

자가근막이완운동과 스포츠마사지가 남자 대학생의 운동수행력 및 피로회복에 미치는 영향

김양중¹, 이상현¹, 김수진¹, 곽효범¹, 강주희², 박동호¹

¹인하대학교 스포츠과학과, ²인하대학교 의과대학 약리학교실

Effects of Self-Myofascial Released and Sports Massage on Exercise Performance and Fatigue Recovery in Male College Students

Yang-Jung Kim¹, Sang-Hyun Lee¹, Su-Jin Kim¹, Hyo-Bum Kwak¹, Ju-Hee Kang², Dong-Ho Park¹

¹Department of Kinesiology, Inha University, Incheon; ²Department of Pharmacology and Medicinal Toxicology Research Center, College of Medicine, Inha University, Incheon, Korea

PURPOSE: The purpose of this study was to investigate the effects of self-myofascial release exercise (SMR) and sports massage (SM) treatment on exercise performance and fatigue recovery in male college students.

METHODS: Twelve male college students (23.41 ± 1.24 years, 174.33 ± 6.75 cm, 71.57 ± 9.63 kg, $17.01 \pm 6.48\%$ fat) participated in the study. Subjects were randomly assigned to either an experimental treatment (SMR or SM) or control (CON). All subjects were performed with 1st treatment (CON, SMR, SM) for 10 minutes in the lower limbs before isokinetic exercise and Wingate test. After 1st treatment, Wingate test was performed for 30 seconds after performing isokinetic exercise at $240^\circ/\text{sec}$ left and right 28 times. After isokinetic exercise and Wingate test (All-out), 2nd treatment was performed for 10 minutes. In order to analyze creatine kinase (CK) and lactate, blood was collected and measured 9 times in total.

RESULTS: There was no significant difference in the left and right endurance, maximal power, and total workload of the extension and flexor muscles measured by isokinetic exercise. In addition, there was no significant difference in the mean power ($p = .116$), maximum power ($p = .214$), fatigue index ($p = .236$), and total workload ($p = .108$) during Wingate test. In the case of CK and lactate levels, there was also no significant difference in treatment (CON, SMR, SM) and interaction effect except over time ($p = .000$, $p = .000$ respectively).

CONCLUSIONS: In conclusion, it seems that fatigue recovery and exercise performance are not affected by self-myopia relaxation exercise and sports massage treatment for 10-minute before and after exercise.

Key words: Self-myofascial release, Sports massage, Exercise performance, Fatigue, Wingate test

서론

젖산에 대한 연구는 1907년 플레처(Fletcher)와 홉킨스(Hopkins)에 의해 시작되었고, 실험과정에서 젖산이 산소와 밀접한 관련이 있음을 보고하였다[1]. 이후 여러 연구를 통해 젖산이 근 피로를 유발하는 물

질로써 무산소성 해당과정에 의한 부산물로 인지하였다[2]. 1970년대 이후 ‘젖산혁명(lactate revolution)’이 제기되었고[3], 이와 관련하여 Brooks et al. [4]은 lactate shuttle theory를 발표하면서 젖산을 피로물질이 아닌 에너지원[5]이며, 세포 내의 산증(acidosis)으로부터 근 섬유를 보호하는 물질로써[6], 포도당이 분해되는 일시적인 상태[7,8] 정의

Corresponding author: Dong-Ho Park Tel +82-32-860-8182 Fax +82-32-860-8188 E-mail dparkosu@inha.ac.kr

*이 연구는 2016년도 인하대학교 교내연구비로 수행되었음.

Keywords 자가근막이완운동, 스포츠마사지, 운동수행력, 피로, 윙게이트 테스트

Received 4 Jul 2017 Revised 17 Jul 2017 Accepted 24 Jul 2017

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.

하고 있다. 더욱이 최근에는 젖산이 골격근의 마이오카인의 발현을 유도하는 새로운 마이오카인의 가능성을 제기하였다[9]. 이렇듯 젖산의 역할과 기능에 대한 논란에도 불구하고, 운동 시 젖산 농도의 증가는 운동강도와 비례하며 인체 산성화를 예측하는 간접지표로써의 활용성은 유효한 것으로 판단된다.

또한 운동으로 유발되는 근육 조직이나 세포 손상은 운동강도와 운동소요시간 및 운동 형태와 관련이 있는 것으로 잘 알려져 있다[10]. 근 손상은 혈중에 방출되는 근 세포 단백질에 의하여 분석되며, 일반적으로 크레아틴키나아제(creatine kinase, CK)는 신체 및 근세포의 손상 정도를 나타내는 지표로 활용된다[11].

스포츠마사지(sports massage, SM)는 주로 스포츠현장에서 경기 전후 선수들의 컨디션 조절 및 피로회복을 위해 보편적으로 사용되며 [12], 근육긴장을 완화하기 위한 최상의 방법이자 특정한 스포츠 부상의 치료 및 예방을 위한 기초적인 요법이다[13]. 그 효과로서 혈액순환 촉진, 부종감소, 근 피로회복, 관절가동범위 증가 등이 제안되고 있다 [14]. 하지만 스포츠마사지 처치는 근 피로회복과 관련된 반복적인 운동수행[15], 고강도 사이클 에르고미터[16], 레그 익스텐션[17] 등의 고강도 운동 후 대부분 혈중 젖산농도에 유의한 효과가 없는 것으로 보고되었다. 반면 스포츠마사지 vs. 정적회복 vs. 동적회복[18]을 비교하는 연구에서는 처치시간[19]에 따라 그리고 최대부하운동[20] 후 혈중 젖산농도 회복에 유의한 효과가 나타나는 것으로 보고되었다. 이렇듯 스포츠마사지 처치가 혈중젖산농도 회복에 영향을 미치는지에 대한 논란은 계속되고 있다. 또한 스포츠마사지는 수동적 회복처치이고 개인마다 근육량과 처치강도에 차이가 있기 때문에 능동적 회복처치의 대응으로 활용하기에는 한계가 있다[21]. 특히, 스포츠마사지는 스스로 처치하기 어렵고, 경기 전·후에 선수들이 개별적으로 처치 받기에는 시간적·경제적 제약이 많다.

