유도된 감정변화가 위팔두갈래근의 근활성도에 미치는 영향

양상원^{1,2}, 신유미^{1,3}, 김수진¹

¹전주대학교 물리치료학과, ²고도일병원 도수치료실, ³국립재활원 재활보조기술연구과

Effects of Induced Emotional Changes on Bicep Brachii Muscle Activity

Sangwon Yang^{1,2}, BPT, Yumi Shin^{1,3}, PT, MSc, Sujin Kim¹, PT, PhD

¹Department of Physical Therapy, Jeonju University, Jeonju, ²Department of Physical Therapy, Godoil Hospital, Seoul, ³Department of Rehabilitative Assistive Technology, National Rehabilitation Center, Seoul, Korea

Article Info

Received April 7, 2021

Revised April 21, 2021

Accepted April 22, 2021

Corresponding Author

Sujin Kim

E-mail: sujink@jj.ac.kr

<https://orcid.org/0000-0002-5222-4538>

Key Words

Arm muscles

Electromyogram

Emotions

Muscle strength

Background: Studies suggest that induced emotional changes can affect the sensory-motor system involved in the practice of muscle activity and movement in physical aspects. Previous studies have shown focused on effects just feedback on muscle activity associated with emotions but rarely have focused induced emotional change on gross motor function such as muscle activity.

Objects: The purpose of this study was to compare biceps activity and emotion that before and after viewing a video was induced positive or negative emotion.

Methods: The study enrolled 34 healthy male and female who scored at normal points on the Center for Epidemiological Studies-Depression Scale. The study measured over two weeks, showing subjects pleasant and sad videos one by one in a week. We performed to measure the biceps brachii activity which is maximal voluntary isometric contraction (MVIC) and the visual analog mood scale (VAMS) scores before and after one week. The significance level was set to $\alpha = 0.05$.

Results: There was no significant difference in muscle activity of the biceps brachii before and after each video was viewed ($p > 0.05$). However, the visual analogue mood scale showed an increase in VAMS after viewing each video ($p < 0.05$).

Conclusion: We figured out induced emotional changes are cause actual emotional changes but there are no differences in muscle activity. In this research, watching the video with a short time looks like insufficient to change muscle activity. Nevertheless, there might be different when we check various muscles with sufficient time for viewing the video. Further study is needed to measure a variety of muscles with more time for viewing the video.

INTRODUCTION

심리적 요인은 인간의 경험에서 중요한 부분을 차지한다[1]. 심리적 요인 중 하나인 감정은 사회적 영역에서 상호 간의 관계[2]를 유지하기 위해 필수적이며, 개인적 영역에서 신체적 변화를 가져올 수 있다[3,4]. 대표적인 예로, 사람이 감정에 따라 무의식적으로 웃거나 화내는 등의 표정을 짓거나[5], 부정적인 감정(두려움, 슬픔, 불안함)이 긍정적 감정(기쁨, 사랑, 즐거움)보다 신체 움직임을 예리하게 인지하고 반응하는 것이 있다[6]. 또한, 인간의 감정은 운동 능력 및 즉각적인 근력의 변화에 영향을 주어 직접적인 움직임 조절에 관여한다고 주장되고 있다[7].

감정을 연구하는 기존 연구는 대부분 인간의 감정을 인지 및 심리적 영역에 한정 지어 다루었다[8]. 예를 들어, 운동 장애가 있는 청소년 그룹에 있어 긍정적 감정요인이 인지적인 수행능력의 증진과의 관련성을 연구하거나[9], 우울증을 앓고 있는 청소년들의 긍정적 감정 요인이 우울한 증상을 경감하는 것에 효과가 있는지 연구하였다[10]. 또한, 긍정적 감정유도를 통한 행복한 감정이 슬픈 감정에 비해 자신감을 증가시키고, 자존감 확립에 밀접한 영향을 줄 수 있다는 연구도 진행되었다[11]. 최근 인간의 움직임에 있어 심리적 요인이 각광받으면서 행복, 즐거움과 관련된 긍정적 감정을 슬픔, 우울함과 관련된 부정적 감정과 비교하여 생체 역학적 요인 사이의 연관성을 확인하는 연구들이 이뤄지

고 있다[12,13].

