복횟수 사이의 휴식시간은 6분 이내로 이루어졌다. 휴식 방법은 가벼운 조깅이나 빠르게 걷도록 지시하였다(Dintiman & Ward, 2003; Smith, 2005; Lee, 2010). 육상 훈련 프로그램의 총 운동 시간은 90분이었으며, 훈련프로그램의 자세한 구성은 <Table 4>와 같다.

회복 방법

회복 방법으로는 유산소운동, 전신진동운동 및 냉침 수요법의 3가지 방법이 1주 간격으로 순차적 적용되었다. 실험 당일 선수들의 피로를 최소화하기 위하여 실험 전날 충분한 수면을 실시하도록 독려했으며, 본 훈련 이외의 보강 운동은 실시하지 않도록 통제하였다. 회복 적용 시간은 팀 규모와 적용 한계를 고려하여, 각 처치에서 효율적인 적용이 이루어 질 수 있도록 효과가 발현되는 최소한의 시간을 선정하기 위해 선행연구를 토대로 하여 선정하였다. 그러므로 효과발현 최소 시간인 유산소운동 15분(Wigernæs et al., 2001), 전신진동운동 10분(Carrasco et al., 2011), 냉침수요법 10분(Bailey et al., 2007)을 설정하였다.

유산소운동

본 연구에서는 선수들에게 400m트랙에서 $\dot{V}O_2\max$ 의 50% 강도로 15분간 러닝을 실시하도록 하였다(Wigernæs et al., 2001). 그러나 트랙에서 $\dot{V}O_2\max$ 의 50% 강도를 맞추는 것이 어렵기 때문에 아래의

Swain et al.(1994)의 추정공식을 이용하여 HRmax를 추정하였다. 따라서 $\dot{V}O_2\max$ 의 50% 강도는 HRmax 65~70% 강도와 동일함으로 선수들이 착용하고 있는 심박수 측정기(Polar, Australia)를 이용하여 설정된 강도를 맞추도록 하였다.

$$\blacktriangleright \%HR_{max} = 0.64 \times (\%VO_2\max) + 37$$

전신진동운동

전신진동운동은 훈련 후 지연성 근육통(DOMS)과 크레아틴키나아제(CK: creatine kinase)를 감소시키는데 효과적인 것으로 알려져 있다(Aminian-Far et al., 2011; Kosar et al., 2012). Larivière et al.(2003)과 Carrasco et al.(2011)이 제안한 연구 방법을 참고하여 현 연구 상황에 맞게 보완하여 적용하였다. 바이브레이션(Galileo, Novotec Medical GmdH, Germany)장비를 활용하여 진동 20Hz, 진폭 4mm으로 10분간 적용하였고 선수의 상체는 기립 자세로 유지하고 무릎 각도는 120°로 구부린 자세를 유지하도록 하였다.

냉침수요법

냉침수요법은 Bailey et al.(2007)이 제안한 방법을 기초로 보완하여 적용되었다. 대상자는 훈련 후 높이 750mm, 지름 785mm의 침수통 안에서 10분간 냉침 수요법을 실시하였으며 허리 높이까지 침수하도록 하였다. 물의 온도는 10~15°C로 유지되도록 하였다.

측정 항목 및 방법

본 연구에서는 훈련 후 뱀슬레이·스켈레톤 선수의 효율적인 피로 회복을 살펴보기 위하여 젖산(Song et al., 2017), 심박수(Shetler et al., 2001), VAS(Millard-Stafford et al., 2005)를 측정하였다. 변인 선택 기준은 첫째, 현장에서 활용이 용이하고, 둘째, 바로 피드백이 가능하며, 셋째, 지도자 및 선수들이 이해하기 쉬운 변인들로 채택하였다.

혈중 젖산

혈중 젖산을 측정하기 위해 fingertip 방법으로 손가락 끝 모세혈관에서 혈액을 채취하였고 간이 젖산측정기(Lactate Pro, ARKRAY Inc, Japan)를 이용하여 훈련 직후와 회복 방법 처치 후 혈액을 채취하여 분석하였다.

심박수

심박수는 무선 심박수 측정기(Polar, Australia)를 선수에게 착용하게 하여 훈련 직후와 회복 방법 처치 이후의 심박수 변화를 모니터링 하였다.

시각통증척도(VAS; visual analogue scale)

Melzack(1987)의 시각적통증척도(VAS; visual analogue scale)를 활용하여, 본 연구에 맞게 변형시켜 훈련 직후와 회복 방법 처치 이후 발생하는 피로정도를 표시하게 하여 그 변화를 측정·평가하였다.

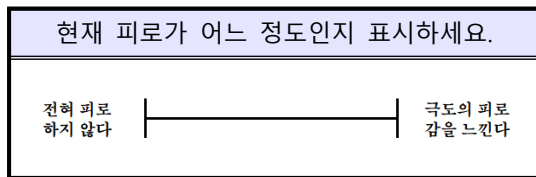


Fig. 2. Visual Analogue Scale

통계 처리

본 연구에서 얻은 모든 자료는 SPSS PC+ for Windows (version 22.0) 통계 프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 모든 변인은 기술통계를 이용

하여 평균(mean)과 표준편차(standard deviation: SD)를 산출 하였으며 회복 방법과 측정시기 간 상호작용을 검증하기 위해 반복 이원변량분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 또한 회복 방법 간의 차이를 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)으로 처리하였으며 사후검증은 Turkey 방법을 사용하였다. 모든 통계분석의 유의수준(a)은 .05로 설정하였다.