최근 이를 보완하기 위해 새롭게 제시된 방법이 자가근막이완운동 (self-myofascial release, SMR)이다. National Academy of Sports Medicine Corrective Exercise Specialist에서 자가근막이완운동은 활성화된 근섬유를 억제시키기 위해 사용하는 유연성기법이라 정의하였으며 [22], 근막이완운동법의 한 종류로서 임상에게 받는 것이 아니라 스

스로 근막이완운동을 수행하여 임상에서 쉽게 적용할 수 있다는 장점이 있다[23,24]. 자가근막이완운동은 자율신경계의 영향으로 인한 감정적 또는 육체적 스트레스를 완화시킴으로써 혈관확장, 근 수축력 증가, 관절가동범위 증가 등에 영향을 미칠 수 있다[24,25].

자가근막이완운동이 근육 이완을 통해 피로회복에 영향을 미친다는 여러 연구결과들이 보고되었고, 이에 따라 소도구 분류에 따른 폼롤러[26-29], 롤러[30-32], 볼[33] 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 또한 기능적인 면에서 관절가동범위[26,34], 운동수행능력[26,27,29,30] 등 관련 선행연구가 활발히 진행되고 있다. 이처럼 자가근막이완운동에 대하여 다양한 선행연구가 진행되었지만 어떠한 기전으로 피로회복에 영향을 미치는지, 특히 회복관점에서의 근피로와의 연관성에 대한 검토가 이루어지지 않았다. 더욱이, 운동성 피로 유발 후 스포츠마사지와 자가근막이완운동 회복처치의 직접적 효과 비교는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 남자 대학생들을 대상으로 자가근막이완운동과 스포츠마사지 처치가 운동수행력과 피로회복에 미치는 효과를 규명하고자 한다. 이러한 결과를 바탕으로 스포츠현장에서 적용하고 효율적인 회복처치방법을 제시하여 선수들의 경기수행능력을 향상시키는 데에 도움을 주고자 한다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 특별한 질환과 질병이 없는 1시에 소재한 대학교 남자 대학생 12명을 대상으로 하였다. 실험 참여 전 피험자들에게 위험요인들과 실험에 대한 목적과 내용들을 충분히 설명하였고, 참여 동

Table 1. Subject's characteristics

Variables (N=12)	Mean ±SD	Range
Age (year)	23.41 ± 1.24	21.00-25.00
Height (cm)	174.33 ± 6.75	160.00-183.00
Weight (kg)	71.57 ± 9.63	60.00-89.70
BMI (kg/m ²)	23.57 ± 3.08	19.60-29.90
Muscle mass (kg)	33.55 ± 3.59	28.00-38.70
Body fat (%)	17.01 ± 6.48	6.10-28.00

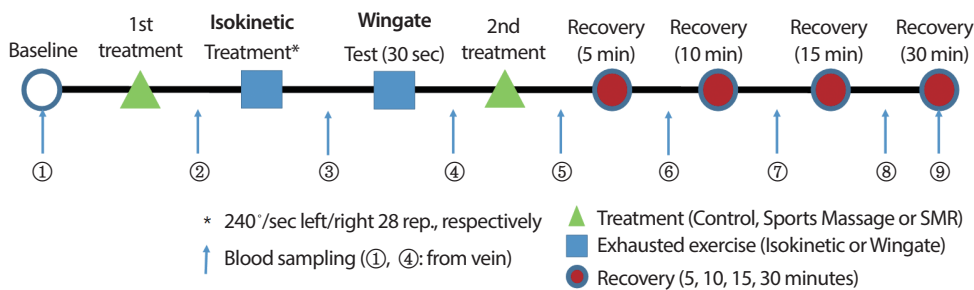


Fig. 1. Experimental design.

의를 구한 후 실험을 실시하였다. 본 연구는 1 대학교 생명윤리위원회의 승인(161025-1A)을 받아 진행하였으며, 피험자들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. 실험 설계

본 실험은 12명을 대상으로 3집단(CON, SMR, SM)의 처치를 1주일 간격으로 3회 반복하는 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 이월 효과(carry over effect)를 방지하기 위하여 무작위 교차방법으로 처치 집단별 4명씩 1주일 간격으로 실시하였다. 모든 피험자들을 대상으로 1차 처치(CON, SMR, SM)를 하지부위에 10분간 처치하였다. 1차 처치 후 등속성 운동 240°/sec 좌우 28회씩 실시한 후 30

초간 윙게이트 테스트(Wingate test)를 실시하였다. 대상자의 최대 운동 상태(All-out)를 유도한 후, 2차 처치를 10분간 실시하였다. CK를 분석하기 위하여 안정시, 2차 처치 직후 채혈하였다. 혈중젖산농도 및 기타 변인을 총 9회에 걸쳐 채취 및 측정하였다(안정 시, 1차 처치 후, 등속성 운동 후, 윙게이트 테스트 후, 2차 처치 후, 회복기 5분, 회복기 10분, 회복기 15분, 회복기 30분) (Fig. 1).

