

Effects of Flossing Band Exercise on Range of Motion, Vertical Jump in Taekwondo Demonstration Athletes with Functional Ankle Instability

Jin-Wook Lee*, Yong-Hyun Byun**

*Professor, Dept. of Exercise Prescription and Rehabilitation, Dankook University, Cheon-An, Korea

**Professor, Dept. of Sports Medicine, Dankook University, Cheon-An, Korea

[Abstract]

The purpose of this study was to analyze the effects of flossing band exercise on the range of motion and vertical jump for taekwondo demonstration athletes with ankle functional instability. The subjects of this study were 21 male Taekwondo Demonstration Team athletes enrolled at D University. They were divided into functional ankle instability group(FAIG, n=7), mild ankle instability group(MAIG, n=7), and ankle stability group(ASG, n=7). All groups performed a acute flossing band exercise program. The results of this study are as follows; dorsi flexion($p<.01$), inversion($p<.01$), eversion($p<.05$) and vertical jump($p<.01$) were significantly increased in the FAIG. Flossing band exercise of Taekwondo demonstration team with FAI increased joint range of motion and vertical jump. Therefore, it was confirmed that it could be an intervention that can improve performance and reduce the risk of ankle injury.

▶ **Key words:** Taekwondo demonstration team, Functional ankle instability, Flossing band, Range of motion, Vertical jump

[요 약]

이 연구는 플로싱밴드 운동이 기능적 발목 불안정성 태권도 시범단 선수들의 관절가동범위와 수직점프에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 플로싱 밴드의 효과를 알아보는 데 목적이 있다. D 대학교에 재학 중인 남성 태권도 시범단 선수 21명을 대상으로 기능적 발목 불안정성 그룹(FAIG, n=7명), 경미한 발목 불안정성 그룹(MAIG, n=7명), 발목 안정성 그룹(ASG, n=7명)으로 구분하였다. 모든 그룹은 일회성 플로싱밴드 운동 프로그램을 실시하였다. 그 결과 FAIG의 발등굽힘(Dorsi flexion, $p<.01$), 안쪽번짐(Inversion, $p<.01$), 가쪽번짐(Eversion, $p<.05$)에서 유의하게 관절가동범위가 증가하였으며, 수직점프($p<.01$)에서도 유의한 증가를 보였다. FAI를 가진 태권도 시범단 선수들의 플로싱밴드 운동은 발목의 관절가동범위와 수직점프를 증가시킴으로 경기력 향상과 발목손상의 위험을 줄일 수 있는 하나의 중재방법이 될 수 있는 가능성을 확인하였다.

▶ **주제어:** 태권도 시범단, 기능적 발목 불안정, 플로싱 밴드, 관절가동범위, 수직점프

-
- First Author: Jin-Wook Lee, Corresponding Author: Yong-Hyun Byun
 - *Jin-Wook Lee (rugby14@hanmail.net), Dept. of Exercise Prescription and Rehabilitation, Dankook University
 - **Yong-Hyun Byun (byunyh@dankook.ac.kr), Dept. of Sports Medicine, Dankook University
 - Received: 2021. 10. 25, Revised: 2021. 12. 28, Accepted: 2021. 12. 29.

I. Introduction

태권도 시범단 선수의 화려한 발차기는 기계체조와 트릭킹(tricking)을 결합한 기술로 자신의 신체나 보조자의 도움을 받아 높이 도약하거나 공중 높이 뛰어올라 다수의 회전 및 더 높고 많은 발차기를 이용하여 격파하는 기술 동작으로 인해 손상 위험이 높다[1-2]. 또한 착지 시 양쪽 다리로 착지해야 하지만 한쪽 다리로 착지하는 경우가 빈번하게 발생하기 때문에 착지 시의 손상빈도가 높으며 [3-4], 그 중 발목관절(41.5%)의 염좌 손상(49.5%)이 가장 높은 것으로 보고되었다[5-6]. 발목 염좌 손상은 반복될수록 만성 발목 불안정성(Chronic Ankle Instability, CAI)으로 진행되며 약 47~73%는 재손상을 입기 때문에[7-8] 예방적 관리가 필요하다. CAI는 과도한 가동성으로 인한 관절 및 연골의 퇴행성 변화와 관절 구조물의 손상이 발생되며[9], 기계적 발목 불안정성(Mechanical Ankle Instability, MAI)과 기능적 발목 불안정성(Functional Ankle Instability, FAI)이 독립적으로 또는 두 가지 모두 나타날 수 있다[10].

MAI는 관절의 안정 구조물인 인대의 손상이 치유되지 않아 관절의 느슨함이 발생할 수 있으며[10], FAI는 인대의 고유수용성 감각 저하 및 신경근의 변화로[10-11] 근육 위축과 하체 부정렬이 발생되고[11-12], 관절의 과도한 움직임 제어를 하지 못하기 때문에 경기 복귀에 긴 재활기간이 필요하다

만성 발목 불안정성의 보존적 재활치료는 주로 유연성, 관절가동범위[13-14], 근력, 신경근 조절과 고유수용성각각을[15] 향상시키는 운동프로그램이다[16]. 다만 FAI 손상은 중심성감각신경의 기능 감소로 인해 근육의 약화와 고유수용성각각이 저하됨으로 결국 기능적 장애를 유발하기 때문에[17] 이를 개선시키기 위한 다양한 운동방법이 제시되고 있다.

최근 일명 마법의 밴드로 알려진 플로싱(flossing)은 조직에 감은 상태에서 동적 움직임시 치료 효과가 유발하기 때문에 의료적 운동치료(medical training therapt) 방법으로 소개되고 있다.

