



웨이트 트레이닝 전 자가근막이완 기법이 기능적 움직임과 지연성 근육통에 미치는 효과

이미래^{1,2} MS, 김종희^{1,2} PhD

¹한양대학교 체육학과, ²한양대학교 휴먼테크융합전공

The Effects of Self-Myofascial Release Before Weight Training on Functional Movement and Delayed-Onset Muscle Soreness

Mi-Rae Lee^{1,2} MS, Jong-Hee Kim^{1,2} PhD

¹Department of Physical Education, College of Performing Arts and Sport, Hanyang University, Seoul; ²Human-Tech Convergence Program, Hanyang University, Seoul, Korea

PURPOSE: This study aimed to examine the effect of the self-myofascial release technique conducted before weight training on functional movement and delayed onset muscle soreness (DOMS).

METHODS: The study subjects were divided into three groups: a control group (CON, n=8), an active stretching group (DS, n=8), and a self-myofascial release group (SMR, n=8). All three groups performed the same leg press exercise program for 30 minutes, twice a week for eight weeks. Active stretching and self-myofascial release techniques were conducted before exercise for 30 minutes. Body composition, 1RM, and functional movement screen (FMS) were tested before the 1st-week exercise and after the 4th- and 8th-week exercise training. The DOMS levels were assessed immediately after exercise and at 24, 48, and 72 hours post-exercise using the visual analog scale (VAS).

RESULTS: Body weight and body fat percentage showed a significant decrease ($p < 0.01$), and muscle mass and 1RM increased with the exercise period ($p < 0.01$). The FMS score differed between the groups ($p < 0.05$), periods ($p < 0.01$), and groups \times periods ($p < 0.01$). The FMS score was significantly higher in the SMR than in the CON group at the 4th- and 8th-week exercise. The exercise-induced VAS level peaked at 48 hours post-exercise in all groups and significantly decreased at 72 hours post-exercise in the SMR group.

CONCLUSIONS: These results indicate that self-myofascial release positively affects functional movements and effectively alleviates exercise-induced pain levels. Therefore, self-myofascial release techniques could be used as an effective warm-up strategy to improve physical function and relieve exercise-induced injury and muscle pain.

Key words: Self-myofascial release, FMS, DOMS, Dynamic stretching

서론

문화체육관광부의 2019년 '생활체육실태분석'에 따르면 웨이트 트레이닝(weight training, 중량 운동)은 걷기(41.6%), 등산(17.3%) 다음으

로 많은 생활체육 인구(16.2%)가 참여하는 운동이다. 중량 운동은 실내에서 할 수 있는 가장 보편적이며 대중적인 운동으로 신체에 점진적인 자극을 주어 체력 향상 및 건강상의 여러 이점을 준다[1]. 하지만 다른 종목에 비해 주로 무거운 무게의 기구나 도구 사용으로 인해 운동

Corresponding author: Jong-Hee Kim Tel +82-2-222-0132 Fax +82-2-229-1337 E-mail carachel07@hanyang.ac.kr

Keywords 자가근막이완 기능적 움직임, 지연성 근육통, 웨이트 트레이닝

Received 28 Oct 2021 **Revised** 21 Nov 2021 **Accepted** 23 Nov 2021

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

손상 위험에 노출되어 있다[2]. 그 외 중량 운동의 운동손상 요인으로 는 운동 중 본인 부주의, 잘못된 운동 자세, 무리한 중량, 컨디션 불량 등이 있으며[2], 체격, 근육 및 관절의 과도한 사용, 잘못된 운동 방법, 근력 불균형, 유연성 부족 등이 원인으로 작용한다[3]. 특히, 중량 운동 중 근육의 신장성 수축이나 익숙하지 않은 동작은 근육에 일시적이고 회복 가능한 손상을 야기하고[4], 이때의 손상은 근육의 구조적 손상 과 더불어 운동 유발(exercise-induced) 지연성 근육통(delayed onset muscle soreness, DOMS)을 초래한다[5]. 지연성 근육통은 주로 근복 (muscle belly)이나 근건 접합부(musculotendinous junction)에서 나타나며, 대부분 운동 후 점차 증가하여 24시간 후부터 72시간 사이에 최고 수준에 이르고 운동 후 5일에서 7일 안에 정상상태로 회복된다[6]. 지연성 근육통은 신체 움직임과 운동 지속을 제한하며, 연부조직 이완, 관절가동범위, 신경근 동원, 근력 및 지구력을 감소시킨다[4]. 특히, 운동 초심자는 중량 운동 중 잘못된 자세와 무리한 동작으로 운동손상 및 통증유발 가능성이 높으며 그 위험 수준은 운동 선수보다 더 높은 것으로 보고되고 있다. 하지만, 현재 생활체육 현장에서 운동 초심자를 위한 부상 방지 가이드라인이나 준비운동 프로그램을 적용하고 분석한 사례는 미흡한 실정이다[7,8].

준비운동과 정리운동은 운동 중 부상 예방과 운동 후 지연성 근육통 완화 및 회복에 효과적인 것으로 알려져 있다[9]. 최근 운동재활 및 체력 컨디셔닝 분야에서는 준비운동 및 정리운동으로 스트레칭 외에 신체기능 향상과 운동 후 근기능 회복을 목적으로 자가근막이완(self-myofascial release, SMR) 기법이 활용되고 있다[10]. 자가근막이완 기법은 운동 중 반복적이거나 과도한 동작으로 인해 나타날 수 있는 근육 조직의 미세손상과 염증반응의 결과로 유착된 연부조직의 이완을 목적으로 사용된다[11]. 또한, 이 기법은 도구의 압력을 통한 신체 각성, 관절 위치 및 고유수용성 기능 증가, 근육 학습 기억(muscle memory) 기능 및 유연성과 근력 향상에 효과적이다[12]. 이는 근육의 압력 감소, 통증 역치 증가, 근기능과 수행능력을 향상시키는 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[13]. 특히, 본 운동 후의 자가근막이완 처치는 지연성 근육통 감소 및 근기능 회복에 효과적인 것으로 보고되었다[14]. Zainuddin et al. [15]는 최대 수의적 신장성 운동 후 실시한 근막이완이 20-