인간의 감정이 신체에 영향을 끼친다는 인식이 생기면서, 긍정적인 피드백을 적용하여 신체 움직임을 향상시키는 연구들이 보고되고 있다[14]. 운동선수들의 훈련 시, 긍정적인 피드백을 제공하면 주의력 및 학습능력이 향상되며[15], 운동 수행력 및 근력 증진에 도움이 된다고 하였다[16]. 또한, 상지 근육의 근력 향상을 위해 긍정적인 피드백을 적용한 다양한 훈련들이 활발히 진행되고 있다[9,14,16-19]. 또 다른 연구에서는 훈련을 받는 사람의 감정 상태와 훈련 효과의 관계를 살펴보았는데, 감정의 상태에 따라 재활의 효과는 크게 달라질 수 있다고 보고하였다. Jones와 Riaz [20]의 연구에 따르면 뇌졸중 대상자들에게 격려나 칭찬(긍정적 피드백)을 이용하여 동기부여를 해주었을 때 그 훈련의 효과는 동기부여를 하지 않은 환자들에 비해 재활의 효과가 더 좋다고 하였고, Morris 등[21]은 우울감을 많이 느끼는 환자에 비해 우울증이 없는 환자가 뇌졸중 기능회복이 좀 더 잘된다는 연구결과를 제시하였다. 대상자의 감정 상태에 따라 훈련의 효과가 극대화되거나 미미해질 수 있다는 선행 연구들을 미루어 보아 긍정적인 감정을 유도하여 훈련하는 것은 훈련의 효과에 있어 중요하게 작용할 수 있다.

선행연구들에서 대상자의 긍정적인 감정은 치료사들이 구두로 긍정적 피드백을 주거나[22], 상상훈련(mental imagery)을 통한 긍정적 피드백을 주는 방법으로 유도되고 있다[17,19]. 이러한 치료사에 의한 감정 유도와 별개로 동영상과 같은 시청각 자료들로 대상자의 감정을 조절하고 그에 따른 신체적 변화를 측정하는 연구는 부족한 실정이다. 영상과 같은 멀티미디어의 노출이 많은 요즘, 멀티미디어가 사람의 감정에 미치는 부분이 많아지고 있고, 그에 따른 신체적 변화에 대한 연구가 필요하다. Sarikabak 등[23]의 연구에서는 긍정적과 부정적인 구두 피드백을 주어 위팔두갈래근의 근활성도를 측정하였으나, 동영상 대신 구두 피드백을 주었고, 실제로 감정의 변화를 측정하지는 않았다. 한편 Shahidi 등[22]의 연구에서는 높은 집중력을 요하는 과제를 수행할 때 받는 스트레스(부정적 감정)와 근활성도의 관계에 대한 연구를 진행하였는데, 동영상 시청을 통한 감정 유도가 아니었으며, 긍정적 감정과 부정적 감정 등의 다양한 감정을 비교하지 않아 다양한 감정들이 신체에 미치는 영향을 끼치는지 비교할 수 없었다.

따라서 본 연구에서는 영상 시청 후 기쁨과 슬픔이라는 반대의 성격을 띠는 유도된 감정이 대근육 운동기능 중 위팔두갈래근의 근활성도에 어떠한 영향을 끼치는지 알아보고자 한다. 본 연구의 가설은 긍정적 감정을 유도하는 영상을 볼 때 긍정적 감정을 유도하는 동영상과 부정적 감정을 유도하는 동영상 중 긍정적인 동영상을 본 후의 위팔두갈래근의 활성도가 증가할 것으로 가정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

본 연구는 전주대학교에 재학 중인 20대(22.12 ± 1.37) 성인 40명을 모집하였고 중도 탈락자는 6명으로 실험에 참여한 대상자는 총 34