연구결과

혈중 젖산

육상 훈련 전 젖산에 대한 집단 간 통계적 유의차는 나타나지 않았다($F = .648, p > .05$). 육상 훈련 직후와 회복 방법처치 이후 혈중 젖산 농도의 변화를 비교한 결과는 <Fig. 3>과 같다. 유산소운동 실시 전 육상 훈련 직후의 혈중 젖산 농도는 15.28 ± 1.71 mmol/L, 전신 진동운동 전 혈중 젖산 농도는 15.44 ± 2.29 mmol/L, 냉침수요법 전 14.81 ± 1.66 mmol/L로 나타났다. 회복 방법처치 이후 젖산농도는 유산소운동 5.18 ± 1.47

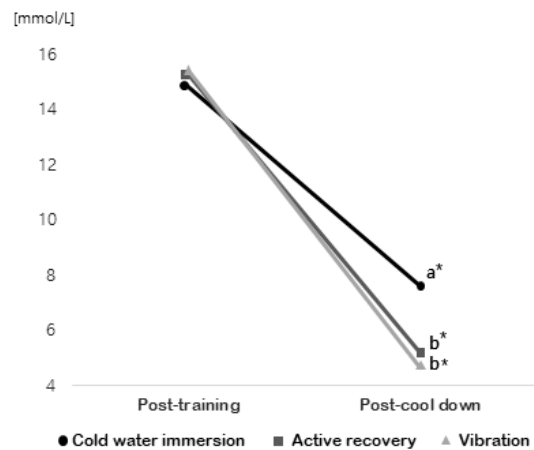


Fig. 3. Changes of blood lactate

a, b: different alphabet indicates significantly different variable
 *: significant difference between post-training and post-cool down

mmol/L, 전신진동운동 4.66±1.46 mmol/L, 냉침수 요법 7.63±1.50 mmol/L로 감소하였다. 이 결과 시기 간 유의한($p<.01$) 감소가 나타났으며 처치와 시기의 상호작용이 유의하게 나타났($p<.01$). 또한 회복 방법 간의 차이에서는 냉침수요법에 비하여 유산소운동 및 전신진동운동이 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

심박수

육상 훈련 전 심박수에 대한 집단 간 통계적 유의차는 나타나지 않았다($F=.071, p>.05$). 육상 훈련 직후와 회복 방법 처치 이후 심박수의 변화를 비교한 결과는 <Table. 5>와 같다. 시기 간 유의한($p<.01$) 감소가 나타났으나 처치 간 유의한 차이는 없었다.

시각 통증 척도

육상 훈련 전 시각 통증 척도에 대한 집단 간 통계적 유의차는 나타나지 않았다($F=.260, p>.05$). 육상 훈련 직후와 회복 방법 처치 이후 시각 통증 척도의 변화를 비교한 결과는 <Table 5>와 같다. 시기 간 유의한($p<.01$) 감소가 나타났으나 처치 간 유의한 차이는 없었다.

논 의

회복 방법에 따른 젖산 변화

본 연구에서 운동 직후 및 처치 후 젖산 변화율을 비교한 결과 냉침수요법, 동적 회복, 전신진동운동이 각 48.48%, 66.1%, 69.81%의 감소율이 있는 것으로 나타났다. Sung & Kim(2017)의 연구에서는 운동 후 처치 없이 젖산 회복률을 관찰한 결과 18.92%가 감소된 것으로 나타났으며, Yoo et al(2009)의 연구에서는 동적 처치에 따른 회복률이 평균 52.53%인 것으로 나타나 운동 직후 처치가 회복에 중요한 역할을 함을 알 수 있다. 또한 육상 훈련 후 처치에 따른 젖산 발현양의 차이를 비교한 결과 전신진동운동 및 유산소 운동이 냉침수요법과 비교하여 집단 간 통계적 유의차가 있는 것으로 나타났다. 선행연구에서도 다양한 동적 움직임을 통하여 젖산 제거율에 대한 연구 결과가 발표되고 있는데, Lee(2014)는 탄성밴드를 이용하여 1RM의 30% 수준으로 회복 운동을 실시한 결과 통제군과 비교하여 높은 젖산 감소율이 나타났다. Spencer et al.(2008)은 반복적인 스프린트 훈련 후 $\dot{V}O_2\max$ 35% 강도의 동적 회복이 ATP 재합성 및 젖산 감소에 효과가 있는 것으로 보고하였다. Riganas et al.(2015)은 탈진 운동 후 $\dot{V}O_2\max$ 50%의 강도로 Rowing 운동을 실시한 결과 25%의 강도로 회복 운동을 실시한 그룹과 비교하여 젖산 회복율이 약 28% 높게 나타나 동적 회복이 젖산제거

Table 5. Changes of variables at immediately post training and post cool down

(Mean±SD)

Variables	Method	Test		p	post hoc
		Post-training	Post-cool down		
Blood lactate (mmol/L)	Cold water immersion	14.81 ± 1.66	7.63 ± 1.50	Method	.239
	Active recovery	15.28 ± 1.71	5.18 ± 1.47	Time	.000 **
	Vibration	15.44 ± 2.29	4.66 ± 1.46	Method x Time	.000 **
Heart rate (beast·min ⁻¹)	Cold water immersion	166.56 ± 4.25	123.89 ± 2.67	Method	.285
	Active recovery	164.78 ± 4.29	121.11 ± 2.67	Time	.000 **
	Whole body vibration	165.59 ± 3.71	122.67 ± 2.69	Method x Time	.808
VAS (cm)	Cold water immersion	9.11 ± 0.42	5.83 ± 0.64	Method	.302
	Active recovery	9.40 ± 0.40	6.20 ± 0.49	Time	.000 **
	Whole body vibration	9.23 ± 0.23	6.12 ± 1.13	Method x Time	.871