40% 수준의 근육통을 감소시킨다고 보고하였고, Kwon et al. [16]의 연구에서는 운동 후 60분간의 자가근막이완 처치가 통제 그룹과 비교하여 visual analog scale (VAS) 수준을 운동 후 48시간 시점에 34% 감소시키고 근회복에 효과적임을 보고하였다. 하지만, 선행 연구의 대부분은 회복 시점에서의 자가근막이완 처치에 따른 통증 반응 비교에 초점을 두고 있으며 운동 기간과 운동 후 회복 시간에 따른 통증 반응 변화를 규명한 연구는 미비한 실정이다.

한편, 자가근막이완 기법은 운동 중 잠재적 부상의 위험 요인이 되는 부적절한 신체 움직임 기능을 향상시키고 동작 패턴과 수행능력 증진에 긍정적인 것으로 보고되었다[17,18]. Functional movement screen (FMS)는 상·하지의 가동성과 유연성, 관절의 제한사항, 비대칭, 보상유형 및 불균형, 협응성, 고유수용감각 기능을 포괄적으로 평가하는 방법으로, 스포츠 의학 및 운동 재활 현장에서 운동손상을 예측하고 신체 기능을 평가하는 지표로 이용된다[19]. Sim [18]의 연구에서 자가근막이완 기법이 고등학교 배드민턴 선수의 신체기능에 미치는 효과를 규명하기 위해 10주간 폼롤링 프로그램을 실시하였고, 그 결과 폼롤링을 처치한 집단이 FMS를 38% 향상시켰다고 보고하였다. 또한, Park & Kim [20]은 50대 여성 아마추어골퍼를 대상으로 8주간의 근막이완기법이 기능적 움직임에 미치는 영향을 조사한 결과, SMR 처치에 따른 FMS 지수가 처치 전 대비 21% 가량 증가하였다고 보고하였다. 하지만, 다수의 선행연구는 본 운동 후 자가근막이완의 통증 완화 및 기능 향상에 따른 부상 예방 효과에 초점을 두고 있으며 본 운동 전 준비운동으로서의 처치 효과를 규명한 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구는 중량 운동 전의 자가근막이완이 부상 위험의 예측 인자인 기능적 움직임에 미치는 영향과 운동 후 회복 시간에 따른 운동 유발 지연성 근육통증 반응에 미치는 영향을 규명하는 데 목적이 있다.

연구 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 서울시 중랑구 PT Studio에 등록된 20-30대 성인 여성으로 중량 운동 프로그램을 실시한 경험이 없는 초심자, 또는 1년 이상

Table 1. Subject characteristics

Variable	CON (n=8)	DS (n=8)	SMR (n=8)	F	p
Age (yr)	28.75±5.50	24.88±2.36	28.50±6.41	1.47	.25
Height (cm)	163.38±4.81	161.38±5.90	162.63±5.95	0.43	.66
Weight (kg)	61.78±8.75	59.95±9.24	60.23±7.24	0.11	.90
Percentage body fat (%)	32.31±4.28	31.39±6.03	30.66±3.55	0.24	.79
Muscle mass (kg)	21.44±2.54	21.31±2.49	22.30±1.99	0.42	.66

Means±SD.

CON, Resistance Exercise; DS, Dynamic stretching + Resistance Exercise; SMR, Self-myofascial Release + Resistance Exercise.

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

중량 운동 프로그램에 참여하지 않은 생활체육 참여자로 하였다. 연구 대상자는 연구 내용에 자발적으로 동의한 후 본 연구에 참여하였다. 연구 대상 제외 기준은 근골격계 질환이 있는 자, 임신부, 호르몬 조절 및 기타 질환 계열 약물을 복용하고 있는 자로 하였다. 대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. 연구 절차

1) 연구 설계

연구 대상자는 중량 운동만 실시하는 CON (control, only resistance exercise group, n=8) 집단, 중량 운동 전 동적스트레칭을 실시하는 DS (dynamic stretching+resistance exercise group, n=8) 집단, 중량 운동 전 자가근막이완 기법을 실시하는 SMR (self-myofascial release+resistance exercise group, n=8) 집단으로 나누어 실험을 진행하였으며, 세 집단 모두 동일한 중량 운동 프로그램을 실시하였다. 측정 변인인 신체조성과 기능적 움직임의 변화는 사전, 운동 4주차, 운동 8주차에 반복 측정하였고, 지연성 근육통은 시각통증척도(VAS) 검사를 통해 운동 1주차, 운동 4주차, 운동 8주차에 측정하였으며, 각 시기마다 운동직후, 운동 24시간, 48시간, 72시간 후 변화를 분석하였다. 각 개인의 중량 운동 강도 설정 및 운동에 따른 최대근력의 변화를 알아보기 위해 1RM을 사전, 4주차, 8주차에 측정하였다. 본 연구의 설계 모형은 Fig. 1과 같다.

2) 자가근막이완 기법 프로그램

본 연구의 자가근막이완 기법 프로그램은 하지 근육인 대퇴사두근, 둔근, 슬굴곡근, 비복근, 가자미근, 전경골근을 중심으로 주 2회 회당 30분간 실시하였다. 자가근막이완 기법 프로그램에 사용된 소도구는 원형 모양으로 직경 10-15 cm, 길이 90-100 cm의 폼롤러(Corebody, Korea)와 고무 재질의 지름 6 cm 싱글 마사지볼(Melkin, Korea)을 사용하였으며, 프로그램은 NASM의 자가근막이완 적용 가이드라인에 근거하여 한 동작 당 60-90초 롤링을 실시하였다[21].