3. 측정 방법

1) 사전검사

기본적으로 대상자들의 현재 신체조성과 근기능 능력을 파악하기 위하여 체성분 분석기(Inbody 620, Inbody Co., Korea)를 이용하였다. 측정 시 가벼운 복장으로 체성분 분석기에 올라 팔을 벌리고 편안하게 정면을 응시한 채 체중, 근육량, 체지방량, BMI, 체지방률을 측정하였다.

2) 자기근막이완운동 처치

본 실험에 사용할 자기근막이완운동법은 National Academy of Sports Medicine (NASM)에서 제시한 방법을 사용하였다[22]. 롤러는 910 mm × 150 mm로 된 원형 폼롤러(EVA Foam roller, AZUNI Co., Taiwan)를 사용하였으며, 처치 부위는 Fig. 2와 같다.

3) 스포츠마사지 처치

스포츠마사지 처치는 스포츠마사지 자격증을 가지고 있는 전문인

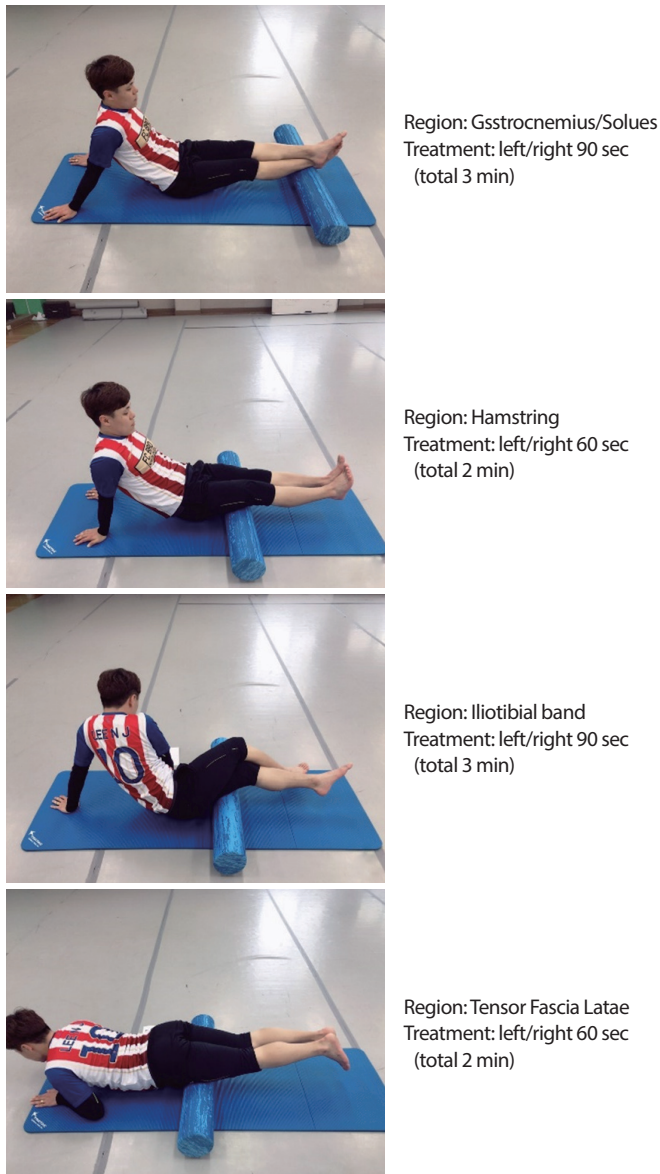


Fig. 2. Self-myofascial release treatment (total 10 minutes treatment).

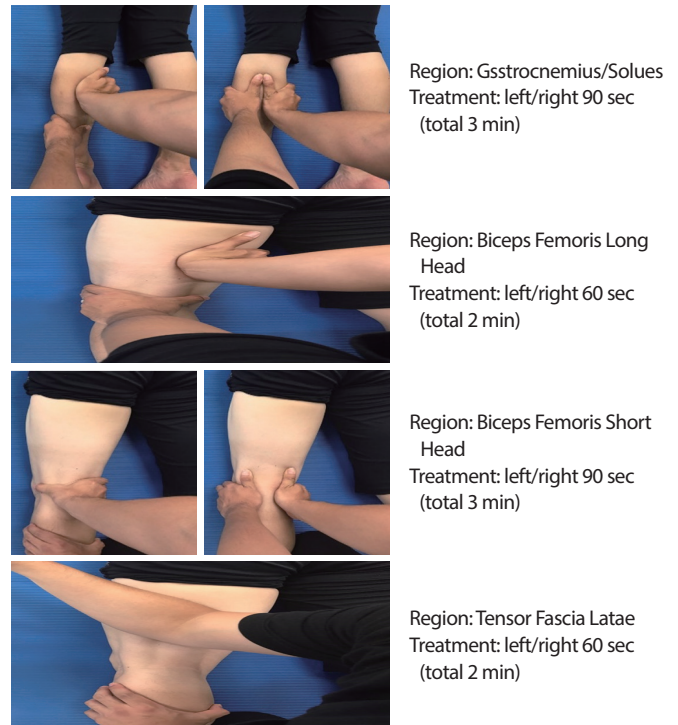


Fig. 3. Sports massage treatment.

이 직접 10분씩 처치하였다. 전문가가 수기로 엎드린 상태에서 표면 후방선, 외측선, 나선형선, 후방기능선을 마사지하였다. 처치 부위는 Fig. 3과 같다.