* $p<.001$: significant main effect or interaction

에 효과적인 것을 보고하였다. 또한 선행연구에서는 운동 강도에 따른 젖산제거율의 차이를 제시하고 있는데, 회복을 위한 운동 강도 범위로는 $\dot{V}O_2\max$ 25~60%까지 효과가 있는 것으로 나타났다(Menzies et al., 2010). 국내 연구에서도 $\dot{V}O_2\max$ 30%, 40%, 50%의 강도로 회복 운동을 실시한 결과 50%에서 젖산 감소율이 가장 높게 나타났으며(Park, 2003), 이는 본 연구에서 제시한 HRmax 70%의 강도와 동일한 수준임을 알 수 있다. Han & Sin(2007)은 일반인을 대상으로 HRmax의 40%, 50%, 60%의 강도로 회복운동을 적용한 결과 HRmax 40%에서 가장 많은 젖산 감소율이 나타나 본 연구보다 낮은 강도에서 효과가 나타났는데, 이는 일반인의 경우 선수들에 비해 운동 경험이 부족하여 낮은 강도에서 회복이 더욱 촉진된 것으로 여겨진다. 봅슬레이·스켈레톤의 훈련 특성상 가벼운 조강 형태의 처치가 적절한 회복을 유도하였지만, 효과적인 회복을 위해 적용 시간을 증가시키거나 강도를 높인다면 과체중으로 인한 상해 위험이 존재하므로 본 연구의 운동 형태 및 강도 적용이 적절할 것으로 여겨진다.

전신진동운동 또한 15~50Hz의 진동수를 통해 저강도 및 고강도의 신체적 자극을 유발하여 유산소 동적 활동과 같은 효과를 기대할 수 있으며, Kim et al.(2014)과 Song(2010)은 20Hz의 진동과 10mm의 진폭이 전신마사지 효과 및 근이완 효과가 있어 준비운동 및 정리운동에 효과적인 것으로 보고하였다. 이는 전신 진동 시 피부 수용기가 외부적 자극에 반응하여 중추신경계로 전도되는 통증 신호를 감소시키며, 규칙적인 진동 자극이 가벼운 활동과 유사한 형태로 혈관을 자극하여 혈류량을 촉진시키는 것과 관련성이 있다(Lohman et al., 2007). 그러므로 저강도의 지속적인 진동 자극이 근육 및 관절수용기를 자극하여 교감신경을 활성화시키고, 활성화된 교감신경으로 인한 혈관확장이 혈류량을 증가시켜 젖산이 감소된 것으로 여겨진다. 또한 본 연구에서는 유산소운동과 전신진동운동 처치간의 통계적 유의차는 나타나지 않았지만, 회복률이 각각 63.5%와 69.6%로 나타나 전신진동운동의 젖산 감소율이 더 높게 나타났다. 그러므로 본 연구에서 제시한 전신진동운동의 강도(20Hz, 4mm)는 유산소운동에서 제시한 운동 강도(HRmax 70%)와 유사한 수준임을 알

수 있다.

Lee et al.(2002)은 등속성 장비를 이용하여 각속도 30°/sec의 속도로 50회씩 3set를 반복하여 젖산을 유도한 뒤 냉침수를 실시한 결과 처치 전 4.60 ± 1.6 mmol/L에서 처치 후 3.33 ± 1.0 mmol/L로 감소하여 약 27.6%의 감소율이 나타났다. Yang & Park(2016)은 태권도 시합 후 냉처치에 따른 혈중 젖산 농도를 비교한 결과 처치 전 6.0 ± 1.03 mmol/L에서 처치 후 3.8 ± 0.19 mmol/L로 약 36.6%의 감소를 보고하였다. 해외 연구에서도 냉요법 적용이 중추신경에 발생할 수 있는 과도한 구심성 신경 자극을 완화시키고 과도하게 발현되는 심부체열을 정상으로 유지하기 위한 대사를 감소시켜 젖산 제거를 위한 에너지의 효율적인 동원이 가능한 것으로 보고하고 있다(Serban, 1979; Heyman et al., 2009). 본 연구에서도 선행연구와 동일한 감소 효과가 나타났으며, 이는 냉침수가 하반신만 적용되어 상·하 체온의 불균형을 완화하기 위해 순환되는 혈류량의 증가가 체내 축적된 젖산 감소의 도움이 된 것으로 사료된다. 비록 유산소운동 및 전신진동운동과 비교하여 낮은 결과치가 나타났지만, Lee et al.(2002)과 Yang & Park(2016)에서 제시한 결과보다 전·후 비교 시 50.3%의 높은 감소율이 나타나 냉침수요법이 운동 후 회복에 효과가 있음을 알 수 있다. 또한, 선행연구와 비교하여 지나치게 높은 감소율이 나타난 이유는 장기간의 훈련으로 일반인에 비해 생리학적 반응이 활발한 엘리트 선수들을 대상으로 실시하였기 때문인 것으로 여겨진다.