3) 동적스트레칭 프로그램

본 연구의 DS 집단에서 실시한 동적스트레칭은 NSCA에서 제시한

하지 동적스트레칭 중 자가근막이완 기법의 부위와 동일한 근육군을 선정하여 스트레칭을 실시하였다. 스트레칭은 동작 진행 시 반동없이 제자리에서 실시하였다. 모든 스트레칭 동작은 각 다리 당 5회씩 번갈아가며 실시하였으며, 총 수행 시간은 30분이며 주 2회씩 진행하였다[21].

4) 지연성 근육통 유발 프로토콜(중량 운동 프로그램)

본 연구에서는 운동 유발 지연성 근육통의 주요 발생 부위인 넓다리 근육(thigh muscles)의 수축을 유도하고, 운동 초심자도 수월하게 실시할 수 있으며, 동일한 자세로 측정이 가능한 레그프레스(Seated Leg Press) 동작으로 중량 운동 프로그램을 설정하였다[22,23].

운동 프로그램은 주 2회 각 세트당 15회씩 총 6세트를 30분간 진행하였으며, 지연성 근육통 유발을 위한 운동 강도는 선행연구에서 실시한 1RM의 75% 수준으로 설정하였다[24]. 또한, 지연성 근육통 유발 프로토콜은 1RM 측정을 통한 트레이닝의 점진적 과부하 원칙에 따라 진행하였다.

3. 측정 항목

1) 신체조성

체중, 체지방률, 골격근량의 변화를 알아보기 위해 생체전기 임피던스 분석기(Inbody 270)를 이용하였다. 대상자 모두 옷차림을 가볍게 하고, 측정 전 30분 이상 안정된 상태를 유지한 후 측정하였다. 먼저 발바닥을 전극에 맞추어 대고 정면을 바라보고 똑바로 선 자세에서 체중을 측정한 후, 손바닥 전극을 주먹쥐어 감싸고 양팔을 넓게 벌려 약 2분간 측정하였다.

2) 기능적 움직임 검사

기능적 움직임 검사는 7가지 움직임 평가 항목인 오버헤드 스쿼트(Over head deep squat), 허들 스텝(Huddle step), 인라인 런지(Inline lunge), 숄더 모빌리티(Shoulder mobility), 액티브 스트레이트 레그 레이즈(Active straight leg raise), 트렁크 스테빌리티 푸쉬업(Trunk stability

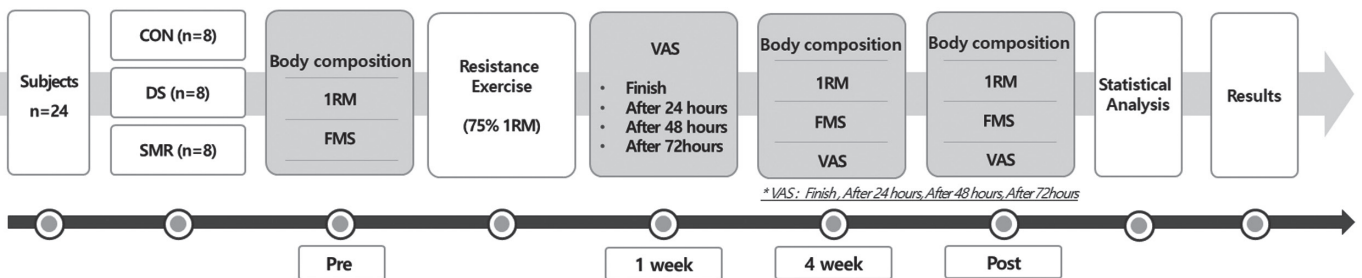


Fig. 1. Research design model.

push up), 로테리 스테빌리티(Rotary stability)로 구성되었다. 측정은 Gray Cook et al. [25]의 연구를 기반으로 FMS를 실시하였으며, 검사를 위해 전용 키트(Functional Movement Screen Test Kit, Functional Movement Systems Inc, USA)를 사용하였다. 연구자는 피험자에게 동작 및 평가 방법에 대해 사전에 충분히 설명하였고, 왼쪽과 오른쪽을 평가하는 테스트는 기본 지침에 따라 왼쪽부터 실시하였다. FMS 점수는 FMS 평가지를 이용하여 기록하였으며 완벽한 동작을 수행함(3점), 동작을 실행하나 완벽하지 못함(2점), 동작 수행을 하지 못함(1점), 통증이 있음(0점)으로 총 21점 만점에 0-3점의 순위 척도로 구성되었다 [26].

3) 1RM 측정 프로토콜

1RM 측정은 간접측정방법에 근거한 직접측정방법으로 측정하였으며 구체적인 측정방법은 아래와 같다[27].

(1) 1RM 간접측정

피검자가 측정 시 7-8회 가량 들어 올릴 수 있는 적절한 무게를 선택하고, 들어 올린 무게를 다음과 같은 식에 대입하여 1RM을 추정하였다. 공식은 $1RM = W_0 + W_1$ 이며, W_0 는 먼저 충분한 준비운동 후 무겁다고 생각되는 중량 (7-8회 반복 가능 무게)이고 W_1 는 $W_0 \times 0.025 \times R$ (R =반복회수)이다. 1RM 측정 시 10회 이상 실시 가능한 무게는 산출 시 오차 발생 가능성이 커지므로, 10회 이하로 실시하였다.