4) 등속성 운동 테스트

등속성 근력 측정 장비(Cybex Norm TMC & Humac, CSMi Medical Solutions, USA)를 이용하여 측정하였으며, 부위별 자세와 측정 장비의 세팅이 완료되면 선수들에게 측정방법에 대한 충분한 설명 이후 몇 번의 연습을 실시한 후 측정하였다. 각근력은 각속도 240°/sec 좌·우 각 28회씩 측정하여 근지구력, 최대파워, 총일량을 산출하였다.

5) 윙게이트 테스트

자전거 에르고미터를 이용하여 피험자 체중의 0.075 kp/kg 부하의 저항을 이용하여, 2분간 50 rpm으로 준비운동을 실시한 후 1분간 휴식을 취한 후 시작신호와 함께 30초간 최대 운동 상태를 유도하였다. 이 테스트를 통해 최대파워, 평균파워, 피로지수, 총일량 등을 산출하였다[35,36].

6) 혈중젖산농도

혈중젖산농도를 측정하기 위하여 총 9회(안정 시, 1차 처치 후, 등속성 운동 후, 윙게이트 테스트 후, 2차 처치 후, 회복기 5분, 회복기 10분, 회복기 15분, 회복기 30분) finger tip방법으로 혈액을 수집하여 자동젖산 분석기(YSI 1500-L, YSI, USA)를 사용하여 분석하였다.

7) CK

정맥채혈을 통하여 UV assay방법으로 실험실계 기준 총 2회(안정시,

2차 처치 직후)에 걸쳐 혈액을 채혈하였다. 채취한 혈액은 CK 전용시약을 이용하여 Cobas C702 (Roche, Germany)를 사용하여 분석하였다.

4. 자료처리방법

본 연구의 자료처리는 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하였다. 첫째, 피험자의 나이, 신체조성 및 운동관련 변인에 대한 평균(mean)과 표준편차(standard deviation, SD)를 산출하였다. 둘째, 처치별(CON vs. SMR vs. SM) 등속성 운동, 윙게이트 테스트 관찰변인들을 one-way repeated measured ANOVA를 이용하여 차이를 검정하였다. 셋째, 처치별 혈중젖산농도 및 CK의 변화를 분석하기 위하여 two-way repeated measured ANOVA를 실시하였다. 처치에 따른 측정변인의 유의한 효과가 나타났을 때 사후검사로 시기간은 종속 t-test와 Bonferroni correction을 이용한 일원변량 반복분산분석을 실시하였고, 집단간은 독립 t-test를 이용하였다. 본 연구의 모든 통계적 유의수준(α)은 0.5로 설정하였다.

연구 결과

본 연구는 남자 대학생들을 대상으로 등속성운동과 윙게이트 운동의 처치 전후 각각 1차와 2차(CON, SM, SMR) 처치를 실시하였고, 이때 혈중 젖산과 CK의 농도를 시기별로 비교, 분석하였다. 이를 통해 자가근막이완운동과 스포츠마사지가 운동수행력과 피로회복 및 근손상에 어떠한 영향을 미치는지를 검토함으로써 경기력 향상과 피로회복을 위한 보조수단으로써의 효과를 살펴보았다.

Table 2. Comparison of isokinetic exercise test variables between groups

(Unit: Nm)

Variable	Treatment	Position	Right	Left	F	p
Muscle endurance	CON	EX	69.66 ± 6.56	66.41 ± 5.10	R: 1.316 L: .099	R: .289 L: .907
	SMR		68.66 ± 5.44	66.58 ± 5.35		
	SM		66.16 ± 4.50	65.91 ± 5.19		
	FL	CON	75.16 ± 6.67	74.41 ± 4.64	R: .470 L: .575	R: .631 L: .571
		SMR	75.33 ± 8.16	74.33 ± 6.77		
		SM	72.83 ± 7.23	76.33 ± 5.48		
Peak torque	CON	EX	114.41 ± 16.26	115.66 ± 14.00	R: .558 L: .790	R: .580 L: .466
	SMR		117.91 ± 17.42	118.75 ± 17.76		
	SM		116.66 ± 18.98	118.66 ± 18.49		
	FL	CON	85.75 ± 13.27	86.91 ± 14.49	R: .399 L: .810	R: .676 L: .458
		SMR	89.16 ± 19.46	91.66 ± 19.30		
		SM	88.58 ± 14.67	88.25 ± 15.73		
Total work	CON	EX	2,901.16 ± 473.33	2,919.33 ± 407.56	R: .228 L: 2.397	R: .798 L: .114
	SMR		2,965.00 ± 406.42	3,176.58 ± 623.13		
	SM		2,902.50 ± 490.04	2,978.91 ± 508.28		
	FL	CON	2,585.41 ± 376.57	2,546.66 ± 331.12	R: 1.064 L: .801	R: .362 L: .462
		SMR	2,677.33 ± 451.82	2,639.50 ± 550.48		
		SM	2,513.00 ± 334.10	2,470.33 ± 311.68		

CON, non-treatment; SMR, self-myofascial release; SM, sports massage; R, right; L, left.

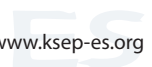


Table 3. Comparison of Wingate test variables between groups

(Unit: Watt/kg)

Variable	Treatment	Mean ± SE	F	p
Mean power	CON	450.38 ± 17.14	TR: 2.381	.116
	SMR	451.94 ± 15.30		
	SM	440.05 ± 17.68		
Peak power	CON	594.54 ± 92.82	TR: 1.655	.214
	SMR	609.00 ± 89.25		
	SM	593.74 ± 86.94		
Fatigue index	CON	34.31 ± 6.27	TR: 1.541	.236
	SMR	35.54 ± 8.70		
	SM	37.45 ± 4.89		
Total work	CON	1,385.26 ± 182.24	TR: 2.461	.108
	SMR	1,389.62 ± 162.68		
	SM	1,352.80 ± 188.15		

CON, non-treatment; SMR, self-myofascial release; SM, sports massage; TR, treatment.