결국 젖산의 과발현은 에너지의 생산과 소비의 불균형에서 나타나는 것으로, 충분한 산소 유입으로 인하여 생산과 소비의 평형이 형성되기 전까지 많은 양의 젖산이 근육에서 형성됨을 알 수 있다. 따라서 정적 처치(냉침수요법)보다는 혈관 확장 및 혈류 촉진을 활성화시킬 수 있는 동적 처치(유산소운동, 전신진동운동)가 젖산 감소에 효과적인 것으로 판단된다. 그러나 봅슬레이·스켈레톤 선수들의 경우 육상 훈련 적용이 대부분 비시즌기인 여름 동안에 이루어지며, 이런 환경적인 요인을 고려한다면 시기에 맞게 냉침수 요법을 적용하는 것이 선수들의 전신 피로 회복에 도움이 될 것으로 여겨진다.

회복 방법에 따른 심박수 변화

본 연구에서는 운동 후 처치가 심박수에 미치는 영향을 확인하기 위해 유산소운동, 전신진동운동 및 냉침수요법을 적용한 결과 각각 23.8%, 26.5%, 25.9%가 감소된 것으로 나타났다. 이런 연구결과를 재해석해 보면 처치 전후에 대한 통계적 유의차는 존재하지만 통계 그룹이 없는 상황에서는 변화정도가 유의미한 해석이 가능한지에 대해서는 선행연구의 비교검토가 필요하다. Riganas et al.(2015)의 연구에서는 $\dot{V}O_2\max$ 50% 강도의 동적회복 시 약 36%의 높은 심박수 감소가 나타났으며, 더 낮은 강도 또는 정적 회복에서는 통계적 유의차가 나타나지 않았다. 이는 동적회복이 체내 생리학적 균형회복에 도움이 된다는 여러 선행 연구와 동일하게 본 연구결과도 유의미한 해석이 가능할 것으로 사료된다. 또한, 낮은 강도의 활동은 대사산물의 효과적인 이동 및 제거가 어렵기 때문에 이를 회복하기 위해서는 더 많은 혈류가 공급될 수 있도록 안정시 이상으로 심박수를 유지시켜야 된다는 선행연구(Bonen & Belcastro, 1976; Stamford et al., 1981)와도 일치하는 결과가 나타났다. 심박수의 과도한 증가는 결국 심장의 부담으로 작용하여 회복이 지연되기 때문에 이를 예방하기 위해서는 선행 연구와 본 연구에서 제시한 $\dot{V}O_2\max$ 50% 또는 HRmax 70% 정도의 운동을 실시하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

전신진동운동에서는 10Hz의 주파수와 5mm의 진폭을 적용한 결과 비적용 그룹에 비해 심박수의 변화가 10.5% 더 빠르게 회복되는 것으로 나타났다(Kang & Kwon, 2015). 이는 본 연구에서 제시한 20Hz 주파수와 4mm의 진폭과 비교하여 낮은 강도로 설정되었지만, 다른 선행연구에서는 20Hz이하의 주파수 적용이 근이완 및 혈관확장에 관여하여 혈류량을 촉진된다고 하였으며(Song et al, 2011), 그로 인하여 심박수 회복에 있어서 동일한 효과가 나타난 것으로 생각된다. 성인 여성을 대상으로 실시한 연구에서도 10Hz의 주파수와 5mm의 진폭의 적용이 처치 전·후 33.63%의 감소율을 보여 진동운동의 적용이 회복에 긍정적인 영향이 있는 것으로 여겨진다(Kang et al., 2016).

본 연구에서 실시된 냉침수요법은 비활동성 회복이기

때문에 긍정적인 효과를 기대하기에는 어려움이 존재할 것으로 예상하였으나, 다른 두 처치와 동일한 결과가 나타나 심박수 회복에 도움이 되는 것으로 나타났다. 선행 연구에서는 운동으로 과발현된 신경 활성을 저온침수로 감소시킬 수 있으며, 중추신경계에 전달된 냉감각은 생리적 반응이 활성화되는 것을 억제하여 심박수를 낮추는 역할을 한다고 정의하였다(Mang, 2002). Kim et al.(2007)도 운동 직후 심박수가 186.50±6.05 bpm에서 저온침수법 이후 90.83±9.64 bpm으로 내려갔으며, 이는 피부감각에서 발생된 구심성 신경 자극이 저온침수에 의해 상쇄되어 중추신경에 전달되어야 하는 신호 정보를 감소시켜 발생된 것으로 정의하였다. 본 연구와 동일하게 선행연구 모두에서 약 15°C의 온도로 냉침수를 실시하였지만, 10~30분까지 각기 다른 침수 시간을 제시하고 있어 처치를 활용하고자 하는 선수 또는 일반인에게 혼동의 여지가 있다. 선행연구에서는 11~15분의 냉침수 적용이 가장 효과적인 것으로 제시하고 있지만(Machado et al., 2016), 본 연구에서는 10분의 적용으로 냉침수의 효과를 제시한 다수의 연구(Bailey et al., 2007; Jakeman et al., 2009; Getto & Golden, 2013)와 동일한 결과가 나타났으며, 이는 동계종목 및 장시간 냉침수가 어려운 상황에서는 짧은 처치(≤10분)만으로도 긍정적인 효과를 얻을 수 있는 방법의 하나로 활용가치가 높을 것으로 판단된다.