(2) 1RM 직접측정

간접방법으로 측정된 1RM에 기반하여 직접 측정을 실시하였으며, NSCA (National strength & conditioning association)의 측정방법을 사

용하였다[27]. 구체적인 1RM 직접측정 방법은 피검자는 먼저 워밍업으로 레그프레스를 5-10회 반복 가능한 중량으로 실시한 후 1분간 휴식한다. 다시 5-10 kg을 증량하여 3-5회를 실시한 후 2분간 휴식한다. 이전과 같은 방법으로 중량을 증가시켜 실시하고 2-4분간 휴식하고 다시 같은 방법으로 중량을 증가시켜 실시하고 1RM을 시도한다. 피검자가 증량된 무게를 성공한 경우, 다시 무게를 추가하고, 실패한 경우 2.5-5 kg을 감소시켜 진행하며, 피검자가 정확한 운동 자세 및 방법으로 1회 성공할 때까지 지속적으로 운동부하를 증가 혹은 감소시켰다. 피검자는 이상적인 1RM을 측정하기 위해 5세트 내에서 측정하도록 하였다.

4. 자료처리방법

본 연구에서 도출된 자료 분석은 SPSS 25.0 프로그램을 이용하였으며, 모든 자료 분석의 유의수준은 <.05로 설정하였다. 분석 자료는 평균과 표준편차로 표기하였으며 집단 및 시기 간의 독립 효과와 집단과 시기의 상호작용 효과를 알아보기 위해 이원반복측정분산분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 또한 시기별 집단 간의 차이, 집단 내 시기 간의 차이를 검증하기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후 검증으로 Tukey HSD를 이용하였다.

연구 결과

1. 신체조성의 변화

신체 조성의 변화에서 SMR 집단이 체중, 체지방률, 근육량 모두 시기 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 집단 간에는 차이가 없었으며, 시기와 집단 간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다(Table

Table 2. Changes in body composition according to groups and periods

Variable	CON (n=8)	DS (n=8)	SMR (n=8)		F	p
Weight (kg)						
Pre	61.78±8.75	59.95±9.24	60.23±7.24	G	.11	.89
4 Week	60.49±8.82	58.68±9.26	58.94±6.99	P	743.04**	.00
Post	59.44±8.73	57.58±8.88	57.86±6.68	G×P	.02	.98
Percentage body fat (%)						
Pre	32.31±4.28	31.39±6.03	30.66±3.55	G	.29	.75
4 Week	30.53±3.91	29.50±5.98	28.75±3.41	P	1,666.94**	.00
Post	28.99±3.90	28.00±5.92	27.16±3.20	G×P	.38	.69
Muscle mass (kg)						
Pre	21.44±2.54	21.31±2.49	22.30±1.99	G	.47	.63
4 Week	21.58±2.51	21.50±2.47	22.50±1.95	P	232.57**	.00
Post	21.78±2.51	21.74±2.44	22.78±1.86	G×P	2.21	.13

Means±SD.

G: Group, P: Period.

CON, Resistance Exercise; DS, Dynamic stretching + Resistance Exercise; SMR, Self-Myofascial Release + Resistance Exercise.

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

2. 체중의 경우, SMR 집단이 사전 60.23 ± 7.24 에서 4주차 58.94 ± 6.99 , 8주차 57.86 ± 6.68 으로 유의하게 감소하였다($F=743.04, p<.01$). 체지방률은 SMR 집단이 사전 30.66 ± 3.55 에서 4주차 28.75 ± 3.41 , 8주차 27.16 ± 3.20 으로 유의하게 감소하였다($F=1,666.94, p<.01$). 근육량은 SMR 집단이 사전 22.30 ± 1.99 에서 4주차 22.50 ± 1.95 , 8주차 22.78 ± 1.86 으로 유의하게 증가하였다($F=232.57, p<.01$).

2. 기능적 움직임 검사(FMS)의 변화

FMS 총점수는 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며($F=6.45, p<.05$), 집단 내 시기 간 유의한 차이가 나타났다($F=497.39, p<.01$; Table 3). 그리고 시기와 집단 간 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다($F=11.91, p<.01$). SMR 집단의 경우, 사전 5.75 ± 1.39 에서 4주차 12.13 ± 1.13 , 8주차 15.13 ± 1.81 으로 시기 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($F=85.10, p<.01$). 집단 간 변화에서는 4주차 CON 집단은 8.88 ± 1.73 , DS 집단은 10.63 ± 1.19 , SMR 집단은 12.13 ± 1.13 으로 자가근막이완 기법을 실시한 집단이 가장 높게 나타났다($F=11.22, p<.01$). 8주차 CON 집단은 11.63 ± 1.51 , DS 집단은 13.13 ± 1.81 , SMR 집단은 15.13 ± 1.81 로 자가근막이완 기법을 실시한 집단이 가장 높게 나타났다($F=41, p<.01$). 기능적 움직임 검사 결과, SMR 집단이 다른 집단에 비해 FMS

총점수가 높게 나타난 바, 자가근막 이완은 신체 기능 향상과 부상 위험 완화에 효과적일 것으로 판단된다.

3. 1RM의 변화

1RM은 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았으며 시기 집단 간 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났으나, 집단 내 시기 간에 유의한 차이가 나타났다($F=626.37, p<.01$; Table 4). SMR 집단의 경우 사전 81.00 ± 9.01 에서 4주차 100.00 ± 8.55 , 8주차 115.00 ± 7.33 으로 증가하여 시기 간 유의한 차이가 나타났다($F=33.50, p<.01$).