플로싱 밴드는 고유수용성 감각이 많이 분포되어 있는 근막을 이완시키고 통증과 부종감소, 손상 예방, 재활 및 운동수행능력을 향상시키는 목적으로 이용되며 1~3분간의 짧은 시간의 움직임만으로도 관절가동범위(ROM) 증가가 효과적으로 나타나 운동선수에게 효율적인 소도구로 활용되고 있다[18-20]. Schleip와 Muller[21]는 플로싱이 근막의 파시니소체와 루파니 소체 기계수용기를 압박하여

신전반사와 알파운동신경의 억제를 야기하고 이는 근긴장도를 감소시켜 관절가동범위를 증가시킬 수 있다고 하였는데, 이러한 효과는 관절 가동성 부족으로 인해 운동사슬을 따라 손상과 통증이 유발을 예방할 수 있을 것이다.

플로싱에 관한 선행연구를 살펴보면 플로싱 밴드 적용은 통증 감소뿐만 아니라[22-24] 발목관절[19-20,25-26], 팔꿈치관절[27], 어깨관절[28-29]의 관절가동범위를 향상시키며, 동적스트레칭[30]과 정적스트레칭[31]보다 관절가동범위 증가에 더욱 효과적인 것으로 보고하고 있다.

또한 플로싱 밴드로 인한 혈류의 제한은 성장 호르몬 및 카테콜라민 반응이[32-33] 증가됨과 함께 근육의 힘과 수축성을 증가시키고[34], 근육의 흥분-수축 결합(EC coupling)의 효율성도 증가되어 운동수행능력 향상에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다[35]. 그리고 발목과 무릎 관절의 플로싱 밴드 적용은 반동동작점프(counter movement jump, CMJ) 높이를 증가시킬 수 있으며 [19-20,26], 넓적다리(thigh)에 적용 시 무릎 굽힘근과 펌근의 최대자발적수축력(maximum voluntary contraction, MVC)을 향상시킨다고 하였다[30-31, 36]. 한편, 혈류제한 운동은 저항도 훈련을 통해서도 근력강화의 효과를 얻을 수 있기 때문에 손상예방 및 수술 후 재활 운동에 적합한 방법으로 제안할 수 있다[26,37-39].

이처럼 플로싱 밴드의 선행연구의 긍정적인 효과를 보았을 때 도약과 착지의 과정이 빈번하게 발생하는 태권도 시범단 선수에게 플로싱 밴드 운동과 표준 훈련방법을 결합하여 적용한다면 경기력 향상과 더불어 손상예방의 효과를 볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 기능적 발목 불안정을 가진 태권도 선수를 대상으로 일회성 플로싱밴드 운동이 발목 관절가동범위와 수직점프에 미치는 영향을 분석하여 플로싱 밴드의 효과를 알아보려고 한다.

II. Methods

1. Subjects

이 연구는 충청남도 C지역 D대학교에 재학 중인 남성 태권도 시범단 21명을 대상으로 실험의 목적을 설명하고 자발적 참여의사를 확인 후 동의서를 받아 진행하였다. 대상자 선정은 발목관절 기능 평가 도구인 발목관절 불안정성 설문지(ankle instability instrument, AII)를 통하여 5점 이상인 기능적 발목불안정성 집단(function ankle instability group, FAIG, 5점이상) 7명, 경미한 발목 불

Table 1. Subject characteristics

Group	Age(yr)	Hight(cm)	Wight(kg)	%fat(%)	BMI(%)	AII(score)
FAIG (n=7)	20.66±0.81	176.46±4.37	68.70±5.53	14.42±3.74	22.08±0.93	6.27±0.84
MAIG (n=7)	21.22±1.43	172.46±5.30	65.24±6.68	14.25±2.49	22.02±1.67	2.12±0.75
ASG (n=7)	20.83±0.98	172.14±4.69	65.20±5.58	13.95±2.49	21.87±1.56	0
Mean±S.D. FAIG : Functional Ankle Instability Group, MAIG : miner ankle instability group, ASG : ankle stability group.						

안정성 집단(miner ankle instability group, MAIG, 1~4 점) 7명, 발목안정성 집단(ankle stability group, ASG, 0 점) 7명으로 구성하였다. 연구의 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. Measurement

신체조성과 AII는 안정 시에 측정하고, 발목의 관절가동범위와 수직점프는 안정 시와 일회성 플로싱 밴드 운동 후 측정하였다.

2.1 Body composition

신장(cm)은 수동 신장 측정계(Inbody BSM 170, korea)로 측정하였으며, 신체조성은 체성분분석기(body composition Inbody 720, korea)로 체중(kg), 체지방률(%fat), BMI(kg/m²)을 측정하였다.<Table 1>.

2.2 Ankle Instability Instrument

발목 손상 및 기능장애 정도를 평가하기 위한 설문지(AII)는 총 9가지 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목 당 '예'라고 답한 항목은 1점, '아니오'라고 대답한 항목은 0점으로 기재 한다. 총점이 0점인 대상자는 관절이 손상 받지 않음을, 1-4점은 약간의 불안정성을 5점 이상 기능적 발목 불안정성이 있음을 나타낸다. 본 설문지는 검사 재검사 신뢰도 연구에서 높은 신뢰도를 보였다(ICC=.95)[40].

2.3 Ankle ROM

발목의 관절가동범위(ROM) 측정은 측각계(goniometer, Baseline CE, U.S.A)를 이용하여 발등 굽힘(dorsi-flexion), 발바닥 굽힘(plantar-flexion)과 안쪽 번짐(inversion), 가쪽 번짐(eversion)을 측정하였다. 본 검사는 측정자 간의 신뢰도 연구에서 중간~ 높음 신뢰도를 보였다(ICC=.87~.95)[41].

2.4 Vertical Jumping

실시 전 선 자세에서 팔을 수직으로 뻗어 중지손가락 끝이 달은 위치를 측정한 후 수직점프(Vertical Jumping) 후 손 끝이 달는 부위를 측정하였다. 편안히 선 자세에서 아래방향으로의 반동을 준 다음 수직으로 도약하는 반동

점프를 하였다. 2~3회 예비연습 후 2분간 휴식 후 본 실험을 실시하였으며 총 3회 수직점프를 실시하여 평균값을 사용하였다[42].

