

Effect of core training on dynamic posture control, lower extremity injury, and joint position sense in ski athletes

Jong-Yual Kim*, Woo-Young Park**

*Doctor course, Dept. of Physical Education, Dankook University, Gyeong-gi, Korea

**Professor, Div. of International sports, Dankook University, Chungnam, Korea

[Abstract]

The purpose of this study was to investigate the effect of 8 weeks of core training on dynamic posture control, lower extremity injury and proprioceptive joint position sensory in ski athletes. Twenty subjects participated in this study and were randomly divided into two groups : exercise group (Ex=10) and control group (Con=10). The core training program consisted of a bench, a sideways bench, a plank, a side bridge, and a supine bridge, and was conducted three times a week for 8 week. The dynamic posture control had a significant effect on the left and right postero-medial reach, and the lower extremity criterion test had a significant effect on the left and right composite scores. In addition, there was a significant decrease in the proprioceptive joint position sense at 15° of the left leg and 45°. In conclusion, 8 weeks a core training have been shown to improve skiers' dynamic posture control, lower extremity injury and proprioceptive joint position sensory.

▶ **Key words:** ski athletes, core training, dynamic posture control, lower extremity injury, joint position sensory

[요 약]

이 연구의 목적은 8주간의 코어 훈련이 스키선수의 동적자세조절, 하체 손상 및 고유수용성 관절위치감각에 미치는 영향을 보고자 하였다. 이 연구에 참여한 대상자는 스키선수 20명으로 무작위로 코어 운동군 10명과 통제군 10명으로 분류하였다. 코어 훈련프로그램은 벤치, 사이드웨이 벤치, 프랭크, 사이드 브리지 및 서파인 브리지로 구성하였고, 8주간 주 3회 실시하였다. 연구 결과 동적자세조절 검사는 좌·우측 후방안쪽 뺨기에서 유의한 효과가 있었고, 하체 손상 준거 검사는 좌·우측 종합점수에서 통계적으로 유의한 효과가 있었다. 또한 고유수용성 관절위치감각은 원발 15°와 원발 45°에서 유의한 감소가 있었다. 결론적으로 8주간의 코어 훈련은 스키선수의 동적자세 조절 능력, 하체 손상 감소 및 관절위치감각을 향상시키는 것으로 나타났다.

▶ **주제어:** 스키선수, 코어 훈련, 동적자세조절, 하체 손상, 관절위치감각

-
- First Author: Jong-Yual Kim, Corresponding Author: Woo-Young Park
 - *Jong-Yual Kim (tyhjm1004@naver.com), Dept. of Physical Education, Dankook University
 - **Woo-Young Park (golterea@hanmail.net), Div. of International sports, Dankook University
 - Received: 2023. 07. 03, Revised: 2023. 07. 20, Accepted: 2023. 07. 24.

I. Introduction

알파인 스키는 정해진 기문을 이탈 없이 누가 더 빠르게 목표지점에 도착하는 것으로 승부를 가르는 스포츠로 레이싱 과정에서 체력적 측면과 기술적 요소 뿐만 아니라 코스 전략 등을 살펴야 만 되는 다양한 인체 능력이 요구된다. 특히 경사지고, 미끄러운 슬로프라는 컨디션에서 빠른 속도의 레이싱을 펼치는 과정에서 자칫 균형을 잃고 코스를 이탈하거나 점프 후 착지 과정에서 자세조절에 실패할 경우 큰 부상의 우려가 있는 스포츠이기도 하다[1]. 알파인 스키 선수의 손상 원인은 회전 과정에서 안쪽 다리와 가쪽 다리 근력의 비대칭과 무릎근 및 넙다리내갈래근의 좌우 균형 비율[2] 뿐만 아니라 코어 근력의 부실과 불균형을 주로 꼽았다[3]. 또한 운동선수의 코어 근력이 근지구력보다 손상 위험 예방에 중요하며, 여성 스키어의 코어 강도가 남자선수보다 낮아 무릎 손상(ACL)의 빈도가 높다는 보고는 코어 근력의 중요성을 시사하고 있다[4]. 운동선수의 부상은 경기력 저하, 경제적 손실은 물론 고유수용성 감각 약화 뿐만 아니라 신경근 손상에 의한 만성적 불안정성을 초래할 수 있어 사전에 예방해야 한다[5]. 인체의 코어 근육은 횡격막, 복근, 복횡근, 골반기저근, 척추의 횡돌기근, 및 척추기립근을 포함한 심부 근육으로 구성된다[6][7]. 코어 안정성은 스포츠 활동 중에 운동 사슬 전체에 힘의 전달 및 제어를 담당하기에 매우 중요하다[8][9]. 코어 안정화 훈련의 목적은 운동역학적 동작의 향상과[10], 상·하체의 신경근 조절능력의 향상으로 스포츠 관련 손상의 가능성을 예방 뿐만 아니라[11] 스포츠 수행능력 증대로 인한 경기력 향상에 있다[12][13]. 이와는 반대로 코어근력의 빈약과 안정성의 저하는 근관절 근위부 및 원위부와의 협력과 근통합이 원활하지 않아 하체 손상 취약성에 노출되고, 무릎 외반(valgus) 붕괴와 같은 결과를 초래한다[14]. 코어 관련 선행연구를 살펴볼 때, 트랙 육상선수들의 하체 부상 가능성 감소[15], 하체 안정성과 장거리 달리기 능력의 향상[16], 청소년 축구선수의 하체 근력 향상은 물론 좌우 균형 능력의 개선 뿐만 아니라[17], 군인들의 코어 근기능과 근지구력에 긍정적 영향을 미쳤다는 결과들이 보고되고 있다[18]. 코어 및 신경근 훈련이 스웨덴 청소년 스키 선수의 하체 손상에 긍정적인 효과를 미쳤다는 연구가 있으나[19] 단일 코어 훈련에 의한 스키선수들을 대상으로 한 종속변인을 분석한 결과는 찾아보기 힘들다. 이에 순발력과 스피드 향상을 위한 근력 요인의 증대에 의한 경기력 향상과 부상 예방을 위해서는 코어 근육의 안정성