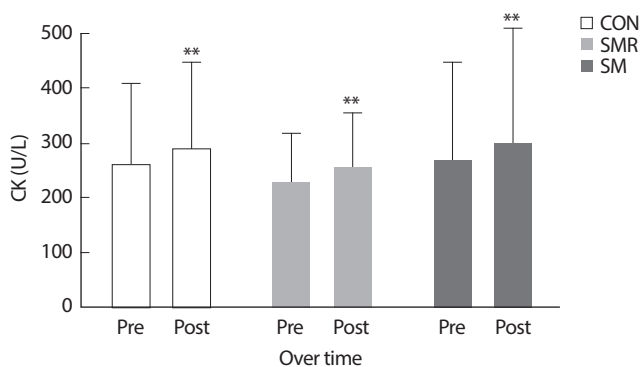


Fig. 4. Comparison of CK between treatments.

CON, non-treatment; SMR, self-myofascial release; SM, sports massage. A significant effect of time on the CK level after 2nd treatment ($p < .001$) but no significant group (CON vs. SMR vs. SM, $p = .731$) and interaction (Treatment \times Time, $p = .800$) effect.

** $p < .01$ (pre vs. post treatment).

1. 등속성 운동 테스트

처치별 운동수행능력을 확인하기 위해 등속성 운동 테스트를 실시하여 근지구력, 최대파워, 총일량을 분석하였다(Table 2).

신전시 좌우 처치 간(CON, SMR, SM) 근지구력(Right: $p = .289$, Left: $p = .907$), 최대파워(Right: $p = .580$, Left: $p = .466$), 총일량(Right: $p = .798$, Left: $p = .362$) 모두 유의한 차이가 없었다. 굴근시 좌우 처치 간(무처치, 자가근막이완운동, 스포츠마사지) 근지구력(Right: $p = .631$, Left: $p = .571$), 최대파워(Right: $p = .676$, Left: $p = .458$), 총일량(Right: $p = .362$, Left: $p = .462$) 모두 유의한 차이가 없었다. 즉, 신전 및 굴근의 좌우 근지구력, 최대파워, 총일량에서 모두 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2. 윙게이트 테스트

처치별 운동수행력의 측정과 피로유발을 유도하기 위해 30초간 최대 노력(all-out)으로 윙게이트 테스트를 실시하였다. 마찬가지로 각 처

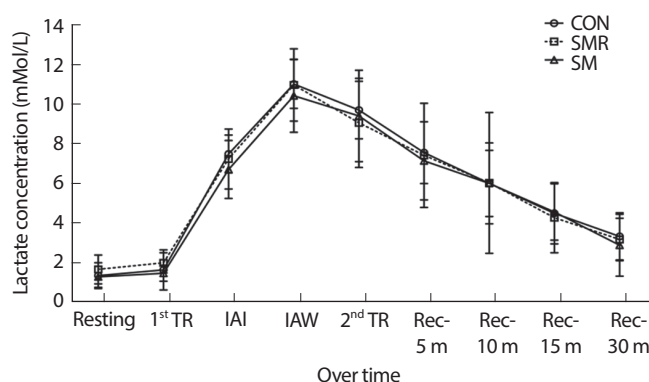


Fig. 5. Comparison of lactate concentration over time points in treatments.

CON, non-treatment; SMR, self-myofascial release; SM, sports massage; 1st TR, first treatment; IAI, immediately after isokinetic exercise; IAW, immediately after Wingate test; 2nd TR, second treatment; Rec, recovery.

Within-treatment analyses revealed a significant effect of time on the blood lactate levels ($p < .001$) but no significant group (CON vs. SMR vs. SM, $p = .644$) and interaction (TR \times T, $p = .894$) effect.

TR, treatment effect; T, time effect; TR \times T, interaction effect of treatment and time.

치별 평균파워($p = .116$), 최대파워($p = .214$), 피로지수($p = .236$), 총일량($p = .108$) 모두 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이는 각 처치별 비교하였을 때 모두 유사한 피로가 유발되었음을 의미한다(Table 3).

3. CK

처치별 안정시, 2차 처치 직후 2회에 걸쳐 정맥혈로부터 혈액을 수집하여 CK를 분석하였다. Fig 4는 처치별 처치 간 시기에 대한 분석결과로 처치, 처치 \times 시기 상호작용에서는 유의한 차이가 없었으나, 시간간에는 유의한 차이가 나타났다($p = .000$).

4. 혈중젖산농도

처치별 혈중젖산농도를 비교하기 위해 안정 시, 1차 처치 직후, 등속

성 직후, 윙게이트 직후, 2차 처치 직후, 회복기 5분, 회복기 10분, 회복기 15분, 회복기 30분 총 9회 채혈하여 혈중젖산농도를 측정하였다. Fig. 5는 처치별 처치 간 시기에 대한 분석결과로 처치, 처치×시기 상호작용에서는 유의한 차이가 없었으나, 시기 간에 유의한 차이가 나타났다($p=.000$).