명이었다. 연구 대상자들은 한국판 역학연구센터 우울척도를 통해 정상 구간의 점수(0-20점)에 해당하는 건강한 남녀로 구성되었으며, 대상자들에게 주로 쓰는 손이 어느 손인지 질문하여 우세 손이 오른손인 성인으로 하였다. 연구 대상자의 제외 조건은 우울증 약 복용자, 흡연자, 실독증, 조울증, 대인 기피증, 공황 장애, 알코올 중독, 청력장애, 시각장애, 최근 6개월 이내에 어깨 통증을 경험한 자는 연구대상에서 제외하였다[24]. 본 연구는 전주대학교 생명윤리위원회의 심사를 받았으며(jjIRB-180917-HR-2018-0908) 심의를 통과한 후에 연구를 진행하였다. 측정 전 모든 대상자에게 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 하였으며, 연구에 동의한 사람에 한하여 측정을 수행하였다. 연구 대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 평가도구

1) 시각적 아날로그 기분 척도(visual analogue mood scale, VAMS)

VAMS는 대상자의 영상 시청 전과 후의 감정변화를 측정하기 위해 사용되었고, 표준화를 위해 0-10점의 범위를 설정하였다[9]. 시각적 사상 척도는 대상자들의 감정 상태를 알아볼 수 있는 방법 중 하나이며, 10 cm 길이의 선에서 좌측 끝은 우울한 상태(0 cm)를 뜻하고 우측 끝은 기분이 좋은 상태(10 cm)를 의미한다. 대상자는 VAMS를 보고 현재 자신의 기분을 점수로 대답하였다. 행복한 감정과 슬픈 감정에 대한 VAMS의 검사-재검사 신뢰도는 각각 0.71과 0.83으로 보통과 좋은 신뢰도를 보이며[25], 신경학적 손상을 입은 환자들의 연구에서 좋은 타당도를 보였다[26].

2) 표면 근전도(electromyography, EMG)

표면 근전도(Trigno wireless surface EMG; Delsys Inc., Natick, MA, USA)를 사용하여 영상 시청 전 및 후의 위팔두갈래근의 근활성도를 측정하였다. 표면 전극은 무선으로 본체 기기와 정보를 교환하여 근전도 측정 결과를 검사 직후 확인하였다. 그다음 각 근육에서 수집한 EMG 신호를 디지털 신호로 변환하여 EMG 분석 소프트웨어 응용 프로그램인 Works Acquisition에서 처리하였다. 근전도 신호의 표본추출률(sampling rate)은 2,000 Hz, 주파수 대역폭은 10-450 Hz로 하였다. 수집된 근전도 신호는 root mean square 값으로 처리하여 근육의 근활성도를 측정하였다.

Table 1. General characteristics of the participants (N = 34)

Variables	Value
Height (cm)	167.77 ± 8.57
Weight (kg)	65.44 ± 14.37
Age (y)	22.12 ± 1.37
Depression scale (score)	8.68 ± 1.23
Sex (male/female)	13/21

Values are presented as number only or mean ± standard deviation.

3. 실험방법

1) 근활성도 측정

위팔두갈래근은 척수손상환자와 같이 팔의 기능 및 활동성 증진이 필요한 환자와 및 좋은 신체 모양을 갖추고 싶어하는 비장애인들이 근력 훈련을 많이 하는 근육 중 하나이므로, 본 연구에서는 위팔두갈래근을 선정하여 근활성도를 측정하였다. 위팔두갈래근의 견봉 내측에서 팔 오금 사이 선상에서 팔꿈치로부터 1/3 지점을 표시한 후, 해당 근육의 근섬유 방향과 평행한 방향으로 1개의 전극을 부착하였다[27]. 표면 전극을 부착하기 전, 피부 저항을 최소화하기 위해 부착 부위에 제모를 하고 알코올 솜으로 표면을 소독하였다. 배치 부위가 달라지지 않도록 견봉 내측에서 팔오금까지의 거리를 기록하고 전극 부착 부위 표시가 지워지지 않도록 대상자에게 안내하였다. 마커 부착 오류를 줄이기 위해 훈련된 2명의 측정자가 진행하였으며, 환자의 성별과 동일한 성별을 가진 측정자가 부착하였다(Figure 1A). 위팔두갈래근의 근활성도는 최대 수의적 등척성 수축(maximum voluntary isometric contraction, MVIC)을 측정하는 자세에서 측정하였다. MVIC 측정 자세는 힙판 위의 의자에 앉은 자세에서 팔꿈관절을 90도 굽힘, 아래팔을 완전히 뒤집 한 자세였다. 힙판에 걸어 둔 체인을 손목에 걸고 최대한으로 잡아당기게 하여 근활성도와 힘의 크기를 측정하였다(Figure 1B). 측정은 총 5초 동안 진행하였으며 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안을 평균 내어 근전도 신호량을 %MVIC로 하였다. 참고로 MVIC 측정 자세에서 영상 시청 전, 후의 위팔두갈래근의 근활성도 역시 측정되었기 때문에 근활성도량이 MVIC의 100%를 넘는 경우가 발생할 가능성이 있었다.