훈련이 절대적으로 필요할 것으로 생각한다[20]. 특히 스키선수의 부상자와 비부상자 간의 코어 근력 차이 및 불균형은 ACL 부상 위험인자로[21] 밝혀져 코어 훈련을 알파인 스키 선수에게 적용하는 것은 의미있는 일로 본다.

한편 Y-balance 검사는 동적자세조절 능력 뿐 아니라 하체손상의 위험성이 있는 운동선수를 구별할 수 있는 방법 중 하나로 세방향(앞으로, 후방 안쪽과 후방 가쪽)으로 도달거리로 측정하는 높은 신뢰도와 타당도를 겸비한 장비이다[22][23]. 특히 3세방향에 대한 도달거리를 합산한 '종합점수'를 계산하여, 동적자세조절 능력을 가능할 수 있다[24]. 선행연구에서 앞으로 도달거리의 좌우 차가 4cm 이상 시[25], 후방 안쪽 도달거리의 좌우 차가 4cm 이상일 때, 축구선수의 하체손상이 늘어났다는 결과가 있었다[26]. 그리고 종합점수가 대상자의 하체길이에 94.0% 미만 시 농구선수의 하체손상 발생 가능성이 증가했다[22]. 또한 전방십자인대 손상자와 정상인과 비교 시 세방향 모두 유의한 차이가 있었다[27]. 이 결과 값으로 전방십자인대(ACL) 손상 우려를 밝혀내고, 사전에 예방할 수 있다는 측면에서 의미가 있다고 본다.

한편 근방추, 골지체 및 관절수용기로 구성되어 있는 고유수용성 관절위치감각은 '움직임에 대한 자기 자신의 신체 부위 위치를 아는 능력'으로 신체의 움직임을 유지하고 항상성을 조절하기 위해 위해서 매우 중요하다. 또한 올바른 자세조절 및 관절 안정성에 대한 의식적이고 무의식적인 감각을 인지하는 데 도움을 준다[21]. 그러므로 고유수용성 감각의 결함은 관절의 기능적 불안정성을 일으켜 손상의 위험을 증가시킬 수 있고, 걷기 등에 부정적인 영향을 미칠 수 있다[28]. 특히 신경 신호에 대한 자극을 감각 운동계의 구심성 경로를 따라 전환해주기 때문에 근장력과 근신전 조절 역할을 하게 되어 근관절의 손상 예방에 첨병 역할을 담당한다[29]. 선행연구에서 무릎 손상 여성의 고유수용성 관절위치감각에 대한 상당한 결손이 발견되었고[30], 코어 근력 부족에 의한 고유수용성 감각의 감소는 무릎 손상 위험 요인으로 보았다[31].

따라서 이 연구의 목적은 8주 코어 훈련이 스키선수의 동적자세조절, 하체 손상 준거 및 고유수용성 관절위치감각에 미치는 영향을 보고자 하였다.

Table 1. The characteristics of subjects(M±SD)

Groups	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Carrier(yrs)
Ex(10)	22±2.12	176±5.24	71±8.12	7±2.30
Con(10)	22±2.35	177±4.51	70±9.26	8±1.32
<i>P</i>	.412	.516	.357	.129

II. Methods

1. Subjects

이 연구에 참여한 대상자는 대한스키연맹에 등록된 스키선수로서 근골격계 및 이비인후과에 이상이 없는 자로 운동군 10명과 통제군 10명으로 구성하였다. 본격적 운동 프로그램 시작 전 대상자에게 실험에 대한 전반적인 목적과 과정 등 자세한 제시 및 안내 후 실험에 자발적으로 참가하겠다는 동의서 수령 후 실시하였다. 운동군과 통제군의 동질성 검사는 independent t-test로 하였고, 대상자의 일반적 특징은 <Table 1>과 같다.