논 의

본 연구는 질환이 없는 남자 대학생 12명을 대상으로 안정시 휴식을 취하고 10분간 1차 처치(CON, SMR, SM)를 받게 한 뒤 운동수행력 및 근 손상, 혈중젖산농도를 분석하기 위하여 등속성 운동, 윙게이트 테스트를 실시하였다. 윙게이트 테스트 직후 2차 처치(CON, SMR, SM)를 실시한 후 회복기의 혈중젖산농도를 관찰하기 위하여 회복기 5분, 10분, 15분, 30분을 관찰하였다. 이를 통해 자가근막이완운동과 스포츠마사지가 운동수행력과 피로물질 및 근 손상에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

1. 각 처치별 운동수행력에 미치는 효과

본 연구 결과에 따르면, 운동수행력의 차이를 알아보기 위하여 등속성 운동의 신전, 굴곡의 각각 근지구력과 최대파워를 그리고 윙게이트 테스트에서는 평균파워, 최대파워, 피로지수를 비교하였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Linderoth [37]의 연구결과에서는 하지부위의 동적스트레칭과 폼롤러 처치가 20 m 스프린트의 운동수행력에 유의한 영향을 미치지 않았다. Su et al. [38]의 연구에서도 폼롤링, 동적스트레칭, 정적스트레칭 후 등속성 운동을 실시한 결과 하지 유연성은 유의한 차이를 보였지만 하지 근력에는 유의한 효과를 보이지 않았다. 또한 여러 선행연구에서도 윙게이트 테스트 후 스포츠마사지 처치시간[39], 처치종류[40]에 따른 운동수행력에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 처치 간 운동수행력에 유의한 차이가 없다는 본 연구결과와 동일하다. 반면, 본 연구결과와 달리 Peacock et al. [41]에 의하면 동적스트레칭과 자가근막이완운동의 처치 비교에서 자가근막이완운동 처치 시 파워, 민첩성, 근력 및 스피드에서 유의하게 개선되는 결과가 나타났다. 또한 등속성 운동 전에 실시한 스포츠마사지가 운동수행력 향상에 유의한 효과가 있다고 보고하였다[42].

이렇듯 여러 선행연구 결과가 상이한 것은 자가근막이완운동 및 스포츠마사지 처치의 부위, 소요시간, 소도구 종류의 차이로 기인한 것으로 보여진다. 예를 들어, MacDonald et al. [26]의 경우, 남자 대학생을 대상으로 대퇴사두근 부위에 폼롤링을 2세트(세트당 1분씩, 30초 휴식)를 실시하였다. 그 결과 관절가동범위는 향상되었지만 대퇴사두근의 근력발현은 오히려 감소되었다. 반면 Halperin et al. [31]의 경우 취미

로 운동을 하는 남녀 대학생을 대상으로 운동처치 없이 정적 스트레칭과 자가근막이완운동을 30초씩 3세트를 실시하여 발목 관절가동범위(range of motion, ROM), 최대수의적수축(maximum voluntary contraction, MVC), 밸런스 테스트를 실시하였다. 그 결과 관절가동범위가 공통적으로 증가하였으며, 자가근막이완운동처치에서 근력이 유의하게 증가하였다. 또한 본 연구에서는 기존 연구와 달리 운동처치 전 운동수행력 관찰을 위해 자가근막이완운동과 스포츠마사지를 실시하였고, 운동처치 직후 피로회복을 관찰하기 위하여 자가근막이완운동과 스포츠마사지를 실시하였다. 이러한 실험설계의 차이가 기존 선행연구의 결과와는 다른 결과로 기인되었을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구결과를 스포츠현장에서 실제로 적용하기 위해서는 자가근막이완운동의 생리학적 기전에 관한 연구 및 다양한 운동종목의 운동수행력을 고려한 임상시험을 추가로 실시하여야 할 것이다.

2. 각 처치별 근 손상에 미치는 효과

본 연구에서 근 손상 지표인 CK를 관찰하기 위해 안정 시와 운동종료 후 10분간의 2차 처치 직후 두번째 정맥채혈을 실시하였다. 각 처치(CON, SMR, SM)에 따른 처치 간($p=.731$), 처치×시기간($p=.800$) 유의한 차이가 나타나지 않았으나 시기에서는 유의한 차이가 나타났다($p=.000$). 사후검정결과(중속 t-test), 3집단 모두 안정 시에 비해 운동종료 후 2차 처치 직후 모두 증가하였다.

본 연구결과와 달리 Cha et al. [43]의 장시간 운동에 의해 유발되는 근 피로 회복요법으로 아로마법, 냉요법, 마사지요법을 비교하는 연구에서는 마사지요법이 혈중젖산농도와 CK의 저하를 유발하는 가장 효과적인 요법으로 보고하였다. Lee와 Lee [44], Um [45]의 연구에서도 마사지 처치집단이 비마사지 처치집단에 비해 혈중 CK 활성도의 감소가 높았다고 보고하였다. Smith et al. [46]도 마사지가 편심성 수축운동 후 CK를 줄이는데 효과적인 처치라고 보고하였다. 또한 Evasn & Joseph [47]는 운동수행 후 자가근막이완운동이 근손상을 줄여준다고 제안하였다. 이들 선행연구는 본 연구결과와 상반되는 결과이다.

이렇듯 여러 선행연구 결과가 상이한 것은 근 활동 시 일어나게 되는 근 통증은 운동 후 24시간에서 48시간에 최대치에 도달하게 되고, 근육에서 파생된 CK의 혈장 활성도 또한 운동 후 즉시 증가되어지지 않고 운동 후 6시간에서 24시간 정도에서 최대치에 도달하기 때문일 수 있다[48]. 즉, 선행연구와 달리 본 연구에서는 CK의 채혈시기를 2차 처치 직후 실시하였지만, 선행연구에서는 운동 후 최소 6시간 이후에 채혈을 실시하였기 때문에 이러한 상이한 결과가 나온 것으로 사료된다.