4. 통증지수의 변화

1) 1주차 운동 후 통증지수의 변화

1주차 운동 후 통증지수의 변화는 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며($F=13.00, p<.01$), 집단 내 시기 간 유의한 차이가 나타났다($F=263.11, p<.01$; Table 5). 그리고 시기와 집단 간 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다($F=6.14, p<.01$). SMR 집단의 경우 운동 직후 2.00 ± 1.07 , 24시간 후 $2.75 \pm .71$, 48시간 후 7.38 ± 1.19 , 72시간 후 $4.00 \pm .93$ 으로 시기 간 유의한 차이가 나타났다($F=46.23, p<.01$). 집단 간의 차이는 운동 24시간 후와 72시간 후에서 나타났다. 운동 24시간 후 시

Table 3. Changes in FMS total score according to groups and periods

Variable	CON (n=8)	DS (n=8)	SMR (n=8)	F	p	Post-hoc	F	p
FMS total score								
Pre	6.13±1.13	6.13±1.13	5.75±1.39	.25	.78	G	6.45*	.01
4 week	8.88±1.73	10.63±1.19	12.13±1.13	11.22**	.00	CON<SMR	P	497.39**
Post	11.63±1.51	13.13±1.81	15.13±1.81	8.41**	.00			
F	27.84**	50.79**	85.10**			CON<SMR	G×P	11.91**
p	.00	.00	.00					
Post-hoc	a<b<c	a<b<c	a<b<c					

Means±SD.

G: Group, P: Period, a: pre, b: 4 week, c: post.

CON, Resistance Exercise; DS, Dynamic stretching + Resistance Exercise; SMR, Self-Myofascial Release + Resistance Exercise.

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

Table 4. Changes in 1RM according to groups and periods

Variable	CON (n=8)	DS (n=8)	SMR (n=8)	F	p	F	p
1RM							
Pre	80.00±8.55	82.00±8.28	81.00±9.01	.11	.86	G	.40
4 week	96.00±8.55	99.00±7.33	100.00±8.55	.52	.63	P	626.37**
Post	111.00±6.68	114.00±5.56	115.00±7.33	.80	.52		
F	30.22**	39.87**	33.50**			G×P	.62
p	.00	.00	.00				.65
Post-hoc	a<b<c	a<b<c	a<b<c				

Means±SD.

G: Group, P: Period, a: pre, b: 4 week, c: Post.

CON, Resistance Exercise; DS, Dynamic stretching + Resistance Exercise; SMR, Self-Myofascial Release + Resistance Exercise.

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

기에서 CON 집단은 4.13±.64, DS 집단은 3.00±.76, SMR 집단은 2.75±.71로 SMR 집단이 다른 집단에 비해 가장 통증지수가 가장 낮게 나타났다(F=8.69, *p*<.01). 운동 72시간 후 시점에서 CON 집단은 7.50±.93, DS 집단은 6.00±1.20, SMR 집단은 4.00±.93으로 SMR 집단이 다른 집단에 비해 통증지수가 가장 낮았다(F=23.55, *p*<.01).

2) 4주차 운동 후 통증지수의 변화

4주차 운동 후 통증지수의 변화는 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(F=7.03, *p*<.01), 집단 내 시기 간 유의한 차이가 나타났다(F=61.82, *p*<.01; Table 6). 그리고 시기와 집단 간 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다(F=4.85, *p*<.01). SMR 집단의 경우 운동 직후 2.25±.71, 24시간 후 4.88±2.70, 48시간 후 6.75±1.75, 72시간 후 3.75±1.16으로 시기 간 유의한 차이가 나타났다(F=9.44, *p*<.01). 집단 간의 차이는 운동 48시간 후와 72시간 후에서 나타났다. 48시간 후 시점에서 CON 집단은 8.75±.89, DS 집단은 7.75±1.58, SMR 집단은 6.75±1.75로 SMR 집단이 다른 집단에 비해 통증지수가 가장 낮게 나타났다(F=3.78,

p<.05). 72시간 후 시점에서 CON 집단은 7.63±.92, DS 집단은 5.63±1.77, SMR 집단은 3.75±1.16으로 SMR 집단이 다른 집단에 비해 통증지수가 가장 낮았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(F=16.93, *p*<.01). 따라서 4주차 운동 결과, SMR 집단이 다른 집단에 비해 지연성 근육통을 48시간 후와 72시간 후에 가장 낮게 완화시킨 것으로 판단된다.

3) 8주차 운동 후 통증지수의 변화

8주차 운동 후 통증지수의 변화는 집단 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단 내 시기 간 유의한 차이가 나타났다(F=166.15, *p*<.01; Table 7). 그리고 시기와 집단 간 상호작용 효과가 있는 것으로 조사되었다(F=25.65, *p*<.01). SMR 집단의 경우 운동 직후 2.63±.74, 24시간 후 6.13±2.17, 48시간 후 7.88±1.13, 72시간 후 2.88±1.13으로 시기 간 유의한 차이가 나타났다(F=26.89, *p*<.01). 집단 간의 차이는 24시간 후와 72시간 후에서 나타났다. 24시간 후 시점에서 CON 집단은 3.62±.52, DS 집단은 4.63±1.60, SMR 집단은 6.13±2.17로 SMR 집단이 다른 집단에 비해 통증지수가 높았으며 통계적으로 유의한 차이를

Table 5. Changes in VAS level after 1 week of resistance exercise in three different groups

Variable	CON (n=8)	DS (n=8)	SMR (n=8)	F	<i>p</i>	Post-hoc	F	<i>p</i>
VAS level								
Fin	2.25±.71	2.00±.53	2.00±1.07	.26	.77	G	13.00**	.00
24 hr	4.13±.64	3.00±.76	2.75±.71	8.69**	.00	CON>DS,SMR	P	263.11**
48 hr	8.88±1.13	7.75±1.28	7.38±1.19	3.38	.05			
72 hr	7.50±.93	6.00±1.20	4.00±.93	23.55**	.00	CON>DS>SMR	G×P	6.14**
F	97.34**	57.49**	46.23**					
<i>p</i>	.00	.00	.00					
Post-hoc	a<b<d<c	a<b<d<c	b<c					
			a<d<c					

Means±SD.

a: Finish (Fin), b: After 24 hours (24 hr), c: After 48 hours (48 hr), d: After 72 hours (72 hr), G: Group, P: Period.

CON, Resistance Exercise; DS, Dynamic stretching+Resistance Exercise; SMR, Self-Myofascial Release+Resistance exercise.