2. Dependent variables test

이 연구의 종속변인 검사는 동적자세조절, 하체 손상 준거 및 고유수용성 관절 위치감각으로 자세한 검사 방법은 아래와 같다.

2.1. Dynamic balance control

동적자세조절 능력을 보기 위한 검사 도구로 Y-balance(FMS, USA)를 사용하였고, 검사 방법은 <그림 1>에서 보는 바와 같다. Y-balance 는 상·하체 협응, 균형, 유연성 및 하체 근력이 필요하고, 신경근의 조화가 있어야 하며, 검사 결과로 동적자세조절 능력은 물론 하체 손상 여부를 판단할 수 있다. 우선 각 대상자의 하체 길이를 앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에서 복숭아뼈(malleolus) 까지로 검사하였다. 대상자는 운동에 적합한 복장을 착용한 후 준비운동과 스트레칭 등을 충분히 실시한 후 맨발 상태로 실시하였다.

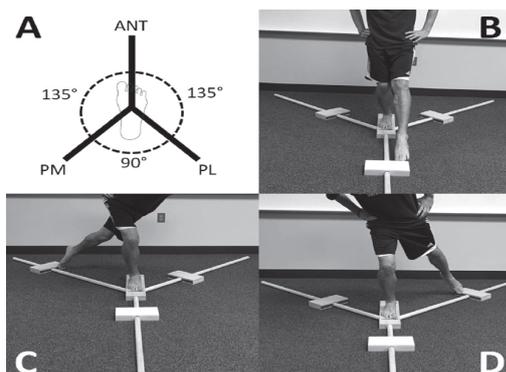


Fig. 1. Y-balance test

평편한 바닥에 Y-balance 장비를 설치해 놓고 각 5회 연습을 한 후 왼발과 오른발 번갈아 앞쪽(anterior), 후방가쪽(posterolateral), 후방 안쪽(posteromedial) 순서대로 실시하였다. 검사 도중 중심을 잡지 못하고 장비에서 이탈할 경우 처음부터 새로 시작하였다.

2.2. Lowe extremity injury criterion

하체손상 준거는 Y-balance 검사 결과가 종료 종료된 후 종합점수는 = (전방+후방안쪽+후방가쪽) / (다리길이 × 3) × 100을 하여 구하였다.

2.3. Proprioceptive joint position sensory

고유수용성 관절위치감각 검사 장비는 Cybex humac norm(Cybex lumax Co, USA) 등속성 근기능 측정장비를 이용하여 양측에서 무릎관절 위치감각을 측정하였다.

검사는 저항이 없는 상황에서 개시 각도는 90°, 목표 각도는 45°로 설정하여 선수의 두 눈을 가린 후 검사자가 먼저 측정 각도를 찾아 주어 선수가 5초 동안 그 각도를 유지하면서 기억하게 하였다. 대상자는 5초 경과 후 시작 지점으로 돌아와 대상자가 스스로 기억한 각도를 찾게 하였다. 총 2회 관절위치감각을 검사하며, 검사 결과는 기억한 각도를 찾게 하고 목표로 한 값으로부터 오차 값 중 두 측정치를 평균화하여 사용하였다.

3. Core training program

코어 훈련 프로그램은 Sasaki 등(2019)의 연구를 변형하여 벤치(bench), 사이드웨이 벤치(sideways bench), 프랭크(plank), 노르딕 햄스트링(Nordic hamstring)으로 구성하였다.

코어 훈련은 비시즌기에 실시하였고, 8주간 주 3회 참여하였으며, 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분으로 하였다. 운동 강도는 각 참가자의 성취도에 따라 2, 3단계로 설정하고 증가시켰다. 통제군의 경우 경기력 향상을 위한 일상적인 훈련 외 훈련을 금하게 하였다.

4. Statistical analysis

이 연구의 자료처리는 SPSS 24 version을 이용하여 종속변인의 평균 및 표준편차를 구하고, 집단과 시간에

Table 2. Core training program

Training program	Contents	Prescriptions	
Warm up	Dynamic stretching	10 min	
Bench	Level 1 : static (both legs)	2 sets × 30 sec	Between sets rest 1 min
	Level 2 : 1 leg lift	2 sets × 30 sec	
Sideways bench	Level 1 : static	2 sets × 30 sec	
	Level 2 : with leg lift	2 sets × 30 sec	
Plank	Level 1 : static	3 sets × 30 sec	
	Level 2 : 1 leg lift	3 sets × 30 sec	
Nordic hamstring	Level 1 : 5 repetitions		
	Level 2 : 5-10 repetitions		
	Level 3 : 10-15 repetitions		
Cool down	Static stretching	10 min	

대한 반복이원변량분석(Repeated two-way ANOVA)을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 하였다.