3. 각 처치별 혈중젖산농도 차이

본 연구 결과에 따르면 무처치, 자가근막이완운동 처치, 스포츠마사지 처치 간의 혈중젖산농도에서는 처치 간($p=.644$)과 처치×시기

($p=.894$) 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으나 시기에서는 유의한 차이가 나타났다($p=.000$). 사후검정(one-way repeated measure ANOVA with Bonferroni correction) 결과, 세 집단 모두 동일한 시기 간 유의한 차이가 나타났다.

Hemmings et al. [15]은 복싱 에르고미터를 실시한 후 마사지와 수동적 휴식을 각각 실시하여 비교하였을 때 혈중젖산농도에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 Robertson et al. [49]과 Ogai et al. [50]은 마사지가 고강도 사이클 에르고미터 운동 후 혈중젖산농도에 유의한 효과가 없다고 보고하였다. 이러한 선행연구는 본 연구결과의 혈중젖산농도의 유의한 차이가 없다는 결과와 동일하다. 반면에 Pearcey et al. [51]의 연구결과에 의하면 자가근막이완운동은 혈류속도를 증가시켜 혈중젖산농도뿐만 아니라 부종을 감소시키며 근육으로의 산소공급을 증가시킨다고 보고하였고, Wiltshire et al. [52]의 연구에서도 운동 수행 후 마사지를 실시하였을 때 젖산이 유의하게 감소하였다.

이렇듯 여러 선행연구 결과가 상이한 것은 자가근막이완운동 및 스포츠마사지 처치의 처치시간, 운동처치의 강도 차이, 피험자의 특성(연령, 선수 또는 일반인)으로 사료된다. 특히, 젖산의 반감기(a half-life)와 관련하여 피험자를 탈진상태로 유도하여 혈중젖산농도를 상당히 높은 수준으로 증가시킨 후 10분간의 일회성 처치로 빠른 시간 내(30분 이내)에 혈중젖산농도를 감소시키는 것은 한계가 있었던 것으로 판단된다.

결론

본 연구결과를 종합해 볼 때, 자가근막이완운동, 스포츠마사지 처치는 등속성 운동의 근지구력, 최대파워를 포함한 윙게이트 테스트 변인인 평균파워, 최대파워, 피로지수에 유의한 차이를 유발하지 않았다. 또한 근손상 지표인 CK와 혈중젖산농도에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 결론적으로, 운동전·후 각각 10분 정도의 자가근막이완운동과 스포츠마사지 처치는 운동수행력을 포함한 30분 이내의 즉각적인 피로감소 및 피로회복에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 따라서 추후 연구에서는 처치시간, 운동강도 재설정 및 피험자의 신체적 특성에 기반하여 실험설계를 보완하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Fletcher WM, Hopkins FG. Lactic acid in amphibian muscle. *The Journal of Physiology* 1970;35(4):247.
2. Richter EA, Hansen BF, Hansen SA. Glucose-induced insulin resistance of skeletal-muscle glucose transport and uptake. *Biochemical*

- Journal* 1988;252(3):733-737.
3. Gladden LB. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *The Journal of Physiology* 2004;558(1):5-30.
4. Brooks GA. The lactate shuttle during exercise and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1986;18(3):360-368.
5. Stevenson RW, Mitchell DR, Hendrick GK, Rainey R, Cherrington AD, et al. Lactate as substrate for glycogen resynthesis after exercise. *Journal of Applied Physiology* 1987;62(6):2237-2240.
6. Messonnier L, Kristensen M, Juel C, Denis C. Importance of pH regulation and lactate/H⁺ transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* 2007;102(5):1936-1944.
7. Eto D, Hada T, Kusano K, Kai M, Kusunose R. Effect of three kinds of severe repeated exercises on blood lactate concentrations in thoroughbred horses on a treadmill. *Journal of Equine Science* 2004;15(3):61-65.
8. Kitaoka Y, Endo Y, Mukai K, Aida H, Hiraga A, et al. Muscle glycogen breakdown and lactate metabolism during intensive exercise in Thoroughbred horses. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine* 2014;3(4):451-456.
9. Kim SJ, Kim HS, Moon SH, Lee MJ, Kang JH, et al. Effects of Lactic Acid on the Expression of Myokines in C2C12 Myotubes. *Exercise Science* 2016;25(3):166-173.
10. Kim JK, Roh SK. Effects of level and downhill running on the creatine kinase activity, leukocytes, and expression of serum heat shock protein 72. *Exercise Science* 2007;16(2):115-124.
11. Nosaka K, Clarkson, PM. Variability in serum creatinekinase response after eccentric exercise of the elbowflexors. *International Journal of Sports Medicine* 1996;17(2):120-127.
12. McGillicuddy M. *Massage for sport performance*. Champaign: Human Kinetics; 2011.
13. Ylinen J, Cash M. *Sports massage*. NewYork: Random House; 2011.
14. Hwang BB, Park JH, Kim G. *Sports massage*. Seoul: Daegyungbooks; 2012.
15. Hemmings B, Smith M, Graydon J, Dyson R. Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *British Journal of Sports Medicine* 2000;34(2):109-114.
16. Cè E, Limonta E, Maggioni MA, Rampichini S, Veicsteinas A, et al. Stretching and deep and superficial massage do not influence blood lactate levels after heavy-intensity cycle exercise. *Journal of Sports Sciences* 2013;31(8):856-866.