3. Flossing Band Exercise Program

플로싱 밴드 운동 전 선수들에게 통증 척도(VAS)에 대한 사전 교육을 실시하고, 안전을 위해 플로싱 밴드 운동 중 통증이 7점 이상, 청색증 및 마비 증상이 나타나면 즉시 중지하도록 하였다. 플로싱 밴드는 색상별로 강도가 다른데, 녹색(light), 블루베리색(medium), 짙은 보라색(heavy), 회색(exter heavy) 중 숙련자와 훈련에 적합한 중간단계(블루베리 색)를 선정하였다. 플로싱 밴드는 발을 올린 상태에서 발 앞쪽 주변에 밴드를 고정시킨 후 50% (통증이 있는 부위는 60~80%)정도 늘린 상태로 발 안쪽에서 바깥 방향으로 밴드면의 전체가 겹치게 감고 이후 반이 겹치도록 정강뼈 먼쪽 1/2까지 감는다.



Fig. 1. Flossing band

플로싱 밴드 운동은 일회성 운동프로그램으로 한상완 [18]의 운동프로그램을 수정, 보완하여 구성 하였다. 오른 발과 왼발을 모두 감은 후에는 발등과 발바닥 굽힘, 안쪽과 가쪽 번짐 왕복 10회 후 일어나서 맨몸 스쿼트를 5회 실시 한다. 그다음 바로 선 자세에서 양쪽 뒤꿈치 들기와 스쿼트 점프를 5회 실시하며 마지막으로 스플릿 스쿼트 점프를 왕복 3회 실시하였다. 트레이닝이 완료 후 빠르게 플로싱 밴드를 제거하고 플로싱 밴드 없이 위의 과정을 한번

Table 2. Flossing Band Exercise Program

	Time	Flossing band Program	Rep	Intensity
Warm up	10min	Jogging, Dynamic stretching		
Main Exercise	30min	Dorsiflexion-Plantarflexion Inversion-Eversion Squat Standing heel raise Squat jump Split squat jump	10 rep 10 rep 5 rep 5 rep 5 rep 3 rep	blueberry Flossing band 3set 1min rest
Cool down	10min	Dynamic stretching		

동일하게 반복 하였다. 운동프로그램은 다음에 제시한 <Table 2>와 같다.

4. Statistical analysis

본 실험을 통해서 얻어진 결과는 통계적 분석을 위해 SPSS 통계프로그램(22.0 for Window)을 이용하여, 각 변인들의 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.

플로싱 밴드 운동의 전·후 차이를 알아보기 위해 이원 반복측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 각 집단별로 사전 검사의 동등성을 확인하기 위해서 집단 간 집단 내 차이검증은 일원변량 분석(one-way ANOVA)을 실시하여 유의차가 나타날 경우 LSD로 사후검증을 실시하였다. 사전검사에서 집단의 동등성이 확보되지 않은 경우, 공변량분석(analysis of covariance)을 실시하였다. 또한 각 종속 변인들에 대한 집단 내 전·후 차이 분석을 위해 대응표본(paired sample) t-test를 실시하였으며, 모든 유의수준은 .05로 하였다.

III. Results

1. ROM of the Right Ankle

오른쪽 발목 관절가동범위를 분석한 결과는 <Table 3>와 같다. 일회성 플로싱 밴드 운동 후 발등굽힘은 FAIG($p<.01$)와 ASG($p<.05$)에서 유의하게 증가하였으며, 그룹과 시기에 따른 상호작용 효과는 나타나지 않았으나 그룹($p<.05$)과 시기간($p<.05$)에는 유의한 차이가 나타났다. 또한 MAIG보다 FAIG에서 더 높은 것으로 나타났다. 또한 MAIG보다 FAIG에서 더 높은 것으로 나타났다. 그리고 안쪽번짐($p<.01$)과 가쪽번짐($p<.05$) 관절가동범위도 유의하게 증가하였다.

2. ROM of the Left Ankle

왼쪽 발목 관절가동범위를 분석한 결과는 <Table 4>와 같다. 일회성 플로싱 밴드 운동 후 발등굽힘은 FAIG($p<.01$)에서 유의하게 증가하였으며, 그룹과 시기에 따른 상호작용 효과는 나타나지 않았으나 시기($p<.05$)에서 유의한 차이가 나타났다. 또한 MAIG보다 FAIG에서 더 높은 것으로 나타났다. 그리고 안쪽번짐($p<.01$)과 가쪽번짐($p<.05$) 관절가동범위도 유의하게 증가하였으며, 그룹과 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다.

Table 3. ROM of Right Ankle

Variables	Group	Pre	Post	Effect	F-values	P	Post-hoc
Dorsi flexion (10~20°)	FAIG(n=7) ^a	4.83±9.51	11.83±7.05 ^{##}	Group	3.813	.046*	a>b [†]
	MAIG (n=7) ^b	10.70±8.38	11.66±2.19	Time	8.067	.012*	
	ASG(n=7) ^c	10.62±5.85	16.00±4.77 [#]	Time × Group	1.808	.198	
Plantar flexion (45~50°)	FAIG(n=7) ^a	27.33±8.84	29.83±9.45	Group	.354	.708	.
	MAIG (n=7) ^b	29.18±7.96	30.52±8.18	Time	3.437	.084	
	ASG(n=7) ^c	28.23±9.16	29.40±9.73	Time × Group	.770	.481	
Inversion (25~35°)	FAIG (n=7) ^a	35.33±10.30	44.66±5.85 ^{##}	Group	1.818	.196	.
	MAIG (n=7) ^b	34.32±7.22	34.83±7.85	Time	4.197	.058	
	ASG(n=7) ^c	33.80±5.87	34.40±5.88	Time × Group	2.561	.110	
Eversion (15~25°)	FAIG (n=7) ^a	4.83±3.18	8.83±3.12 [#]	Group	1.138	.347	.
	MAIG (n=7) ^b	9.50±5.94	9.66±4.50	Time	8.393	.011*	
	ASG(n=7) ^c	6.20±2.71	7.36±2.95	Time × Group	3.500	.057	

Mean±S.D. FAIG : Functional Ankle Instability Group, MAIG : miner ankle instability group, ASG : ankle stability group, pre and post t-test : [#] $p<.05$, ^{##} $p<.01$. Two-way ANOVA : * $p<.05$. Post-hoc : [†] $p<.05$.