서 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). 우측 종합점수에서도 시간 및 상호작용에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

III. Results

1. Dynamic posture control

동적자세조절 능력 분석 결과 <표 3>과 같이좌·우측 앞쪽에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 좌측 후방 안쪽에서 시간($p < .01$) 및 상호작용에서 유의한 것으로 나타났다($p < .05$). 우측 후방 가쪽에서는 운동 및 집단 간에 유의한 차이는 없었으나, 우측 후방 안쪽($p < .01$)과 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

2. Lowe extremity injury criterion

하체손상 준거를 나타내는 종합점수 중 좌측 종합점수의 경우 <표 4>에서 보는 바와 같이 시간 및 상호작용에

3. Proprioceptive joint position sensory

고유수용성 관절 위치감각 검사 결과 <표 5>와 같이 왼발 15°의 경우 시간($p < .01$) 및 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 왼발 45°의 경우 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

그러나 오른발 15°와 45°에서의 경우 시기, 집단 및 상호작용에서 유의한 차이가 없었다.

IV. Discussion

이 연구의 목적은 8주 코어 훈련이 스키선수의 동적자세조절, 하체 손상 준거 및 고유수용성 감각에 미치는 영향을 보고자 하였다.

Table 3. The results of dynamic postural control

Variables	Groups	Pre	Post	Source	F	P
L anterior(cm)	Ex	58.11±6.51	58.41±6.49	T	.424	.523
	Con	57.25±5.98	57.23±6.79	G	.756	.371
				T×G	.457	.467
L. postero-lateral (cm)	Ex	97.79±7.50	97.71±7.98	T	4.524	.078
	Con	97.29±7.81	97.49±8.49	G	.985	.367
				T×G	3.157	.159
L. Postero-medial (cm)	Ex	96.49±8.19	97.11±7.51	T	11.257	.015*
	Con	95.89±8.30	96.14±8.59	G	3.457	.081
				T×G	7.635	.011*
R anterior(cm)	Ex	58.19±8.64	58.89±7.51	T	3.954	.059
	Con	57.69±8.49	57.69±8.41	G	.619	.434
				T×G	6.284	.067
R postero-lateral (cm)	Ex	96.29±7.41	96.58±6.15	T	15.524	.052
	Con	96.39±7.34	96.67±7.34	G	.765	.354
				T×G	6.284	.063
R Postero-medial (cm)	Ex	96.19±7.54	97.11±8.11	T	11.257	.007**
	Con	96.79±8.21	95.78±7.54	G	3.214	.167
				T×G	7.964	.012*

M±SD L : left leg, R : right leg * $p < .05$ ** $p < .01$, T : time G : groups

Table 4. The results of low-extremity injuries index

Variables	Groups	Pre	Post	Source	F	P
L. Complex (cm)	Ex	83.23±6.24	84.68±5.14	T	17.234	.005**
	Con	83.57±5.52	83.97±5.24	G	.219	.569
				T×G	13.452	.002**
R. complex (cm)	Ex	83.61±5.31	84.85±5.61	T	14.452	.002**
	Con	83.59±4.87	83.48±5.23	G	.257	.324
				T×G	11.239	.006**

M±SD L : left leg, R : right leg *p<.05 **p<.01, T : time G : groups

Table 5. The results of proprioceptive joint position sensory

Variables	Groups	Pre	Post	Source	F	P
Left 15°	Ex	14.65±1.59	13.14±1.72	T	11.127	.002**
	Con	14.42±1.42	14.36±1.12	G	1.362	.254
				T×G	.326	.023*
Right 15°	Ex	14.78±1.49	14.76±1.64	T	.748	.319
	Con	14.25±1.68	14.31±1.97	G	3.256	.087
				T×G	4.579	.062
Left 45°	Ex	45.69±1.56	45.14±1.41	T	2.454	.314
	Con	46.14±2.42	46.42±2.19	G	.367	.314
				T×G	7.689	.018*
Right 45°	Ex	45.36±2.41	45.32±2.41	T	2.207	.204
	Con	45.76±3.42	45.84±2.23	G	.467	.514
				T×G	2.754	.109