17. Hinds T, McEwan I, Perkes J, Dawson E, Ball D, et al. Effects of massage on limb and skin blood flow after quadriceps exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004;36(8):1308-1313.
18. Kwon YC, Baek JH, Chea JH, Yoon MS, Park SK. The effect of sports massage on cardiopulmonary function and lactate concentration during recovery after maximal exercise. *Korean Journal of Physical Education* 2001;40(3):825-834.
19. Cho KH, Kim SS. The change of sports massage treatment time on the blood lactate and ammonia concentration in recovery period after maximal exercise. *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts* 2010;12(1):225-234.
20. Yun SJ, Pack SH, Kim HJ, Shin MH. Effect of sports massage treatment during recovery period after maximal exercise on cardiovascular functions and blood lactate. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology* 2009;11(3):53-60.
21. Pack SH, Yun SJ, Kim DS, Jung HR. The effect of sports-massage on cardiovascular function, blood sugar and body composition for obese middle-aged women. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology* 2009;7(4):47-56.
22. NASM CES. *Corrective exercise training*. Seoul: Hanmi Medical Books 2014.
23. Škarabot J, Beardsley C, Štirn I. Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy* 2015; 10(2):203.
24. Robertson M. *Self-myofascial release purpose, methods and techniques*. Indianapolis, IN: Robertson Training Systems; 2008.
25. Clark M, Lucett S. *NASM essentials of corrective exercise training*. Lippincott Williams & Wilkins 2010.
26. MacDonald GZ, Penney MD, Mullaley ME, Cuconato AL, Drake CD, et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2013;27(3):812-821.
27. Janot J, Malin B, Cook R, Hagenbucher J, Draeger A, et al. Effects of self myofascial release and static stretching on anaerobic power output. *Journal of Fitness Research* 2013;2(1):2.
28. Roylance DS, George JD, Hammer AM, Rencher N, Fellingham GW, et al. Evaluating acute changes in joint range-of-motion using self-myofascial release, postural alignment exercises, and static stretches. *International Journal of Exercise Science* 2013;6(4):6.
29. 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2015;29(8):2310-2315.
30. Sullivan KM, Silvey DB, Button DC, Behm DG. Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *International Journal of Sports Physical Therapy* 2013;8(3):228-236.
31. Halperin I, Aboodarda SJ, Button DC, Andersen LL, Behm DG. Roller massager improves range of motion of plantar flexor muscles without subsequent decreases in force parameters. *International Journal of Sports Physical Therapy* 2014;9(1):92-102.
32. Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto JE, Drinkwater EJ, Behm DG, et al. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training* 2015;50(1):5-13.
33. Grieve R, Goodwin F, Alfaki M, Bourton AJ, Jeffries C, et al. The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: a pilot randomised controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2015;19(3):544-552.
34. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy* 2015;10(6):827.
35. Bar-Or O. The wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine* 1983;4(6):381-394.
36. American College of Sports Medicine (ACSM). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual* (4th ed). Lippincott Williams & Wilkins 2013.
37. Linderoth, F. *Foam rolling compared to dynamic stretch and 20 meter sprint time performance* [dissertation]. Halmstad: Halmstad University 2015.
38. Su H, Chang NJ, Wu WL, Guo LY, Chu IH. Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation* 2016;1-24 [E-pub].
39. Lee SY, Yoo KT. The effects of sports massage on hamstring and quadriceps after maximal exercise test. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology* 2009;11(3):41-51.
40. Kim YY, Park SH, Kang HS, Oh YS. The effect of massage and taping therapy on improvement of iliocostalis lumborum and gastrocnemius

- conditions. *Exercise Science* 2011;20(2):131-138.
41. Peacock CA, Krein DD, Silver TA, Sanders GJ, von Carlowitz KPA. An acute bout of self-myofascial release in the form of foam rolling improves performance testing. *International Journal of Exercise Science* 2014;7(3):202.
42. Arroyo-Morales M, Fernández-Lao C, Ariza-García A, Toro-Velasco C, Winters M, et al. Psychophysiological effects of preperformance massage before isokinetic exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2011;25(2):481-488.
43. Cha SW, Shin SG, Lim IS. The effect of passive recovery, massage, cold & hot bath and aroma therapy on fatigue metabolic substrate after 10 km running. *Korean Academy Society of Exercise Nutrition* 2006; 10(1):37-42.
44. Lee SW, Lee MG. Effects of massage on delayed onset of muscle soreness occurred after isokinetic and concentric exercise. *The Journal of Korean Athletic Trainer Association* 2007;2:1-11.
45. Um JS. Effects of cryotherapy performed after isokinetic exercise on variables related to delayed onset of muscle soreness [thesis]. Seoul: Kyunghee University 2006.
46. Smith LL, Keating MN, Holbert D, Spratt DJ, McCammon MR, et al. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: a preliminary report. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1994;19(2):93-99.
47. Evans WJ, Cannon JG. The metabolic effects of exercise-induced muscle damage. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 1991;19(1):99-126.
48. Friden J. Muscle soreness after exercise: implications of morphological changes. *International Journal of Sports Medicine*, 1984;5(02):57-66.
49. Robertson A, Watt JM, Galloway SDR. Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. *British Journal of Sports Medicine* 2004;38(2):173-176.
50. Ogai R, Yamane M, Matsumoto T, Kosaka M. Effects of petrissage massage on fatigue and exercise performance following intensive cycle pedalling. *British Journal of Sports Medicine* 2008;42(10):834-838.
51. Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto JE, Drinkwater EJ, Behm DG, et al. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training* 2015;50(1):5-13.
52. Wiltshire EV, Poitras V, Pak M, Hong T, Rayner J, et al. Massage impairs postexercise muscle blood flow and "lactic acid" removal. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2010;42(6):1062-1071.