Table 4. ROM of Left Ankle

Variables	Group	Pre	Post	Effect	F-values	P	Post-hoc
Dorsi flexion (10~20°)	FAIG (n=7) ^a	9.33±7.89	14.50±7.14 ^{##}	Group	1.314	.298	a>b [†]
	MAIG (n=7) ^b	12.16±6.77	13.66±4.32	Time	7.055	.018*	
	ASG (n=7) ^c	11.00±5.01	13.20±2.92	Time × Group	1.908	.516	
Plantar flexion (45~50°)	FAIG (n=7) ^a	28.33±7.11	31.00±11.38	Group	3.296	.065	.
	MAIG (n=7) ^b	33.66±4.67	33.50±4.59	Time	2.374	.144	
	ASG (n=7) ^c	25.20±7.44	25.20±7.44	Time × Group	3.594	.053	
Inversion (25~35°)	FAIG (n=7) ^a	36.83±14.49	41.83±8.58 ^{##}	Group	1.500	.255	.
	MAIG (n=7) ^b	32.50±8.14	32.83±7.70	Time	1.120	.307	
	ASG (n=7) ^c	31.80±4.83	32.80±4.83	Time × Group	.516	.000***	
Eversion (15~25°)	FAIG (n=7) ^a	4.00±3.40	8.33±3.12 ^{##}	Group	1.074	.367	.
	MAIG (n=7) ^b	9.33±6.31	9.66±4.50	Time	3.004	.104	
	ASG (n=7) ^c	8.06±3.16	7.36±2.95	Time × Group	3.910	.043*	

Mean±S.D. FAIG : Functional Ankle Instability Group, MAIG : miner ankle instability group, ASG : ankle stability group, pre and post t-test : ^{##}p<.01. Two-way ANOVA ; *p<.05, ***p<.001. Post-hoc : [†]p<.05.

Table 5. Vertical Jumping

Variables	Group	Pre	Post	Effect	F-values	P	Post-hoc
Vertical Jump (cm)	FAIG (n=7) ^a	48.33±5.60	54.33±6.80 ^{##}	Group	1.841	.193	.
	MAIG (n=7) ^b	54.50±5.00	56.00±5.44	Time	111.761	.000***	
	ASG (n=7) ^c	47.10±5.36	51.10±5.64	Time × Group	12.887	.001**	

Mean±S.D. FAIG : Functional Ankle Instability Group, MAIG : miner ankle instability group, ASG : ankle stability group, pre and post t-test : ^{##}p<.01. Two-way ANOVA ; **p<.01, ***p<.001

3. Vertical Jumping

수직점프를 분석한 결과는 <Table 5>와 같다. 일회성 플로싱 밴드 운동 후 수직점프는 FAIG(p<.01)에서 유의하게 증가하였으며, 그룹(p<.001) 및 그룹과 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다(p<.01)

IV. Discussion

본 연구는 기능적 발목 불안정을 가진 태권도 선수를 대상으로 일회성 플로싱밴드 운동이 발목 관절가동범위와 수직점프에 미치는 영향을 분석하여 플로싱 밴드의 효과를 알아보려고 실시되었다.

발목관절은 격자관절(mortise joint)로 가쪽복사뼈(lateral malleolus)가 안쪽복사뼈(medial malleolus)보다 구조적으로 긴 특징으로 인해 안쪽번짐(inversion) 손상이 빈번하게 발생하기 때문에 운동선수과 코치들은 손상의 위험과 치료를 최적화하여 높은 수준에서 훈련할 수 있는 방법을 찾고 있다.

최근 Starrett와 Cordoza의[44]에 의해 소개된 플로싱 밴드는 근막이완 요법의 하나로 관절이나 근육에 플로싱 밴드를 감싼 후 단시간 운동을 실시하여, 근막과 신경근골격계(neuromusculoskeletal system)를 변화시켜 관절가동범위를 개선시키고 통증을 줄이며, 운동손상 예방 및 선

수의 조기 복귀를 위한 방법으로 추천되었다.

태권도 시범에서 착지 동작은 빈번하게 발생하는 동작으로 잘못된 착지는 FAI 손상의 원인이며, 이는 하지 관절 손상으로 이어진다. FAI는 착지 시 발압력(foot pressure) 분포가 가쪽으로 많이 형성되어 안쪽번짐(inversion) 동작을 증가 시킴으로, 정적 및 동적체중 이동 시 안가쪽으로 방향 조절능력이 감소하여 흔들림이 증가한다[45-46]. 또한 한 관절의 움직임 감소는 위 아래관절에 과도한 움직임을 발생시켜 근육들이 재기능을 하지 못하게 되어 관절의 불안정성을 유발한다[47]. 따라서 착지 시 잘못된 위치 정보로 인해 재 손상이 높으며 발목관절의 움직임을 제한하려는 보상작용이 발생한다[48].

이러한 보상작용은 FAI 환자의 발등굽힘(dorsi flexion)과 발바닥쪽 굽힘(Plantar flexion)의 관절가동범위를 제한시킴으로써 안정성을 유지하기 때문에 오히려 비정상적인 착지 패턴을 유발한다[49-50]. 이러한 문제는 착지 시 무릎관절의 굽힘 전위(displacement)와 안굽이 전위(valgus displacement)를 초래하여[51] 앞십자인대(ACL) 및 하지손상을 유발할 수 있기에[52-53] 발목의 관절가동범위를 향상시키는 것이 필요하다. 즉, 발목 가동범위는 착지역학과 기능적 움직임 패턴에서 매우 중요한 요소이다.