회복 방법에 따른 VAS 변화

본 연구에서는 VAS(visual analog scale)를 이용하여 처치 전·후에 대한 효과를 비교한 결과 유산소운동, 전신진동운동 및 냉침수요법에서 각각 36%, 34%, 33.2%의 피로 감소가 있는 것으로 나타났다. 피로는 자신이 발휘할 수 있는 최대 능력에 근접하거나 이를 반복적으로 수행할 시 나타나는 생체 반응으로 근력 및 근수축 속도 감소, 근신경 조절장애 및 무력감을 동반하여 장시간 활동의 장애를 초래하는 원인으로 작용하게 된다(Allen & Westerblad, 2001; Lorist et al., 2002). 특히 무력감은 생리학적 변화에서 기인하지만, 심리적 변화에 더 비중이 높으며, 심리적인 변화는 중추신경계의 피로 누적에서 나타나게 된다(Davis &

Bailey, 1997). 중추피로의 원인은 뇌-세로토닌 (brain 5-hydroxytryptamine; 5-HT)의 농도 증가에서 나타나며, 전구물질인 free-tryptophan(f-Trp)에 의해 생성된다(Blomstrand, 2001). 본 연구에서 제시한 육상 훈련과 같이 장시간(1시간 이상)·고강도(RPE 18~19)의 훈련에서는 혈중 인슐린 및 글리코겐의 감소가 나타나고 지방을 에너지원으로 동원하기 위한 유리지방산(free fatty acids:FFAs)의 분비를 촉진하여 혈장 f-Trp의 농도가 증가하게 된다(Blomstrand, 2001). f-Trp는 혈액장벽인 BBB(blood brain barrier)를 통과하여 5-HT의 합성을 증가시키게 되는데, 이는 뇌로 유입되어야 하는 branched-chain amino acids(BCAAs)양을 절대적으로 감소시켜 중추피로를 유발하게 된다(Blomstrand, 2001; Fernstrom, 2005). 본 연구에서는 동적 회복인 유산소운동 및 전신진동운동에서 통계적으로 유의한 감소가 나타났는데, 운동 직후 실시된 회복 운동이 당원질의 합성 및 젖산의 에너지 대사를 촉진하여 지방세포에서 분비되는 FFAs의 발현을 감소시키고 이는 5-HT의 전구물질인 f-Trp의 생성을 감소시켜 피로가 줄어든 것으로 여겨진다. 한편 동적 회복이 아닌 냉침수에서 또한 동일한 감소 효과가 나타났는데, Lee et al.(2002)은 과도하게 활성화된 구심성 신경 자극 및 심부온도 상승이 중추신경의 피로 유발에 원인으로 작용되었으며, 이는 냉요법 적용을 통하여 구심성 신경에서 발생한 전기적 신호가 중추신경계에 전달시 냉감각에 의해 상쇄되어 주관적인 피로가 개선되고(Mang, 2002), 심부온도가 감소되어 중추신경계의 피로가 완화된 것과 관련성이 있을 것으로 보여 진다(Bonen & Belcastro, 1976; Stamford et al., 1981).

본 연구에서는 통제그룹이 제외된 처치그룹(3그룹)만을 대상으로 비교를 실시하여 처치에 따른 효과 검증에 제한적인 부분도 있다. 또한, 처치 간 통계적 유의차가 나타나지 않아 어느 처치가 더 효과적인지는 VAS를 기준으로 판단하기에 다소 부족한 부분이 있다. 그러나 중추피로를 예측하기 위해 사용된 VAS 검사에서 심박수 감소와 근접한 수치 변화가 나타나 본 연구에서 실시된 3가지 처치는 중추피로개선을 위한 회복방법으로 의미할 수 있을 것으로 생각된다.

결론 및 제언

본 연구의 목적은 한국 국가대표 봅슬레이·스켈레톤 선수들을 대상으로 육상 훈련 후 다양한 회복방법에 따른 차이점을 규명하는데 있었다. 육상 훈련 후 각각 유산소운동, 전신진동운동, 냉침수요법의 처치가 선수들의 젖산, 심박수 및 VAS 변화에 미치는 영향을 분석하였는데, 연구 결과를 축약하자면 다음과 같다.