M±SD *p<.05 **p<.01, T : time G : groups

1. Dynamic posture control

스키선수의 부상자와 비부상자 간의 코어 근력 차이 및 불균형은 ACL의 주요 부상 위험인자이다[4]. Y-balance 검사는 한발로 쪼그리고 앉은 듯한 동작으로 3방향의 뺨기 수행과정에서 코어 근육의 역할이 중요하고, 후방 가쪽과 안쪽 뺨기 과정에서 중간선을 기점으로 안정성을 유지하면서 반대 다리는 내전해야 한다[32]. 본 연구 결과 좌·측 후방 안쪽과 후방 가쪽 뺨기에서 유의한 증가는 큰 엉덩근과 작은 엉덩근이 다른 근과 함께 엉덩관절의 외전(hip abductor)에 기인한다는[27] 선행연구자의 보고로 미루어 코어 훈련에 의해 전반적인 엉덩관절의 강화로 인한 결과로 사료된다. 또한 큰 엉덩근의 강화가 내전과 더불어 엉덩관절을 신전시키는 역할을 하는데, 엉덩관절이 회전축 앞쪽에 위치할 때 상체에 가해지는 중력의 힘에 저항하고, 굽어진 엉덩이를 시상선의 중간선으로 되돌리는 역할을 충분히 하였고 있으므로 생각된다[33]. 이러한 결과는 코어 안정화 훈련이 등 부위 근지구력의 향상이 Y-balance 검사 결과에 긍정적 영향을 미친다는 선행연구를 지지하는 결과이기도 하다[34]. 특히 엉덩관절 외전 근력은 반대 다리에 도달하는 중력의 힘에 저항함으로써 골반을 안정시키는 역할을 한다[35]. 운동선수들에게 중요한 것은 엉덩관절 외전 근력이 한발로의 활동 중에 엉덩관절이 안쪽으로 빠지는 결과를 막아주기 때문에 무릎에 과도한 외반족(valgus)을 막을 수 있다는

것으로 본대[33]. 운동선수가 아닌 일반 청소년을 대상으로 한 6주간의 코어 강화 훈련 결과 Y-balance 점수의 약 2-3% 증가하였으나[36] 본 연구에서는 선행연구자만큼의 증가는 없어도 통계적으로 유의한 결과를 보여 동일한 연구 결과로 생각한다. 그러나 위 결과는 일반인을 대상으로 한 훈련으로 결과가 선명하였으나 본 연구에서 유의한 증가가 없었던 것은 지속적으로 운동을 하는 대상자의 특징 때문으로 보인다.

2. Lowe extremity injury criterion

하체 손상 준거와 관련한 선행연구자와의 비교에서 종합점수의 결과에 따라 스키선수의 하체 손상 위험을 잘 나타내는 지표가 될 수 있듯[12], 전방으로의 좌·우측 도달 길이가 4cm 이상 차이일 경우 대학 선수들의 비접촉 부상 위험이 증가했다는[25] 결과와 반대로 본 연구 결과 앞쪽 뺨기에서 좌·우측의 대동소이한 차이로 하체 손상의 우려는 없는 것으로 나타났다. 한편 전방십자인대(ACL) 부상 집단은 통제 집단에 비해 전방 뺨기에서 점수가 낮은 것은 몸의 중심이 후방으로 빠지는 과정에서 무릎의 구부러짐에 대한 주변 인대 및 관절 근육의 부담이 작용하기 때문으로 보았다[33]. 여자 농구선수의 종합점수가 다리길이의 94%에 미치지 못하면 약 6.5배의 하체 부상 우려가 있다고 하였으나[37], 본 연구에서는 다리길이가 85.5cm인 점을 참고하면 약 1~2cm 차이 정도의 부족

이 나타나 하체 손상의 우려는 보이지 않았다. 대학 미식 축구 선수의 종합점수가 다리길이의 89% 이상의 경우 어떠한 비접촉성 하체 부상이 확인되지 않았다는 보고는 성별 차이로 생각되며[12], 특히 여자 운동선수의 경우 하체 부상의 우려가 큰 것은 엉덩관절이 낮은 구조적 특징에 기인한다 할 수 있겠다.

3. Proprioceptive joint position sensory

일반적으로 선수들의 부상이 코어 근력의 약화 및 부조화와 신경근 통제 능력의 결핍 뿐만 아니라 고유수용성 기능 부실로 보았다[37], 무릎관절 손상 여성의 고유수용성 관절위치감각에서 유의한 결함을 보인 결과로 미루어 코어 근력의 부실은 무릎관절 손상의 주요 위험 요인으로 꼽았다[30][31]. 본 연구에서 고유수용성 관절위치감각 검사 결과 원발 15°와 원발 45°의 경우 관절 위치의 감소로 미루어 운동의 효과가 유의한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 좌측 무릎 45°의 경우에서도 상대적으로 수축 위치에 있어 근방추 및 골지체가 있는 인대와 근육의 고유수용기 전환의 감소로 생각된다. 고유수용기는 근방추, 골지체 및 관절 수용기로 구성되어 스포츠 경기 및 일상생활에서 '움직임에 대한 자신의 신체 부위의 위치를 아는 능력'으로 부상 예방과 항상성 유지에 중요하다[28]. 고유수용기의 기능은 동적자세조절과 관절위치감각에 대한 의식적이고 무의식적 감각 조절에 중요 역할을 하나 고유수용성 기능 부족은 관절의 안정성을 해치고, 부상 유발의 가능성은 높인다[21]. 특히 이러한 기전은 말초 부위 원심성의 전기적 신경신호를 받아 중추신경에서 판단하여 구심성 경로를 따라 효과기로 전환해주시기 때문이다[29].