52명의 레크레이션 선수를 대상으로 발목관절의 플로싱 밴드 적용한 선행연구는 발등 굽힘(3.09%)과 발바닥쪽 굽힘(7.37%) 가동범위가 개선되었으며 점프가 필요한 스포

츠 경기 전 워밍업에 적용하기 좋은 방법이라고 하였다 [19]. Diller 등[20]의 두 번째 연구에서도 발목관절에 2분 동안의 플로싱 밴드 적용하고 밴드를 제거한 후 45분 동안 관절가동범위(weight bearing lunge test, 8.99%), 반동 동작점프(CMJ, 2.30%), 스트린트 능력을 향상시켜 엘리트 선수에게 긍정적인 역할을 할 것이라고 기대하였다. 이러한 결과를 근거로 뉴질랜드(14명) 엘리트 럭비선수를 대상으로 한 Mills 등[26] 연구에서는 플로싱 밴드 처치가 관절가동범위(weight bearing lunge test, 4.04%), 반동동작 점프(CMJ, 1.30%)를 향상시킨다고 하여 Driller 등의 연구 결과와 동일한 결과를 보고하였다. 그리고 발목관절에 일회성 플로싱 밴드를 적용한 다른 연구[25,36]에서도 가동범위가 향상되었으며 특히, 발등 굽힘(105%, 2.10%)의 가동범위가 매우 향상되어 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

이러한 결과들은 플로싱 밴드로 인한 전단력(shear force)이 근막의 긴장을 감소시키고[51], 근막 수용기에 대한 자극은 관절가동범위를 증가시키며[21], 근육과 건 조직의 강성(stiffness)보다는[31,36] 증가된 신장 저항력(stretch tolerance)과 연관성이 있는 것으로 생각된다. 또한 발등 굽힘의 감소는 하지와 발의 과사용 손상에 의해 유발되며[54] 정상적인 발등 굽힘의 움직임은 점프 후 착지 시 하지의 하중을 안전하고 효과적으로 흡수하는데 중요한 역할을 하기 때문에[55] 이상적인 발목관절의 유연성은 FAI를 가진 태권도 선수들에게 꼭 필요하다[56].

또한 FAI그룹에서 플로싱 밴드 운동 후 안쪽번짐과 가쪽번짐의 관절가동범위도 증가한 것으로 나타났다.

Hartsell와 Spaulding[57]의 연구에 의하면 FAI로 인해 안쪽번짐과 가쪽번짐의 근력이 약화(weakness) 된다고 하였으며, 안쪽번짐과 가쪽번짐 그리고 발등굽힘에 관여하는 앞정강근(tibialis anterior)과 종아리근(peroneals)은 위상성(phasic) 근육들로 약해지거나, 길어지는 경향이 있어[58] 관절가동범위가 증가한 것으로 생각된다. 따라서 FAI는 플로싱 밴드 운동 후 위상성 근육의 근력강화 운동이 병행되어야 한다.

한편, 폭발적인 근 수축이 필요한 수직점프는 하체의 최대 수행력을 객관적으로 평가할 수 있는 동작으로 태권도 시범 선수들의 경기력 향상에 매우 중요한 요소 중 하나이다[59-60].

발목과 무릎관절의 플로싱 밴드 적용은 점프력을 향상시키는데 긍정적인 역할을 한다고 볼 수 있다. 특히 발목에 플로싱 밴드를 적용한 Driller 등[19]은 반동동작점프(CMJ)이 17.40%나 향상되었음을 보고하였고, 무릎에 적용한 García-Luna 등[61]의 연구에서도 반동동작점프(CMJ)

가 11.10%나 향상된 것으로 보고하였다 또한 넓적다리(thigh)에 플로싱 밴드를 적용하였더니 무릎 굽힘근과 펌근의 MVC가 향상된 것으로 보고하여[30-31,36] 본 연구 결과와 맥락을 같이하고 있다.

이러한 퍼포먼스 증가는 기계-형태학적(mechano-morphological) 변화보다는[62] 근육활동의 증가와 신경학적 적응에 의해 개선된 것으로 생각되며[31,36], 이로 인해 발목관절 주변의 근육을 활성화시켜 동적 안정성 및 조절능력을 향상시킨 것으로 생각된다. 아울러 Clansey와 Lees[63]는 ROM이 증가하면 수직점프가 향상된다는 연구결과를 지지하였다.

이 결과들로 미루어볼 때, FAI가 있는 태권도 시범단 선수들의 지속적인 플로싱밴드 운동은 관절가동범위를 증가에 긍정적인 역할을 함으로써 경기력 향상과 손상의 위험을 줄일 수 있는 하나의 중재방법이 될 수 있는 가능성을 제시하였다.

다만 본 연구는 플로싱 밴드의 일회성 처치 결과를 분석했다는 제한점이 있으므로 후속 연구에서는 장기간의 플로싱 밴드 운동이 효과를 검증하는 것과 근력 향상에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. Conclusions

플로싱밴드 운동이 발목 기능적 불안정성 태권도 시범단 선수에게 관절가동범위와 수직점프에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

본 연구 결과 FAIG에서 발등굽힘(Dorsi flexion, $p < .01$), 안쪽번짐(Inversion, $p < .01$), 가쪽번짐(Eversion, $p < .05$)에서 유의한 관절가동범위가 증가하였으며, 수직점프($p < .01$)에서도 유의한 증가가 나타났다. 특히 발등굽힘 관절가동범위의 증가는 점프 착지 시 충격을 흡수하는데 중요한 역할을 하며, 수직점프는 하체의 최대 수행력을 평가하기 때문에 경기력 향상에 매우 중요한 요소이다.

따라서 본 결과를 종합해보면 FAI를 가진 태권도 시범단 선수들에게 플로싱밴드 운동은 관절가동범위와 수직점프를 증가시킴으로 경기력 향상과 손상의 위험을 줄일 수 있는 하나의 중재방법으로 제시될 수 있다.