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

Table 6. Changes in VAS level after 4 week of resistance exercise in three different groups

Variable	CON (n=8)	DS (n=8)	SMR (n=8)	F	<i>p</i>	Post-hoc	F	<i>p</i>
VAS level								
Fin	2.38±.74	2.25±.89	2.25±.71	.07	.92	G	7.03**	.00
24 hr	3.63±.52	3.63±1.69	4.88±2.70	1.21	.15	P	61.82**	.00
48 hr	8.75±.89	7.75±1.58	6.75±1.75	3.78*	.04	CON>SMR		
72 hr	7.63±.92	5.63±1.77	3.75±1.16	16.93**	.00	CON>DS>SMR	G×P	4.85**
F	123.50**	19.91**	9.44**					
<i>p</i>	.00	.00	.00					
Post-hoc	a<b<c,d	a<c,d	a<b,c					
		b<c	d<c					

Means±SD.

a: Finish (Fin), b: After 24 hours (24 hr), c: After 48 hours (48 hr), d: After 72 hours (72 hr), G: Group, P: Period.

CON, Resistance Exercise; DS, Dynamic stretching+Resistance Exercise; SMR, Self-Myofascial Release+Resistance exercise.

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

Table 7. Changes in VAS level after 8 week of resistance exercise in three different groups

Variable	CON (n=8)	DS (n=8)	SMR (n=8)	F	p	Post-hoc	F	p	
VAS level									
Fin	2.50±.53	2.63±.74	2.63±.74	.09	.91		G	3.71*	.03
24 hr	3.62±.52	4.63±1.60	6.13±2.17	5.06*	.03	CON<SMR	P	166.15**	.00
48 hr	8.88±.83	8.63±1.06	7.88±1.13	2.10	.07		G×P	25.65**	.00
72 hr	8.00±.76	4.00±1.41	2.88±1.13	45.35**	.00	CON>DS>SMR			
F	175.14**	34.09**	26.89**						
p	.00	.00	.00						
Post-hoc	a<b<c,d	a<b,d<c	a<b,c d<c						

Means±SD.

a: Finish (Fin), b: After 24 hours (24 hr), c: After 48 hours (48 hr), d: After 72 hours (72 hr), G: Group, P: Period

CON, Resistance Exercise; DS, Dynamic stretching + Resistance Exercise; SMR, Self-Myofascial Release + Resistance exercise.

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

보였다($F=5.06, p<.05$). 72시간 후 시점에서 CON 집단은 $8.00\pm.76$, DS 집단은 4.00 ± 1.41 , SMR 집단은 2.88 ± 1.13 으로 SMR 집단이 다른 집단에 비해 통증지수가 가장 낮았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($F=45.35, p<.01$). 따라서 8주차 운동 결과, 통증은 SMR 집단이 다른 집단에 비해 운동 24시간 후에 가장 높았으나 운동 72시간 후에 가장 낮게 완화되는 효과가 나타났다.

논 의

본 연구의 목적은 중량 운동 전 자가근막이완 처치가 운동 기간에 따른 기능적 움직임과 운동 유발 지연성 근육통에 미치는 효과를 규명하는 데 있다. 본 연구의 결과로 첫째, 자가근막이완은 사전 대비 8주의 운동 기간 중 기능적 움직임 점수를 2.63배 향상시켰고 둘째, 자가근막이완은 중량 운동 48시간 후 최고치를 나타낸 운동 유발성 통증을 운동 72시간 후 44-63% 감소시키는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 자가근막이완 기법이 운동손상 예방 및 운동 유발 지연성 통증 완화와 기능 향상에 효과적인 준비운동으로서의 충분한 활용 가능성을 제시한다.

인체의 기능적 움직임은 뼈와 관절을 목적에 맞게 자연스럽게 효과적으로 움직이는 능력과 관련한다[28]. 그러나 제한된 가동범위 안에서의 반복적이고 강한 근수축은 관절에 물리적 부하를 증가시키고 다양한 형태의 근골격계 운동손상을 일으킨다[29]. FMS 검사는 스포츠 의학 및 운동 재활 현장에서 운동손상을 예측하고 신체 기능을 평가하는 지표로 이용된다[19,30]. FMS는 운동 감각 및 고유수용감각의 원리가 반영되는 검사 방법으로, 대상자가 검사 실시 중 균형을 잃거나 올바르게 수행하지 않은 동작으로 수행할 경우 잠재적 부상의 위험을 예측한다[31]. 선행연구에서는 FMS 검사 총점 21점 중 14점 이하인 운동 선수가 14점을 초과하는 선수들 보다 운동손상의 위험도가 11배 가량 증가하

는 것으로 나타났다[32]. 높은 FMS 점수는 낮은 운동손상 위험도와 관련이 있는 것으로 보고하였다[19]. 자가근막이완 기법은 손상된 조직에서 발생하는 근막의 유착을 완화시키고 스트레칭을 통해 조직의 신장력을 향상시켜 인체의 움직임과 운동수행능력에 긍정적인 영향을 가져오는 것으로 나타났다[18]. 한편, 보디빌더를 대상으로 12주간 자가근막이완과 정적 스트레칭에 따른 FMS의 효과를 비교한 Ryu et al. [19]의 연구에서 정적 스트레칭은 사전 대비 FMS 지수가 10.5% 증가하였고 자가근막이완은 사전 대비 FMS의 25.7% 증가가 나타나 정적 스트레칭과 자가근막이완의 효과 차이를 보고하였다. 본 연구에서 8주간의 중량 운동 전 동적스트레칭은 FMS 점수를 2.14배 향상시켰고, 자가근막이완 기법은 2.63배 향상시켜 동적스트레칭 대비 자가근막이완 기법이 보다 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 자가근막이완 기법에 따른 FMS 향상 효과는 관절가동범위와 유연성 증가, 균형감각과 운동수행능력 향상과 관련하며, 이는 운동손상의 위험을 낮추는 효과적인 방법이 될 수 있음을 시사한다[33].