선행연구와의 비교에서 10주간의 스위스볼 위에서의 불안정성 코어 훈련이 코어 근력 뿐만 아니라 관절위치감각에서 4.7%의 향상을 보였다는 결과와 동일하다[38]. 달리기, 점프와 같은 기능적 훈련이 무릎관절의 근기능과 고유수용성 위치감각 개선에 유익하다는 국내 보고와도 일치하며[39], 이러한 결과는 훈련 과정에서 코어 부위와 근방추, 골지체 및 관절수용기 등에 충분한 자극이 긍정적 결과를 도출한 것으로 생각된다.

한편 코어 훈련이 저항 훈련보다 허리통증자의 평형성 개선과 관절위치감각 증진 측면에서 유리하다는[40] 결과는 본 연구 결과와 같은 맥을 보인다고 생각된다. 요약하면, 코어 훈련에 의한 관절위치감각 증진을 가져왔다는 결과는 국소적 강화보다 전반적인 근관절 강화가 부상 예방을 위해서도 중요할 것으로 본다.

V. Conclusions

이 연구의 목적은 8주간의 코어 훈련이 스키선수의 동적자세조절, 하체 손상 준거 및 고유수용성 관절 위치감각에 미치는 영향이었다. 연구 결과, 동적자세조절은 좌·우측 후방안쪽 뺨기와 하체 손상 준거는 좌·우측 종합점수에서 유의한 효과가 있었다. 또한 고유수용성 관절 위치감각은 원발 15°와 원발 45°에서 유의한 개선이 있었다. 결론적으로 8주간의 코어 훈련은 스키선수의 동적자세조절 능력, 하체손상 감소 및 고유수용성 관절 위치감각이 향상하였다.

이 연구의 한계점으로 코어 근력 훈련에 하체 근력과 동적자세조절 능력과의 상관성 분석이 필요해 보인다. 또한 제한점으로 코어 훈련의 기간 및 강도 등을 달리한 훈련 프로그램을 적용하여 경기력과 관련된 순발력과 코어 근력 등 다양한 변인을 분석해야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] M. C. Tarka, A. Davey, G. C. Lonza, C. M. O'Brien, J. P. Delaney, and N. Endres, N. K. "Alpine Ski Racing Injuries," *Sports Health*, Vol. 11, No. 3, pp. 265-271, 2019. DOI: 1177.1941738119825842
- [2] M. J. Jordan, P. Aagaard, and W. Herzog, "Rapid hamstrings/quadriceps strength in ACL-reconstructed elite alpine ski racers," *Medicine Science and Sports Exercise*, Vol. 47, No. 1, 109-119, 2015. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000375
- [3] J. Spörri, I. Kröll, M. Gilgien, E. and E. Müller, "How to Prevent Injuries in Alpine Ski Racing: What Do We Know and Where Do We Go from Here," *Sports Medicine*, Vol. 47, No. 4, pp. 599-614, 2017. DOI: 10.1007/s40279-016-0601-2
- [4] C. Raschner, H. Platzner, C. Patterson, I. Werner, R. Huber, and C. Hildebrandt, "The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers," *British Journal of Sports Medicine*, Vol. 46, No. 15, pp. 1065- 1071, 2012. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091050
- [5] S. N. Zhang, B. T. Bates, B. T. and J. S. Dufek, "Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landing," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 32, No. 4, pp. 812-819, 2000. DOI: 10.1097/00005768-200004000-00014
- [6] J. Borghuis, A. Hof, and K. A. Lemmink, "The importance of sensory motor control in providing core stability: Implications for measurement and training," *Sports Medicine*, Vol. 38, No. 11, pp. 893-916, 2008. DOI: 10.2165/00007256-200838110-00002