REFERENCES

- [1] A. Y. Kwak. and D. S. Choe, "A Study on the Changes and Meaning of Korea Taekwondo Demonstration Programs", The

- Korean Journal of History for Physical Education, Vol. 19, No. 4, pp. 121-137, December. 2014.
- [2] J. S. Huh, Y. J. Lee, and S. Y. Han, "An Exploratory Study on the Problems in Injuries of University Taekwondo Demonstration Team Members", *The Korean Journal of Sport*, Vol. 17, No. 2, pp. 891-900, June. 2019.
- [3] Y. N. Cha, J. K. Lee, J. H. Jeong, J. H. Yoon, and J. K. Oh, "The Effect of the Type of Taekwondo Jump Kick on Injury Risk Factors in Lower Extremity during One Leg Landing", *The Korean Journal of Sport*, Vol. 17, No. 1, pp. 923-934, March. 2019.
- [4] O. E. Olsen, G. Myklebust, L. Engebretsen, and R. Bahr, "Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis", *The American journal of sports medicine*, Vol. 32, No. 4, pp. 1002-1012, June. 2004. DOI: 10.1177/0363546503261724.
- [5] Korea sports safety foundation, "2019 Investigation of Sports Safety Accidents, Taekwondo". 2020.
- [6] G. Y. Jeong, B. O. Chun, and D. J. Lee, "An Analysis of Rehabilitation Types and Performance Effects in Sport Injury Types in Taekwondo Demonstration Team Players", *The Korean Journal of Sport*, Vol. 19, No. 2, pp. 759-775, March. 2021.
- [7] J. Ekstrand, and J. Gillquist, "Soccer injuries and their mechanisms: a prospective study", *Medicine and science in sports and exercise*, Vol. 15, No. 3, pp. 267-270, March. 1983. DOI: 10.1249/00005768-198315030-00014.
- [8] M. S. Yeung, K. M. Chan, C. H. So, and W. Y. Yuan, "An epidemiological survey on ankle sprain.", *British journal of sports medicine*, Vol. 28, No. 2, pp. 112-116, October. 1994. DOI: 10.1136/bjism.28.2.112.
- [9] J. P. Gilbreath, S. L. Gaven, B. L. Van Lunen, and M. C. Hoch, "The effects of mobilization with movement on dorsiflexion range of motion, dynamic balance, and self-reported function in individuals with chronic ankle instability", *Manual therapy*, Vol. 19, No. 2, pp. 152-157, October. 2014. DOI: 10.1016/j.math.2013.10.001.
- [10] J. Hertel, "Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability", *Journal of athletic training*, Vol. 37, No. 4, pp. 364-375, December. 2002.
- [11] S. E. Ross, and K. M. Guskiewicz, "Effect of coordination training with and without stochastic resonance stimulation on dynamic postural stability of subjects with functional ankle instability and subjects with stable ankles", *Clinical journal of sport medicine*, Vol. 16, No. 4, pp. 323-328, July. 2006.
- [12] J. H. Choi, H. J. An, and K. T. Yoo, "Comparison of the loading rate and lower limb angles on drop-landing between a normal foot and flatfoot", *Journal of Physical Therapy Science*, Vol. 24, No. 11, pp. 1153-1157, June. 2006. DOI: 10.1589/jpts.24.1153.
- [13] L. Donovan, J. M. Hart, S. A. Saliba, J. Park, M. A. Feger, C. C. Herb, and J. Hertel, "Rehabilitation for chronic ankle instability with or without destabilization devices: a randomized controlled trial", *Journal of athletic training*, Vol. 51, No. 3, pp. 233-251, March. 2016. DOI: 10.4085/1062-6050-51.3.09.
- [14] M. Terada, M. S. Harkey, A. M. Wells, B. G. Pietrosimone, and P. A. Gribble, "The influence of ankle dorsiflexion and self-reported patient outcomes on dynamic postural control in participants with chronic ankle instability", *Gait & posture*, Vol. 40, No. 1, pp. 193-197, March. 2014. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2014.03.186.
- [15] Y. J. Hung, "Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle", *World journal of orthopedics*, Vol. 6, No. 5, pp. 434-438, June. 2015. DOI: 10.5312/wjo.v6.i5.434.
- [16] M. W. Wolfe, T. L. Uhl, C. G. Mattacola, and L. C. McCluskey, "Management of ankle sprains", *American family physician*, Vol. 63, No. 1, pp. 63-105, January. 2001.
- [17] S. Bowker, M. Terada, A. C. Thomas, B. G. Pietrosimone, C. E. Hiller, & P. A. Gribble, "Neural excitability and joint laxity in chronic ankle instability, coper, and control groups", *Journal of athletic training*, Vol. 54, No. 4, pp. 336-343, April. 2016. DOI: 10.4085/1062-6050-51.5.05.
- [18] S. W. Han, "flossing", *panmuneducation*, 2017.
- [19] M. W. Driller, and R. G. Overmayer, "The effects of tissue flossing on ankle range of motion and jump performance", *Physical Therapy in Sport*, Vol. 25, pp.20-24, May. 2017. DOI: 10.1016/j.ptsp.2016.12.004.
- [20] M. Driller, K. Mackay, B. Mills, & F. Tavares, "Tissue flossing on ankle range of motion, jump and sprint performance: a follow-up study", *Physical Therapy in Sport*, Vol. 28, No. 4, pp. 29-33, November, 2017. DOI: 10.1016/j.ptsp.2017.08.081.
- [21] R. Schleip, and D. G. Müller, "Training principles for fascial connective tissues: scientific foundation and suggested practical applications", *Journal of bodywork and movement therapies*, Vol. 28, No. 4, pp. 29-33, August. 2013. DOI: 10.1016/j.jbmt.2012.06.007.
- [22] S. A. Cage, J. B. Warner, P. Stevenson, and A. A. Arce-Esquivel, "Flossing bands to treat Keinböck's disease in a collegiate men's basketball player: a case report", *International physical medicine & rehabilitation journal*, Vol. 3, No. 2, pp. 166-168, April, 2018. DOI: 10.15406/ipmrj.2018.03.00096.
- [23] L. A. Marco, C. T. M. Juan, G. M. Julián, and G. J. Miguel, "The effects of tissue flossing on perceived knee pain and jump performance: a pilot study", *International journal of human movement and sports science*, Vol. 8, No. 2, pp. 63-68, February. 2020. DOI: 10.13189/saj.2020.080203.
- [24] P. Weber, "Flossing: An alternative treatment approach to Osgood-Schlatter's disease: Case report of an adolescent soccer player", *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, Vol. 22, No. 4, pp. 860-861, October. 2018. DOI: 10.1016/j.jbmt.2018.09.043.
- [25] P. J. Stevenson, R. K. Stevenson, and K. W. Duarte, "Acute