근막이완 기법은 운동 후 지연성 근육통을 완화하고 근기능 회복에 효과적인 것으로 알려져 있다[14]. 근막이완은 경직된 근막을 이완시키는 방식의 마사지로 뭉친 부위를 풀어주고 신체의 근육들이 바로 정렬될 수 있도록 하며, 각 근육들의 기능을 향상시켜 신체 운동 기능(locomotor function)을 개선시킨다[34,35]. 남자대학생을 대상으로 실시한 Kim et al. [6]의 연구에서 운동 후 실시한 자가근막이완이 근육 손상 및 염증반응 완화에 효과적인 것으로 나타났다[6]. 본 연구에서 자가근막이완은 중량 운동 48시간 후 최고치를 나타낸 운동 유발성 통증을 운동 72시간 후 44-63% 감소시키고, 동적스트레칭은 22-53% 감소시켜 자가근막이완 기법과 동적스트레칭의 통증 완화 효과의 차이를 나타냈다. 이는 자가근막이완 기법을 실시할 때 발생하는 압력이 직접적으로 근조직 내 위치하는 혈관의 확장을 유도하고, 산소와 영양분이 원활하게 공급되므로 조직의 회복을 유도하며, 국소부위의 염증물

질의 방출을 촉진시켜 근육 내 삼투압을 낮춰줌으로써 통증을 감소시키는 것으로 설명할 수 있다[33]. 또한, 척수신경계에서 크고 주요한 원심성 신경섬유를 손상시켜 3차 신경섬유로 들어가는 통증 전달을 느리게 해 척수의 통증 피드백을 억제 및 감소시킴으로써 통증이나 DOMS를 완화시킨 결과로 판단된다[33].

운동에 따른 지연성 근육통 발생은 보통 운동 후 12시간에 시작하여 24시간에서 72시간 사이에 최대치가 된다[36]. 본 연구의 운동 1주차, 4주차, 8주차에서 통증 수치는 모든 집단에서 운동 48시간 후에 최대치를 기록하고 운동 72시간 후에 완화되는 것으로 나타났다. 8주차에서는 시간이 경과함에 따라 SMR 집단이 다른 집단에 비해 보다 이른 시점인 운동 24시간 후에 통증 수치가 유의하게 높아지고 다시 72시간 후에 통증 수치가 다른 집단과 비교하여 유의하게 감소하였다. 운동은 근섬유에 미세한 손상을 유발하며, 신체는 염증을 일으켜 손상에 반응하고, 손상된 근육이 다시 회복하는 과정에서 지연성 근육통이 발생한다[37]. 우리 몸은 미세 손상을 포함한 운동 손상의 보상 기제로 염증을 발생시키는데, 이는 부종과 통증을 야기하고 면역세포의 생성을 촉진하여 복구와 회복과정을 진행하게 된다. 이때 손상된 근육의 재생과 회복은 보통 운동 후 24-72시간에 이루어진다. 따라서 SMR 집단이 24시간 후 시점에서 통증 수치가 높게 나타난 양상은 SMR 집단이 다른 집단에 비해 손상된 근육의 근회복 속도가 빠르게 시작된 것으로 사료된다. 즉, 중량 운동 전 실시하는 자가근막이완은 손상된 근육의 재생과 회복을 촉진하며 근피로와 근기능을 효과적으로 회복시키는 것으로 사료된다. 하지만 이와 관련하여 진행된 선행연구는 미비한 실정으로 이에 대한 보다 체계적이고 구체적인 실험 설계에 기초한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 중량 운동에 참여하는 운동 초심자 24명을 대상으로 부상 예방 및 기능 향상에 효과적인 준비운동 프로그램을 검증하기 위해 운동 전 자가근막이완 기법을 적용하여 8주 동안 실험을 시행하였다. 그 결과 신체조성에서 체중과 체지방률은 시기에 따른 유의한 감소가 나타났으며, 근육량은 시기에 따른 유의한 증가가 나타났다. FMS 총 점수는 집단 간 유의한 차이가 나타났고, 시기 간에도 유의한 차이가 있었으며, 집단×시기 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다. IRM은 시기에 따라 유의한 증가가 나타났다. 지연성 근육통은 1주차와 4주차 처치에서 집단 간, 시기 간 유의한 차이가 나타났으며, 집단×시기 간 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다. 8주차 처치는 시기 간 유의한 차이가 나타났으며 집단×시기 간에 상호작용효과가 있었다. 본 연구 결과를 통해 중량 운동 전 실시하는 자가근막이완 기법은 운동 시 부상 위험을 예방하는 기능적 움직임에 긍정적인 효과를 가져

오며, 운동 후 발생하는 지연성 근육통을 완화시키는 데도 효과적인 결과를 확인할 수 있었다. 따라서, 본 연구 결과는 자가근막이완 기법이 운동 초심자에게 효과적인 준비운동의 역할을 할 것으로 판단되며, 웨이트 트레이닝의 효과적인 준비 운동 프로그램 개발에 주요 자료가 될 수 있을 것으로 판단된다.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have no conflicts of interest relevant to this study.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: MR Lee, JH Kim; Data curation; Formal analysis: MR Lee; Methodology; Project administration: MR Lee, JH Kim; Writing-original draft: MR Lee; Writing-review & editing: JH Kim.