2) 감정변화 유도 영상

유튜브를 통해 조회 수가 가장 높고, 10분 내외의 영상으로 기준을 정하여 슬픈 감정을 유도할 수 있는 영상(부모님에 관한 영상, 반려견에 관한 영상), 기쁜 감정을 유도할 수 있는 영상(웃음을 유발할 수 있

는 동영상)을 각 5개씩 선정하였다. 영상 선택 방법은 Erber 등[28]의 선행 연구 기준을 참고하여 선택하였다. 대상자가 시청할 영상은 라틴 스퀘어(Latin square)를 통하여 기쁜 영상을 먼저 볼지 슬픈 영상을 먼저 볼 것인지 무작위로 결정하였다.

3) 실험 절차

대상자는 1주일의 기간을 두고 총 2번 방문하였고 그중 한 번은 슬픈 영상을 시청하고 나머지 한 번은 기쁜 영상을 보았다. 영상 시청 후의 즉각적인 감정 및 근활성도의 변화를 알아보기 위해, 각 영상 시청 전과 후의 감정변화 및 근활성도를 측정하였다. 또한 시청했던 영상의 효과가 다음 시청할 영상에 영향을 미칠 것을 막기 위해 1주일의 기간을 두었다. 측정 방법 및 조건은 동영상 종류를 제외한 모든 것들이 동일하였다. 대상자가 처음 방문하게 되면 실험 동의서에 서명 후, 대상자들의 현재 감정 상태를 VAMS를 이용하여 측정하였다. 그 후 우세측 상지에 위치한 위팔두갈래근의 MVIC를 3번 측정하고, 다시 동일한 자세로 근전도 신호량을 측정하였다(Figure 1). 보상 작용을 방지하기 위해 구두로 지속적인 피드백을 제공하였다. 일정한 측정을 위해 50초 동안 5초 당긴 후 10초 휴식을 3번 반복 측정하였다. 측정이 끝나고 3분의 휴식시간 후에 무작위로 정해진 영상을 시청한 후 다시 VAMS와 EMG를 측정하였다. 1주일의 지난 후 두 번째 방문 시 대상자는 남아있던 영상을 시청하였으며, 첫날과 동일하게 시청 전후로 VAMS 및 EMG를 측정한 후 실험을 종료하였다.

4. 분석방법

실험 후 수집된 자료의 분석을 위해 통계 처리 프로그램인 R studio 1.2.5001 (R Studio Inc., Boston, MA, USA)을 사용하여 통계 처리하였다. 대상자들의 위팔두갈래근의 영상 시청 전후의 근활성도 및 VAMS 점수의 정규성을 알아보기 위해 콜모고로프-스미르노브 정규성 검정(Kolmogorov-Smirnov test)을 하였다. VAMS 점수는 측정 시

Figure 1. (A) Electromyography application on the biceps brachii. (B) Measurement of muscle activity.

점(영상 시청 전과 후)과 영상의 종류(행복한 영상과 슬픈 영상)를 요소(factor)로 지정하여 혼합 모형 선형 회귀 분석(mixed-effect linear regression analysis)을 시행하였고, 각각의 대상자들은 랜덤 변수(random effect)로 지정하였다. 근활성도는 슬픈 영상을 보기 전의 근활성도가 기쁜 영상을 보기 전 근활성도보다 높아, 영상 보기 전 근활성도를 공변량으로 지정한 공변량 분석(ANCOVA)을 시행하였다. 영상의 종류를 요소로 지정하여 영상 시청 후의 근활성도가 영상의 종류에 따라 다른지 알아보았다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 설정하였다.