- effects of the voodoo flossing band on ankle range of motion. *Journal of Medical Biomedical and Applied Sciences*, Vol. 7, No. 6, pp. 244-253, May. 2019. DOI: 10.15520/jmbas.v7i6.190
- [26] B. Mills, B. Mayo, F. Tavares, and M. Driller, "The effect of tissue flossing on ankle range of motion, jump, and sprint performance in elite rugby union athletes", *Journal of sport rehabilitation*, Vol. 29, No. 3, pp. 282-286, 2020. DOI: 10.1123/jsr.2018-0302.
- [27] K. Hodeaux, "*The effect of floss bands on elbow range of motion in tennis players*", University of Arkansas, Proquest dissertations publishing, 2017.
- [28] B. N. Kiefer, K. E. Lemarr, C. C. Enriquez, K. A. Tivener, and T. Daniel, "A pilot study: perceptual effects of the voodoo floss band on glenohumeral flexibility", *International Journal of Athletic Therapy and Training*, Vol. 22, No. 4, pp. 29-33, 2017. DOI: 10.1123/ijatt.2016-0093.
- [29] A. K. Wienke, C. Thiel, and C. Kopkow, "Effekte von Medical Flossing bei Patienten mit Schulterbeschwerden-Randomisierte kontrollierte Pilotstudie", *physioscience*, Vol. 16, No. 1, pp. 5-15, October. 2020. DOI: 10.1055/a-1078-6882.
- [30] H. Kaneda, N. Takahira, K. Tsuda, K. Tozaki, S. Kudo, Y. Takahashi, ... and T. Kenmoku, "Effects of tissue flossing and dynamic stretching on hamstring muscles function", *Journal of sports science & medicine*, Vol. 19, No. 4, pp. 681-689, December. 2020.
- [31] H. Kaneda, N. Takahira, K. Tsuda, K. Tozaki, K. Sakai, S. Kudo, ... and T. Kenmoku, "The effects of tissue flossing and static stretching on gastrocnemius exertion and flexibility", *Isokinetics and Exercise Science*, Vol. 28, No. 2, pp. 205-213, October. 2020. DOI: 10.3233/IES-192235.
- [32] G. V. Reeves, R. R. Kraemer, D. B. Hollander, J. Clavier, C. Thomas, M. Francois, and V. D. Castracane, "Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion", *Journal of applied physiology*, Vol. 101, No. 6, pp. 1616-1622, December. 2006. DOI: 10.1152/jappphysiol.00440.2006.
- [33] Y. Takarada, Y. Nakamura, S. Aruga, T. Onda, S. Miyazaki, and N. Ishii, "Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion", *Journal of applied physiology*, Vol. 88, No. 1, pp. 61-65, January. 2000. DOI: 10.1152/jappl.2000.88.1.61.
- [34] C. S. Lawson, and J. M. Downey, "Preconditioning: state of the art myocardial protection", *Cardiovascular research*, Vol. 27, No. 4, pp. 542-550, April. 1993. DOI: 10.1093/cvr/27.4.542.
- [35] C. Y. Pang, R. Z. Yang, A. Zhong, N. Xu, B. Boyd, and C. R. Forrest, "Acute ischaemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig", *Cardiovascular research*, Vol. 29, No. 6, pp. 782-788, June. 1995. DOI: 10.1016/S0008-6363(96)88613-.5.
- [36] M. Vogrin, M. Kalc, and T. Ličen, "Acute effects of tissue flossing around the upper thigh on neuromuscular performance: a study using different degrees of wrapping pressure", *Journal of Sport Rehabilitation*, Vol. 30, No. 4, pp. 601-608, November. 2020. DOI: 10.1123/jsr.2020-0105.
- [37] T. Abe, C. F. Kearns, and Y. Sato, "Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training", *Journal of applied physiology*, Vol. 100, No. 5, pp. 1460-1466, May. 2006. DOI: 10.1152/jappphysiol.01267.2005.
- [38] T. Abe, M. Sakamaki, S. Fujita, H. Ozaki, M. Sugaya, Y. Sato, and T. Nakajima, "Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults", *Journal of geriatric physical therapy*, Vol. 33, No. 1, pp. 34-40, January. 2010. DOI: 10.1097/JPT.0b013e3181d07a73.
- [39] C. Hylden, T. Burns, D. Stinner, and J. Owens, "Blood flow restriction rehabilitation for extremity weakness: a case series", *Journal of special operations medicine*, Vol. 15, No. 1, pp. 50-56, January. 2015.
- [40] C. L. Docherty, B. M. Gansneder, B. L. Arnold, and S. R. Hurwitz, "Development and reliability of the ankle instability instrument", *Journal of athletic training*, Vol. 41, No. 2, pp. 154-158, June. 2006.
- [41] K. H. Kim, H. D. Lee, and S. C. Lee, "Reliability of Goniometric Measurements at the Lower Extremity Joint", *The Korean Journal of Measurement And Evaluation In Physical Education And Sports Science*, Vol. 8, No. 2, pp. 13-25, December. 2006.
- [42] H. S. Bang, B. O. Jung, and J. S. Kim, "The Effects of Image Training and Vibration on Performance of Vertical Jumping", *Journal of Korean Society of Physical Medicine*, Vol. 4, No. 1, pp. 49-56, February. 2009.
- [43] K. Starrett, and G. Cordoza, "Becoming a supple leopard 2nd edition: The ultimate guide to resolving pain, preventing injury, and optimizing athletic performance", Victory Belt Publishing, 2015.
- [44] C. Brown, B. Bowser, and K. J. Simpson, "Movement variability during single leg jump landings in individuals with and without chronic ankle instability", *Clinical Biomechanics*, Vol. 27, No. 1, pp. 52-63, January. 2012. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2011.07.012.
- [45] A. S. Buchanan, C. L. Docherty, and J. Schrader, "Functional performance testing in participants with functional ankle instability and in a healthy control group", *Journal of athletic training*, Vol. 43, No. 4, pp. 342-346, July. 2008. DOI: 10.4085/1062-6050-43.4.342.
- [46] S. J. Edmondston, and K. P. Singer, "Thoracic spine: anatomical and biomechanical considerations for manual therapy. Manual