ORCID

Mi-Rae Lee <https://orcid.org/0000-0002-4216-0737>
Jong-Hee Kim <https://orcid.org/0000-0003-1574-3731>

REFERENCES

1. Yang SH. A study on the training pattern and injury of university bodybuilders. Graduate School of Chung-Ang University: Seoul 2011.
2. Kim JW, Han JG. A study on the injury factors of exercise of injury of body builders. JCD. 2008;10(1):69-74.
3. Kerr G, Minden H. Psychological factors related to the occurrence of athletic injuries. J Sport Exerc Psychol. 1988;10(2):167-73.
4. Kim YO. Effect of self myofascial released treatment with foam roller after eccentric exercise on the delayed muscle pain and performance in professional basketball players. 2020, Graduate School of Physical Education, Korea University: Seoul.
5. Kuipers H. Exercise-induced muscle damage. Int J Sports Exerc Med. 1994;15(03):132-5.
6. Kim HR, Ryu EM, Shin HJ. Effect of myofascia massage on reduction of myalgia and muscle relaxation and recovery of delayed onset muscle soreness (DOMS) of lower body. KOSAC. 2012;10(1):51-9.
7. Chen EY. A study on medical experience, educational methods and neglect of life sports participation. KSSS. 2014;23(2):285-95.
8. Hyun DS, Effect of low intensity weight training on blood lipid for

- obese elementary school girls. 2003, Sangji University: Gangwon-do.
9. Coutinho T, Goel K, Corrêa de Sá D, Carter RE, Hodge DO, et al. Combining body mass index with measures of central obesity in the assessment of mortality in subjects with coronary disease: role of “normal weight central obesity”. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61(5):553-60.
 10. Peacock CA, Krein DD, Antonio J, Sanders GJ, Silver TA, et al. Comparing acute bouts of sagittal plane progression foam rolling vs. frontal plane progression foam rolling. *J Strength Cond Res.* 2015;29(8):2310-5.
 11. Dahl E, Esko L. Vad har foam rolling för effekt på rörligheten passivt och aktivt i flexion och extension i höftleden under 4 veckors användande? Luleå University of Technology: Sweden 2015.
 12. Kim YJ, Lee SH, Kim SJ, Kwak HB, Kang JH, et al. Effects of self-myofascial released and sports massage on exercise performance and fatigue recovery in male college students. *Exerc Sci.* 2017;26(3):179-87.
 13. Mohr AR, Long BC, Goad CL. Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *J Sport Rehabil.* 2014;23(4):296-9.
 14. MacDonald GZ. Foam rolling as a recovery tool following an intense bout of physical activity. Memorial University of Newfoundland 2013.
 15. Zainuddin Z, Newton M, Sacco P, Nosaka K. Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. *J Athl Train.* 2005;40(3):174.
 16. Kwon YD, Ko JM, Kim. NS. Comparison of effect between myofascial released therapy and deep tissue massage on fatigue, physiological and psychological recovery after resistance training. *KSSS.* 2019;28(5):1113-20.
 17. Kim J. Effects of self-myofascial release training on professional trainers' physical functions. Korea Sports University: Seoul 2014.
 18. Shim MS. Effects of self-fascia relaxation training on physical function of high school badminton players. Chonnam National University Graduate School: Gwangju 2014.
 19. Ryu MD, Gong SA, Im SG. Effects of a 12-week static stretching and self-myofascial release training on the range of motion of the knee and shoulder joints and functional movement of bodybuilders. *JCD.* 2021; 23(2):219-28.
 20. Park JM, Kim CW. The effect of myofascial release on physical function improvement in golfers. *JCD.* 2017;19(4):57-68.
 21. Choi SZ, Effects of foam rolling on jump performance, muscle activation and dynamic posture stability of the lower body. Kookmin University General Graduate School: Seoul 2016.
 22. Olsen O, Sjøhaug M, Van Beekvelt M, Mork PJ. The effect of warm-up and cool-down exercise on delayed onset muscle soreness in the quadriceps muscle: a randomized controlled trial. *J Hum Kinet.* 2012; 35:59.
 23. Soares-Caldeira LE, de Paula Ramos S. Effects of light-emitting diode therapy on muscle hypertrophy, gene expression, performance, damage, and delayed-onset muscle soreness: a case-control study with a pair of identical twins. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018;97(1):e1-2.
 24. Lee SY, Kim JY. The comparison of low intensity eccentric exercise and dynamic stretching on delayed onset muscle soreness. *KAIS.* 2012;13(10):4676-85.
 25. Gray Cook LB, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(4):549.
 26. Kang YH, Kim CS. Changes in visual response speed, functional movement, body balance, and lung capacity after a 10-week body stability exercise program for high school male handball players. *JKCA.* 2021;21(7):637-49.
 27. Yoon C. Establish standards on rest interval between sets of 65%-1RM bench press. Dankook University Graduate School: Gyeonggi-do 2016.
 28. Hong SY, Biomechanical factor analysis of functional movements on whole body vibration training. Kookmin University Graduate School: Seoul 2015.
 29. McHugh MP, Cosgrave C. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(2):169-81.
 30. Abernethy L, Bleakley C. Strategies to prevent injury in adolescent sport: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41(10):627-38.
 31. Gray Cook LB, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(3):396.
 32. Kiesel K, Plisky PJ, Voight ML. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *N Am J Sports Phys Ther: NAJSPT.* 2007;2(3):147.
 33. Lee CO, Lee SW. A literature review of the effects of self-myofascial release with a foam roller on human fascial system and cardiovascular function. *Exerc Sci.* 2020;29(4):329-38.
 34. Jeon HS. Effect of massage and MFR for the posterior neck on stress and pain level in middle-aged women. Changwon University Graduate School of Health: Gyeongsangnam-do 2014.
 35. Kim MJ, Effect of back massage using myofascial relaxation therapy

- on the human body. Graduate School of Youngsan University: Gyeongsangnam-do 2014.
36. Oh DW. Effects of warm-up and cool-down exercises for preventing delayed onset muscle soreness on pain and muscle activation. Phys Ther Korea. 2013;20(1):28-35.
37. Jang SY, Effect of Transcutaneous electrical nerve stimulation and treadmill exercise on fatigue recovery after anaerobic exercise. Sahmyook University Graduate School: Seoul 2008.