1. 육상 훈련 후 유산소운동, 전신진동운동, 냉침수요법의 처치에 따른 젖산 변화를 관찰한 결과 처치 전·후 및 그룹 간 통계적 유의차가 나타났으며, 그룹 간 차이에서는 유산소운동 및 전신진동운동 처치가 냉침수요법 처치와 비교하여 더 많은 젖산 감소가 나타났다.
2. 육상 훈련 후 유산소운동, 전신진동운동, 냉침수요법의 처치에 따른 심박수 변화를 관찰한 결과 처치 전·후에는 통계적 유의차가 발생하였지만, 처치 간 차이는 나타나지 않았다.
3. 육상 훈련 후 유산소운동, 전신진동운동, 냉침수요법의 처치에 따른 VAS 변화를 관찰한 결과 처치 전·후에는 통계적 유의차가 발생하였지만, 처치 간 차이는 나타나지 않았다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 젖산의 경우 정적 처치보다 동적 처치에서 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있으며, 심박수 및 VAS에서는 3가지 처치 모두 효과적인 것을 알 수 있다. 본 연구의 결과를 참고하여 공간적·외부 환경적인 특성이 고려된 적절한 처치가 선수들에게 적용된다면 회복에 있어 긍정적인 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 세계적인 수준의 엘리트 봅슬레이·스켈레톤 선수들을 대상으로 실시한 최초의 연구로써 경기력 향상에 크게 이바지 할 것으로 사료되며, 또한 동계 종목 선수들의 피로 회복을 위한 기초자료로 활용 가능할 것으로 생각된다. 추후 연구에서는 다양한 종목을 대상으로 실시하는 것과 동시에 통제그룹을 설정하여 본 연구의 결과에 대한 추가적인 타당성을 뒷받침 할 수 있는 근거 자료 구축이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Aguilar, A. J., DiStefano, L. J., Brown, C. N., Herman, D. C., Guskiewicz, K. M., & Padua, D. A. (2012). A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1130-1141.
- Allen, D. G., & Westerblad, H. (2001). Role of phosphate and calcium stores in muscle fatigue. *The Journal of Physiology*, 536(3), 657-665.
- Aminian-Far, A., Hadian, M. R., Olyaei, G., Talebian, S., & Bakhtiary, A. H. (2011). Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 43-49.
- Bailey, D. M., Erith, S. J., Griffin, P. J., Dowson, A., Brewer, D. S., Gant, N., & Williams, C. (2007). Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 25(11), 1163-1170.
- Bergman, B. C., Horning, M. A., Casazza, G. A., Wolfel, E. E., Butterfield, G. E., & Brooks, G. A. (2000). Endurance training increases gluconeogenesis during rest and exercise in men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 278(2), E244-251.
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery from training: A brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
- Blomstrand, E. (2001). Amino acids and central fatigue. *Amino Acids*, 20(1), 25-34.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2014). *Periodization training* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Carrasco, L., Sanudo, B., de Hoyo, M., Pradas, F., & Da Silva, M. E. (2011). Effectiveness of low-frequency vibration recovery method on blood lactate removal, muscle contractile properties and on time to exhaustion during cycling at VO₂max power output. *European Journal of Applied Physiology*, 111(9), 2271-2279.
- Cheng, C. F., Hsu, W. C., Lee, C. L., & Chung, P. K. (2010). Effects of the different frequencies of whole-body vibration during the recovery phase after exhaustive exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(4), 407-415.
- Choi, S. J., Park, S. Y., & Kwak, Y. S. (2015). The Clinical Evaluation between Overtraining Syndrome and Exercise-related Immunity. *Journal of Life Science*, 25(11), 1324-1330.
- Dahl, S., Cotrel, C., & Leleu, C. (2006). Optimal active recovery intensity in Standardbreds after submaximal work. *Equine Veterinary Journal*, 38(S36), 102-105.
- Davis, J. M., & Bailey, S. P. (1997). Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(1), 45-57.
- Devlin, J., Paton, B., Poole, L., Sun, W., Ferguson, C., Wilson, J., & Kemi, O. J. (2004). Blood lactate clearance after maximal exercise depends on active recovery intensity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(3), 271-278.
- Dintiman, G. B., & Ward, R. D. (2003). *Sports speed* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Fernstrom, J. D. (2005). Branched-chain amino acids and brain function. *The Journal of Nutrition*, 135(6), 1539S-1546S.
- Getto, C. N., & Golden, G. (2013). Comparison of active recovery in water and cold-water immersion after exhaustive exercise. *Athletic Training and Sports Health Care*, 5(4), 169-176.
- Gould, A. D., & Dye, J. A. (1932). *Exercise and Its physiology* (Vol. 193). NY: A. S. Barnes and Co.
- Gregson, W., Allan, R., Holden, S., Phibbs, P., Doran, D., Campbell, I., Waldron, S., Joo, C. H., & Morton, J. (2013). Postexercise cold water immersion does not attenuate muscle glycogen resynthesis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(6), 1174-1181.
- Han, J. K. (2012). An investigation of the effect of cool down protocols after resistance training on body composition and lactic acid levels. *Journal of Korean Society for the Study of Physical Education*, 17(3), 159-169.
- Han, J. K., & Park, S. B. (2013). Acute effects of different stretching protocols on sergeant jump and lower limb isokinetic strength in collegiate tennis players. *Journal of Korean Society for the Study of Physical Education*, 18(1), 237-247.
- Han, S. C., & Sin, Y. (2007). The influence of recovery exercise by intensity the after on blood lactate maximum exercise. *Journal of Korea Sports Research*, 18(5), 731-738.
- Heyman, E., De Geus, B., Mertens, I., & Meeusen, R. (2009). Effects of four recovery methods on repeated maximal