- [7] M. Colston, "Core stability", *International Journal of Athletic Therapy and Training*, Vol. 17, No. 1, pp. 8-13, 2012. DOI:10.2165/00007256-200838120-00004
- [8] M. L. Ireland, J. D. Willson, B. T. Ballantyne, and I. McClay Davis, "Hip strength in females with and without patello femoral pain," *Journal of Orthopaedics & Sports Physical Therapy*, Vol. 33, No. 11, pp. 671-676, 2003. DOI: 10.2165 /00007256-200838120-00004
- [9] W. B. Kibler, J. Press, and A. Sciascia, "The role of core stability in athletic function," *Sports Medicine*, Vol. 36. No. 3, pp. 189-198, 2006. DOI:10.2165/00007256-200636030 -00001
- [10] J. E. Earl, and A. Z. Hoch, "A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patello femoral pain syndrome," *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 39, No. 1, pp. 154-163, 2011. DOI: 10.1177/0363546510379967
- [11] S. Sasaki, E. Tsuda, Y. Yamamoto, S. Maeda, Y. Kimura, Y. Fujita, and Y. Shibashi, "Core-Muscle Training and Neuromuscular Control of the Lower Limb and Trunk," *Journal of Athletic Training*, Vol. 54, No. 9, pp. 959-969, 2019. DOI: 10.4085 /1062 -6050-113-17
- [12] S. J. Butcher, B. R. Craven, P. D. Chilibeck, K. S. Spink, S. L. Grona, and E. J. "The effect of trunk stability training on vertical take off velocity," *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 37, No. 5, pp. 223-231, 2007. DOI: 10.2519/ jospt. 2007.2331
- [13] S. T. Jamison, R. J. McNeilan, G. R. J., Young, G. S., Givens, D. L., Best, T. M., and A. M. Chaudhari, "Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 44, No. 10, 1924-1934, 2012. DOI: 10.1249/MSS.0 b013 e31825a2f61
- [14] V. H. Chuter, and X. A. Janse de Jonghe, "Proximal and distal contributions to lower extremity injury," *Gait & Posture*, Vol. 36, No. 1, pp. 7-15, 2012. DOI:1016.2012/j. gait post.02.001
- [15] U. T. Taddei, A. B. Matias, M. Duarte, and I. C. N. Sacco, "Foot Core Training to Prevent Running-Related Injuries," *AJSM*, 48, No. 14, pp. 3610-3019, 2020. DOI: 117 7.0363546520969205
- [16] K. Sato, and M. Mokha, "Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000M performance in runners," *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 23, No. 1, pp. 133-140, 2009. DOI: 10.1519 /JSC.0b013e31818eb0c5
- [17] A. D. Lacono, J. Padulo, and M. Ayalon, "Core stability training on lower limb balance strength," *Journal of Sports Science*, Vol. 34, No. 7, pp. 671-678, 2016. DOI: 10.1080/02640414.2015. 1068437
- [18] C. W. Hoppes, A. D. Sperier, C. F. Hopkins, F. B. D. Griffiths, M. F. Principe, B. L. Schnall, J. C. and S. L. Koppenhaver, "The efficacy of an 8-week core stabilization program core muscle function and endurance," *International Journal of Sports and Physical Therapy*, Vol. 11, No. 4, pp. 507- 519, 2016. DOI:10.1136/bjsports-2013-093 262
- [19] M. Westin, M. L. Harringe, B. Engström, M. Alricsson, and S. and Werner, "Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Competitive Adolescent Alpine Skiers," *Front Sports Act Living*, Vol. 6, No. 2, pp. 1-7. 2020. DOI: 10.3389/fspor.20 20.00011, 2020.
- [20] K. C. Huxel Bliven, and B. E. Anderson, "Core stability training for injury prevention," *Sports Health*, Vol. 5, No. 6, pp. 514-522, 2013. DOI: 10.1177/1941 7381 13481200
- [21] S. M. Lephart, and F. H. Fu, "Proprioception and neuromuscular control in joint stability," *Human Kinetics*. 2000.
- [22] P. J. Plisky, M. J. Rauh, T. W. Kaminski, and F. B. Underwood, "Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players," *Journal of Orthopedic Sports and Physical Therapy*, Vol. 36, No. 12, pp. 911-919, 2006. DOI: 10.2519/jospt.2006.2244
- [23] R. S. McCann, I. D. Crossett, M. Terada, K. B. Kosik, B. Bolding, and Gribble, "Hip strength and star excursion balance test deficits of patients with chronic ankle instability," *Journal of Science and Medicine in Sport*, Vol. 20, No. 11, pp. 992-996, 2017. DOI: 10.1016/j.jsams. 2017.05.005
- [24] P. Linek, D. Sikora, T. Wolny, and E. Saulicz, "Reliability and number of trials of Y Balance Test in adolescent athletes," *Musculo skeletal Science & Practice*, Vol. 31, No. 3, pp. 72-75, 2017. DOI: 10.1016/j.msksp.2017.03.011
- [25] C. A. Smith, N. J. Chimera, & M. Warren, "Association of Y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 47, No. 1, pp. 136-141, 2015. DOI: 10.1249/MSS.000000000000 0380
- [26] A. C. Gonell, J. A. P. Romero, and L. Soler, "Relationship between the Y-balance test score and soft tissue injury incidence in a soccer team," *International Journal of Sports Physical Therapy*, Vol. 10, No. 7, pp. 955-966, 2015.
- [27] B. R. Wilson, K. E. Robertson, J. M. Burnham, M. C. Yonz, M. L. Ireland, and B. Noehren, "The Relationship Between Hip Strength and the Y Balance Test," *Journal of Sport Rehabilitation*, Vol. 27, No. 5, pp. 445-450, 2018. DOI: 10.1123/jsr. 2016-0187
- [28] H. B. Menz, M. E. Morris, and S. R. Lord, "Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older peoples," *Biological Sciences and Medical Sciences*, Vol. 60, No. 12, 1546-1552, 2005. DOI: 10.1093/gerona/60. 12.1546
- [29] S. Hillier, M. Immink, M., and D. Thewlis, "Assessing