RESULTS

시각 아날로그 척도에서 기쁜 영상 시청 후 VAMS의 값이 영상 시청 전 값보다 증가하여 긍정적인 감정변화를 보였고($p = 0.006$), 슬픈 영상 시청 후는 VAMS의 값의 감소를 보여 우울한 감정의 변화를 보였다($p < 0.0001$) (Table 2). 영상 시청 전의 VAMS 값은 영상의 종류와 상관없이 동일하였으나($p = 0.458$), 영상 시청 후 VAMS는 기쁜 영상을 보고 난 후 통계적으로 유의하게 더 높았다($p < 0.0001$). 위팔두갈래근의 근활성도 변화는 영상 시청 전 근활성도를 공변량으로 조정했을 때, 영상의 종류에 따른 근활성도 변화가 없었다($p > 0.05$) (Table 3, Figure 2).

Table 2. Changes in muscle activity of biceps brachii before and after viewing video (%MVIC) (N=34)

Video	Pre	Post	Change	p
Happiness video	0.95 ± 0.34	0.92 ± 0.37	0.03 ± 0.04	0.435
Sadness video	1.04 ± 0.53	1.02 ± 0.52	0.02 ± 0.01	0.089

Values are presented as mean ± standard deviation. %MVIC, % maximum voluntary isometric contraction.

DISCUSSION

본 연구는 우울증이 없는 신체 건강한 20대 34명을 대상으로 감정의 변화가 근활성도에 미치는 영향을 알아보았다. 한국판 역학연구센터 우울척도를 사용하여 우울증이 없는 정상인을 분류하였고, 1주일 간격으로 기쁜 영상과 슬픈 영상을 보여주어 영상을 보기 전과 후의 시각적 아날로그 기본 척도를 사용하여 감정의 변화와 위팔두갈래근의 근활성도를 측정하였다. 본 연구에서는 긍정적인 피드백과 부정적인 피드백이 운동 신경을 억제하고 최대 근육 수축에 영향을 미친다는 논거들을 기반으로, 많은 근섬유들을 포함한 대근육인 위팔두갈래근의 근활성도를 측정하였다[28-31]. 영상 시청은 시각적 아날로그 기본 척도로 측정된 감정변화를 이끌어 냈으나($p < 0.05$), 위팔두갈래근의 근활성도에서는 유의미한 영향을 미치지 않았다($p > 0.05$).

영상을 보기 전과 후의 위팔두갈래근의 근활성도의 유의한 변화는 영상의 종류와 상관없이 관찰되지 않았다. 이는 영상 시청으로 인한 감정의 변화가 근활성도의 측정시까지 유지되지 않았을 것으로 생각된다. Lee 등[32]에 의하면 대학생 54명을 대상으로 부정적 영상과 사진을 보여주었을 때, 눈썹주름근과 눈둘레근의 근활성도 변화가 영상 및 사진을 시청하는 동안에만 민감하게 반응하였고, 그 효과는 시간이 지남에 따라 감소할 수 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 영상을 보는

Table 3. Comparison of VAMS before and after viewing video (N = 34)

Variable	Video	Pre	Post	p
VAMS	Happiness video	5.6 ± 2.31	5.84 ± 1.8	0.007
	Sadness video	6.48 ± 2.14	3.76 ± 1.74	< 0.001*

Values are presented as mean ± standard deviation. VAMS, Visual Analogue Mood Scale. *Significant at $p < 0.05$.

Figure 2. VAMS and EMG data for the biceps brachii muscle. (A) VAMS scores changed significantly after watching both the happy and sad videos, but VAMS score changed more after watching sad video than after watching happy video. (B) EMG values were presented by %MVIC and they were not different before and after watching happy or sad videos. However, the initial EMG values were lower when the subjects watched happy videos. The mean and standard error were shown. The significance level was represented by * $p < 0.05$. VAMS, visual analog mood scale; %MVIC, % maximum voluntary isometric contraction; NS, no significant effect between before and after watching the video; EMG, electromyography.