- rock climbing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(6), 1303-1310.
- Jakeman, J. R., Macrae, R., & Eston, R. (2009). A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics*, 52(4) 456-460.
- Jeon, Y. K., & Lee, K. H. (2014). ATCN-3 R577X Gene genotype distribution of the difference between aerobic and anaerobic capacity in cross-country ski athletes. *The Korean Journal of Sports Science*, 23(3), 255-1265.
- Kang, S. R., & Kwon, T. K. (2015). The effect of reduction of lactate level and heart rate recovery in whole body vibration after high intensity exercise. *Rehabilitation Engineering And Assistive Technology Society of Korea*, 11, 133-135.
- Kang, S. R., Min, J. Y., Hong, C. U., & Kwon, T. K. (2016). The effect of muscle fatigue reduction and heart rate recovery according to whole body vibration after gait exercise in the young female. *Korean Journal of the science of Emotion & sensibility*, 19(1), 3-10.
- Kang, S. R., Min, J. Y., Yu, C., & Kwon, T. K. (2017). Effect of whole body vibration on lactate level recovery and heart rate recovery in rest after intense exercise. *Technology and Health Care*. 25(S1). 115-123.
- Kim, J. M., Lee, W. J., & Lee, S. J. (2014). The effects of vibration on inflammatory and muscular damage markers during resistance training of various intensities. *The Korea Journal of Sports Science*, 23(6), 1185-1199.
- Kim, S. S., Lee, W. J., & Ju, S. B. (2007). Effects of half-immersion in hot water or cold water on physiological variable and blood fatigue variable after submaximal exercise. *The Korean Journal of Physical Education*, 46(5), 523-531.
- Kosar, A. C., Candow, D. G., & Putland, J. T. (2012). Potential beneficial effects of whole-body vibration for muscle recovery after exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2907-2911.
- Kraemer, W. J., & Bradley, C. N. (1997). *Factors involved with overtraining for strength and power*. Human Kinetics, 69-86.
- Larivière, C., Gravel, D., Arseneault, A. B., Gagnon, D., & Loiselle, P. (2003). Muscle recovery from a short fatigue test and consequence on the reliability of EMG indices of fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 89(2), 171-176.
- Lee, D. B., Lee, Y. S., & Lee, Y. J. (2002). The effects of cryotherapy after exercise-induced muscle fatigue on lactate acid. *The Korea Journal of Sports Science*, 11(2), 681-691.
- Lee, J. H. (2010). The effects of the 100m record on the composition training for improve of the speed. *Korean Journal of Sport Science*, 21(1), 911-918.
- Lee, S. J. (2014). *Response of heart rate and blood variable related to fatigue to various recovery methods during a bouldering game*. Master Dissertation, Kyung Hee University.
- Lee, W. J., Park, G. D., & Choi, K. S. (2001). The changes of blood pressure, heart rate and blood lactic acidconcentration in short distance athletes as 100m, 200m, 300m, and 400m separate and sectional running. *The Korean Journal of Education*, 40(1), 265-274.
- Leonardi, L. M., Komor, A., & Dal Monte, A. (1987). *An interactive computer simulation of bobsled push-off phase with a multimember crew*. *Biomechanics X*, Human Kinetics. 761-766.
- Lim, I. S. (2000). Analysis of multiple evaluation to marker of overtraining syndrome. *The Korean Journal of Education*, 40(1), 286-300.
- Lohman III, E. B., Petrofsky, J. S., Maloney-Hinds, C., Betts-Schwab, H., & Thorpe, D. (2007). The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. *Medical Science Monitor*, 13(2), CR71-CR76.
- Lorist, M. M., Kernell, D., Meijman, T. F., & Zijdwind, I. (2002). Motor fatigue and cognitive task performance in humans. *The journal of Physiology*, 545(1). 313-319.
- Machado, A. F., Ferreira, P. H., Micheletti, J. K., de Almeida, A. C., Lemes, Í. R., Vanderlei, F. M., Netto Junior, J., & Pastre, C. M. (2016). Can water temperature and immersion time influence the effect of cold water immersion on muscle soreness? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(4), 503-514.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or. (2004). *Growth, Maturation and physical activity*, Champaign, Human Kinetics.
- Mang, H. J. (2002). The change of cortisol, testosterone after cryotherapy following exercise-Induced muscle fatigue.

- The Korean Journal of Physical Education*, 41(3), 317-323.
- Mawhinney, C., Jones H., Joo, C. H., Low, D. A., Green, D. J., & Gregson, W. (2013). Influence of cold-water immersion on limb and cutaneous blood flow after exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(12), 2277-2285.
- Melzack, R. (1987). The short-form McGill pain questionnaire. *Pain*, 30(2), 191-197.
- Menzies, P., Menzies, C., McIntyre, L., Paterson, P., Wilson, J., & Kemi, O. J. (2010). Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 975-982.
- Min, S. K. (2016). Special issue- The heritages from Rio olympic/ Sprinter ability of the start section affect the ability to play of Bobsleigh & skeleton. *Sports Science*, 136, 56-61.
- Morlock, M. M., & Zatsiorsky, V. M. (1989). Factors influencing performance in bobsledding: I: Influences of the bobsled crew and the environment. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5(2), 208-221.
- Osbeck, J. S., Maiorca, S. N., & Rundell, K. W. (1996). Validity of field testing to bobsled start performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(4), 239-245.
- Park, C. H., & Kwak, Y. S. (2013). Diagnosis and prevention of the overtraining syndrome. *Journal of Coaching Development*, 15(1), 91-97.
- Park, E. J. (2003). *Setting of Proper Recovery Exercise Intensity to Recover from Lactate Fatigue*. Master Dissertation, Dongduk Womens University.
- Richardson, R. S., Noyszewski, E. A., Leigh, J. S., & Wagner, P. D. (1998). Lactate efflux from exercising human skeletal muscle: role of intracellular PO₂. *Journal of Applied Physiology*, 85(2), 627-634.
- Riganas, C. S., Papadopoulou, Z., Psichas, N., Skoufas, D., Gissis, I., Sampanis, M., Paschalis, V., & Vrabas, I. S. (2015). The rate of lactate removal after maximal exercise: the effect of intensity during active recovery. *The Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 55(10), 1058-1063.
- Romanovsky, A. A., Almeida, M. C., Aronoff, D. M., Ivanov, A. I., Kosman, J. P., Steiner, A. A., & Turek, V. F. (2005). Fever and hypothermia in systemic inflammation: recent discoveries and revisions. *Frontiers in Bioscience*, 10(1), 2193-2216.
- Sahlin, E. H. K. (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise sport Science Review*, 8(1), 41-128.
- Serban, M. (1979). Psychological aspect of peaking. *Education Fitness of Sports*, 6, 38-46.
- Shetler, K., Marcus, R., Froelicher, V. F., Vora, S., Kalisetti, D., Prakash, M., Do, D., & Myers, J.,(2001). Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *Journal of the American College of Cardiology*. 38(7):1980-7.
- Smith, M. (2005). *High performance sprinting*. Crowood.
- Song, H. H. (2010). *Effect of local vibration treatment on recovery from delayed onset of muscle soreness*. Master Dissertation, School of Sports Industry Kook min University.
- Song, H. H., Kim, J. Y., Lee, C. H., & Lee, J. H. (2011). The effect of local vibration treatment on muscle damage parameters following exercise-Induced Muscle Damage. *Journal of Coaching Development*, 13(1), 179-188.
- Song, J. K., Chai, J. G., & Kim, H. B. (2007). Effect of intensive exercise training on aerobic capacity, bone mineral density and hematological parameters in female collegiate athletes. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 30, 547-558.
- Song, Y. K., Jeon, J. Y., & Suh, S. H.(2017). Understanding of Lactate. *Korean Journal of Sport Science*, 28(1), 001-010.
- Spencer, M., Dawson, B., Goodman, C., Dascombe, B., & Bishop, D. (2008). Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 103(5), 545-552.
- Stamford, B. A., Weltman, A., Moffatt, R., & Sady, S. (1981). Exercise recovery above and below anaerobic threshold following maximal work. *Journal of Applied Physiology*, 51(4), 840-844.
- Sung, B. J., & Kim, J. T.,(2017). Respiratory and Circulatory Function & Removal of Lactate During Exercise and after Exercise in Elite Male Middle Distance Runners. *Sport Science*, 34(2): 107-118.
- Swain, D. P., Abernathy, K. S., Smith, C. S., Lee, S. J., & Bunn, S. A. (1994). Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(1), 112-116.
- Takahashi, T., & Miyamoto, Y. (1998). Influence of light physical activity on cardiac responses during recovery from exercise in humans. *European Journal of Applied*