- Proprioception: A Systematic Review of Possibilities,” *Neuro rehabilitation and Neural Repair*, Vol. 29, No. 10, pp. 933-949, 2015. DOI: 15459683155 73055.2015 /23
- [30] B. T. Zazulak, T. E. Hewett, N. P. Reeves, B. Goldberg, and J. Cholewicki, “Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk,” *American Journal of Sports Medicine*, Vol. 35, No. 7, pp. 1123-1130, 2007. DOI:0.1177/03635465073015885
- [31] S. Ghai, and I. Driller, “Effects of joint stabilizers on proprioception and stability,” *Physical Therapy and Sport*, Vol. 25, No. 18, pp. 65-75, 2017. DOI: 10.1016/j.ptsp.2016.05.006
- [32] B. Norris, and E. Trudelle-Jackson, “Hip- and thigh-muscle activation during the Star Excursion Balance Test,” *Journal of Sport Rehabilitation*, Vol. 20, No. 4, pp. 428-441, 2011. DOI: 10.1123/jsr.20.4.428
- [33] C. M. Powers, “The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective,” *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 40, pp. 42-51, 2010. DOI: 10.2519/jospt.2010.3337
- [34] D. A. Neumann, “Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions,” *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 40, No. 2, pp. 82-94, 2010. DOI: 10.2519/jospt.2010.3025
- [35] D. Junker, and T. Stoggl, “The training effects of foam rolling on core strength endurance, balance, muscle performance and range of motion,” *Journal of Sports Science and Medicine*, Vol. 18, No. 2, pp. 229-238, 2019.
- [36] U. Granacher, J. Schellbach, K. Klein., O. Prieske, J. Baeyens, and T. Muehlbauer, “Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents,” *Sport Science and Medical Rehabilitation*, Vol. 6, No. 1, pp. 40-50, 2014. DOI: 10.1186/2052-1847-6-40
- [37] B. Anguish, and M. A. Sandrey, “Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle Instability,” *Journal of Athletic Training*, Vol. 53, No. 7, pp. 662-671, 2018. DOI: 10.4085/1062-6050-555-16
- [38] M. Cuğ, M. Ak, R. A. Ozdemir, F. Korkusuz, and D. G. Behm, “The effect of instability training on knee joint proprioception and core strength,” *Journal of Sports Science and Medicine*, Vol. 11, No. 3, pp. 468-74, 2012. DOI: 10.1007/s00167-009-0813-1
- [39] B. K. Kim, D. Y. Won, D. J. Kwak, S. R. Jung and S. K. Lee, “The effects of complex approach in yoga exercise and isometric exercise on muscle contraction strength characteristics and health factors of an elderly woman,” *The Korean Society of Science & Art*, Vol. 24, No. 38, pp. 27-35, 2016. DOI: 10.17548/ksaf.2016.06.24.27
- [40] S. S. Hlaing, R. Puntumetakul, E. E. Khine, and R. Boucaut, “Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain,” *BMC Musculo skeletal Disorder*, Vol. 22, No. 1, pp. 998-1007, 2021. DOI: 10.1186/s12891-021-04858-6

Authors



Jong-Yual Kim Ph. D. process in Physical Education from Dankook Univ Graduate School, Korea. I'm currently working as a player, coach and manager for a ski pro team in Hansol Co., Ltd.

I have a career as an alpine national skier, and I have won ski demonstrations in Korea. I am majoring in exercise physiology in graduate school. In particular, interested in ways to improve the performance and prevent and manage sports injuries of skiers.



Woo-Young Park received the Ph.D. degrees in Physical Education from Dankook University, Korea, in 2000. The doctoral thesis studied how golfers' physical fitness variables change during the 4 rounds.

I major in exercise physiology graduate school and especially interested in physical fitness for the elderly. In particular, not only changes in muscle and physical fitness due to aging, also changes in aging-related variables due to exercise are continuously studied.