- therapy, Vol. 2, No. 3, pp. 132-143, August. 1997. DOI: 10.1054/math.1997.029.3.
- [47] S. H. Park, "Effects of neuromuscular training on muscle activity and balance ability in badminton club members with chronic ankle instability". *The Journal of Korean Physical Therapy*, Vol. 28, No. 4, pp. 243-248, August. 2016. DOI: 10.18857/jkpt.2016.28.4.243.
- [48] C. Doherty, C. Bleakley, J. Hertel, B. Caulfield, J. Ryan, and E. Delahunt. "Single-leg drop landing motor control strategies following acute ankle sprain injury", *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, Vol. 25, No. 4, pp. 525-533, August. 2015. DOI: 10.1111/sms.12282.
- [49] E. Delahunt, K. Monaghan, and B. Caulfield, "Changes in lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump", *Journal of orthopaedic research*, Vol. 24, No. 10, pp. 1991-2000, August. 2006. DOI: 10.1002/jor.20235.
- [50] A. Pisz, K. Kralova, D. Blazek, A. Golas, and P. Stastny, "Meta-analyses of the effect of flossing on ankle range of motion and power jump performance", *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, Vol. 12, No. 2, pp. 19-26, June. 2020. DOI: 10.29359/BJHPA.12.2.03.
- [51] L. Y. Griffin, M. J. Albohm, E. A. Arendt, R. Bahr, B. D. Beynon, M. DeMaio, and B. Yu, "Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005", *The American journal of sports medicine*, Vol. 34, No. 9, pp. 1512-1532, September. 2006. DOI: 10.1177/0363546506286866.
- [52] E. Macrum, D. R. Bell, M. Boling, M. Lewek, and D. Padua, "Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat", *Journal of sport rehabilitation*, Vol. 21, No. 2, pp. 144-150, 2021. DOI: 10.1123/jsr.21.2.144.
- [53] R. Pope, R. Herbert, and J. Kirwan, "Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits", *Australian Journal of Physiotherapy*, Vol. 44, No. 3, pp. 165-172, 1998. DOI: 10.1016/S0004-9514(14)60376-7.
- [54] P. Malliaras, J. L. Cook, and P. Kent, "Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players", *Journal of science and medicine in sport*, Vol. 9, No. 4, pp. 304-309, August. 2006. DOI: 10.1016/j.jsams.2006.03.015.
- [55] J. C. Andersen, "Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues", *International Journal of Athletic Therapy and Training*, Vol. 11, No. 3, pp. 9-12, May. 2006. DOI: 10.1123/att.11.3.9.
- [56] H. D. Hartsell, and S. J. Spaulding, "Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle", *British journal of sports medicine*, Vol. 33, No. 4, pp. 255-258, December. 1999. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.33.4.255>.
- [57] P. Kolár, "Systematization of muscular dysbalances from the aspect of developmental kinesiology", *Rehabilitation and Physical Medicine*, Vol. 8, No. 4, pp. 152-164, January. 2001.
- [58] L. F. Aragón-Vargas, and M. M. Gross, "Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals", *Journal of applied Biomechanics*, Vol. 13, No. 1, pp. 24-44, 1997. DOI: 10.1123/jab.13.1.24.
- [59] G. Markovic, D. Dizdar, I. Jukic, and M. "Cardinale, Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests". *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol. 18, No. 3, pp. 551-555, August. 2004.
- [60] M. A. García-Luna, J. M. Cortell-Tormo, J. González-Martínez, and M. García-Jaén, "The Effects of Tissue Flossing on Perceived Knee Pain and Jump Performance: A Pilot Study", *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, Vol. 8, No. 2, pp. 63-68, February. 2020. DOI: 10.13189/saj.2020.080203
- [61] A. Konrad, R. Močnik, and M. Nakamura, "Effects of tissue flossing on the healthy and impaired musculoskeletal system: A scoping review", *Frontiers in Physiology*, Vol. 12, pp. 577, May. 2021. DOI: 10.3389/fphys.2021.666129.
- [62] A. Clansey, and A. Lees, "Changes in lower limb joint range of motion on countermovement vertical jumping. In ISBS-Conf erence Proceedings Archive, 2010.

Authors



Jin-Wook Lee received B.S. degree in Korea University in 1999. He received his M.S. degree in sports medicine Ph.D. degree in physical education from the University of Dankook in 2010 and 2017, respectively.

Dr. Lee is an Assistant Professor at the Department of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Korea. His research interests are in sports medicine, exercise prescription, sports Rehabilitation, exercise physiology.



Yong-Hyun Byun received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Physical Education and Sports Science from Korea University, Korea, in 1994, 1996 and 2003, respectively. Dr. Byun is an Associate Professor at the

Department of Sports Medicine, Dankook University, Korea. He is interested in sports medicine, exercise physiology and health science.