- Physiology and Occupational Physiology*, 77(4), 305-311.
- Takahashi, J., Ishihara, K., & Aoki, J. (2006). Effect of aqua exercise on recovery of lower limb muscles after downhill running. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 835-842.
- Wigernæs, I., Høstmark, A. T., Strømme, S. B., Kierulf, P., & Birkeland, K. (2001). Active recovery and post-exercise white blood cell count, free fatty acids, and hormones in endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 84(4), 358-366.
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., & Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17(5), 225-239.
- Yang, D. J., & Jeong, Y. S. (2013). The acute effects of dynamic and static stretching on jump height and muscle activity. *The Journal of Digital Policy & Management*, 11(8), 265-272.
- Yang, Y. K., & Park, E. H. (2016). The effect of cold and hot water immersion on the blood fatigue markers in Taekwondo athletes. *The Korea Journal of Sports Science*, 25(4), 1053-1061.
- Yoo, S. H., Jee, Y. S., Jee, C. H., Yu, J. H., Lee, W. H., & Park, D. S. (2009). Effects of Three Recovery Methods on Blood Lactate and Median Frequency After Wingate test. *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 11(3): 223-234.
- Yoon, S. W., Kim, K. J., Kim, C. K., & Kim, H. D. (2002). *Strength training and conditioning*. Seoul: Daehanmedia. 427-441.
- Millard-Stafford, M., Warren, G. L., Thomas, L. M., Doyle, J. A., Snow, T., Hitchcock, K.,(2005). Recovery from run training: efficacy of a carbohydrate-protein beverage? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15(6):610-24.

국가대표 봅슬레이·스켈레톤 선수들의 육상 훈련 후 회복방법에 따른 젖산, 심박수, VAS 변화율 비교

민석기 · 김경진 · 이광규 (한국스포츠개발원)

【목적】 본 연구의 목적은 국가대표 봅슬레이·스켈레톤 남자 선수들의 회복 방법에 따른 젖산, 심박수 및 VAS의 변화율을 관찰하는데 있다. **【방법】** 참가자들은 9명의 국가대표 남자 봅슬레이·스켈레톤 선수들로, 육상 훈련 후 유산소운동, 전신진동운동, 냉침수요법 처치에 따른 젖산(lactic acid), 심박수(heart rate) 및 VAS(visual analogue scale)의 변화율을 관찰하였다. 자료 분석은 처치 전·후의 차이를 규명하기 위해 반복이원변량분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였으며, 처치 간 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. **【결과】** 결과로는 3가지 처치(유산소운동, 전신진동운동, 냉침수요법)에 따른 측정 요인(젖산, 심박수, VAS)의 전·후 결과값이 통계적 유의차가 있는 것으로 나타났다($p < .001$). 처치 간 차이는 젖산에서 유산소운동 및 전신진동운동 처치가 냉침수 요법에 비해 감소율이 높은 것으로 나타났다($p < .001$). **【결론】** 이상의 결과를 종합하면, 봅슬레이·스켈레톤 선수들의 운동 후 빠른 회복을 위해서는 정적 회복보다 동적회복이 더 효과적이며, 동계 종목 특성상 공간적·외부 환경적인 조건을 고려하여 처치가 이루어진다면 선수들의 피로회복 및 경기력 향상에 더욱 효과적일 것으로 사료된다.

주요어: 동계종목, 봅슬레이, 스켈레톤, 회복, 젖산