동안의 근활성도를 측정하지 않아 눈에 띄는 근활성도의 변화를 영상 시청 후 측정 시 관찰하지 못했을 가능성이 있다. 또한 Shahidi 등[22]은 사무직 근로자를 대상으로 심리적 스트레스를 야기하는 컴퓨터 작업 간에 목 근육의 활동과 자세를 측정하였을 때, 상부 등세모근의 근활성도만 선택적으로 증가함을 확인하였다. 이는 컴퓨터 마우스를 이용하는 움직임 자체가 상부 등세모근을 사용하기 때문에 심리적 요인이 상부 등세모근의 근육의 활성도에 미치는 영향이 더욱 크게 관찰된 것이라 하였다. 반면 본 연구에서 대상자들은 영상을 시청으로 감정변화를 겪을 때 특정한 근육의 활동 없이 앉아있었기 때문에 근활성도의 유의한 변화를 감지하지 못하였을 것으로 생각된다[12]. 마지막으로 영상 시청으로 인한 감정의 변화가 위팔두갈래근과 같은 대동작 근육의 근활성도의 변화를 충분히 이끌어 낼 수 있을 만큼의 큰 변화는 아니었을 가능성도 있다.

그러나 시각적 아날로그 척도에서는 영상을 보기 전과 후에서 유의한 변화를 관찰할 수 있었다. 이 결과는 본 연구에서 시청한 영상이 근활성도의 차이는 일으키지 못했지만 대상자들의 감정의 변화를 일으키기에 충분했던 것으로 간주된다. Vlaeyen 등[33]은 만성 요통을 가지고 있는 대상자에게 두려움을 느끼는 영상 시청 후 앞정강근과 흉요추 부기립근의 근활성도를 측정하였을 때, 영상을 볼 때 두려움이라는 주관적인 감정의 변화를 확인하였으며 유의한 근활성도의 변화는 없었지만 해당 근육의 활성도는 줄어들었다고 보고하였다. 본 연구 또한 감정변화를 유도할 수 있는 영상을 시청 후, 주관적인 감정변화를 확인하였으나, 근활성도에서는 유의한 차이가 나지는 않음을 확인할 수 있었다. 인간의 주관적인 감정변화는 상대적으로 길게 지속되나 근육의 활성도와 같은 생리적 부분은 영상을 시청하거나 음악을 듣는 도중에 발생하며 금방 사라지기 때문에 이런 차이가 발생하는 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 첫 번째로는 감정변화를 유도하는 영상을 시청함과 동시에 근활성도의 변화를 측정하지 않았다는 것이다. 따라서 향후 연구에서는 영상을 모두 시청한 후에 근활성도를 측정하였지만 향후 연구에서는 시청각 자료를 볼 때 실시간으로 측정을 하여 감정변화에 따른 즉각적인 근활성도의 반응을 살펴볼 필요가 있다. 두 번째로는 장기적으로 시청각자료를 통한 감정의 변화가 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 알 수 없다. 요즘 시대에는 장시간 동안 SNS나 대형 동영상 플랫폼에 노출되는 빈도가 높고 시간도 높기 때문에 장기적으로 보았을 때에 감정의 변화를 유도할 수 있는 영상들이 근활성도에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구가 필요한 것으로 보인다. 마지막으로 20대의 건강한 젊은 사람들에게 시행한 연구이기 때문에 다양한 연령이나 우울감이 심한 사람들에게 같은 결과를 적용할 수 없다는 것이다. 또한 위팔두갈래근을 포함한 주변의 다른 근육들의 근활성도를 측정해보아 좀 더 심층적으로 유도된 감정의 변화가 대근육 운동 기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아볼 수 있도록 해야 한다.

CONCLUSIONS

본 연구는 우울증이 없는 신체 건강한 성인 남녀 20대 34명을 대상으로 의도적으로 유도된 감정의 변화가 위팔두갈래근의 근활성도에 미치는 영향을 알아보았다. 본 연구는 감정변화에 따라 근활성도의 변화를 실시간으로 관찰하지 않아 기쁜 영상이나 슬픈 영상 시청 전후 근활성도 변화를 관찰하지 못하였다. 하지만 기쁜 영상을 보았을 때 대상자들의 감정이 슬픈 영상을 보았을 때보다 기쁘게 변화한 것을 확인하였다. 따라서 대상자의 감정을 기쁜 상태로 유지하고 효율적인 훈련을 하기 위해서는 슬플 때보다 기쁠 때 훈련을 하는 것을 추천한다. 또한 훈련 시 근활성도 증진을 위해 감정변화를 유도할 수 있는 시청각 자료들을 이용하여 효과적인 훈련 프로그램을 구성하도록 제안하는 바이다.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: SY, SK. Data curation: SY. Formal analysis: SY, YS, SK. Investigation: SY. Methodology: SY, SK. Project administration: SY, SK. Resources: SY. Supervision: SY. Validation: SY, YS, SK. Visualization: SY, YS, SK. Writing - original draft: SY, YS. Writing - review & editing: SY, YS.

ORCID

Sangwon Yang, <https://orcid.org/0000-0002-8913-7817>

Yumi Shin, <https://orcid.org/0000-0001-7902-5662>

REFERENCES

1. Tamminen KA, Crocker PRE. "I control my own emotions for the sake of the team": emotional self-regulation and interpersonal emotion regulation among female high-performance curlers. *Psychol Sport Exerc* 2013;14(5):737-47.
2. Hatfield BD, Landers DM. Psychophysiology - a new direction for sport psychology. *J Sport Exerc Psychol* 1983;5(3):243-59.
3. Rathsclag M, Memmert D. The influence of self-generated emotions on physical performance: an investigation of happiness, anger, anxiety, and sadness. *J Sport Exerc Psychol* 2013;35(2):197-210.

4. **Oxendine JB.** Emotional arousal and motor performance. *Quest* 1970;13(1):23-32.
5. **Gehricke J, Shapiro D.** Reduced facial expression and social context in major depression: discrepancies between facial muscle activity and self-reported emotion. *Psychiatry Res* 2000;95(2):157-67.
6. **Samain-Aupic L, Ackerley R, Aimonetti JM, Ribot-Ciscar E.** Emotions can alter kinesthetic acuity. *Neurosci Lett* 2019;694:99-103.
7. **Coombes SA, Cauraugh JH, Janelle CM.** Emotion and movement: activation of defensive circuitry alters the magnitude of a sustained muscle contraction. *Neurosci Lett* 2006;396(3):192-6.
8. **Tugade MM, Fredrickson BL.** Resilient individuals use positive emotions to bounce back from negative emotional experiences. *J Pers Soc Psychol* 2004;86(2):320-33.
9. **Falkenberg I, Kohn N, Schoepker R, Habel U.** Mood induction in depressive patients: a comparative multidimensional approach. *PLoS One* 2012;7(1):e30016.
10. **Ackerley R, Aimonetti JM, Ribot-Ciscar E.** Emotions alter muscle proprioceptive coding of movements in humans. *Sci Rep* 2017;7(1):8465.
11. **van Tuijl LA, Verwoerd JRL, de Jong PJ.** Influence of sad mood induction on implicit self-esteem and its relationship with symptoms of depression and anxiety. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 2018;60:104-10.
12. **Jeannerod M, Decety J.** Mental motor imagery: a window into the representational stages of action. *Curr Opin Neurobiol* 1995;5(6):727-32.
13. **Briñol P, Petty RE, Barden J.** Happiness versus sadness as a determinant of thought confidence in persuasion: a self-validation analysis. *J Pers Soc Psychol* 2007;93(5):711-27.
14. **García Carrasco D, Aboitiz Cantalapiedra J.** Effectiveness of motor imagery or mental practice in functional recovery after stroke: a systematic review. *Neurologia* 2016;31(1):43-52.
15. **Ranganathan VK, Siemionow V, Liu JZ, Sahgal V, Yue GH.** From mental power to muscle power--gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia* 2004;42(7):944-56.
16. **Slimani M, Tod D, Chaabene H, Miarka B, Chamari K.** Effects of mental imagery on muscular strength in healthy and patient participants: a systematic review. *J Sports Sci Med* 2016;15(3):434-50.
17. **Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR.** Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(4):556-69.
18. **Turgut E, Pedersen Ø, Duzgun I, Baltaci G.** Three-dimensional scapular kinematics during open and closed kinetic chain movements in asymptomatic and symptomatic subjects. *J Biomech* 2016;49(13):2770-7.
19. **Guillot A, Collet C.** Construction of the motor imagery integrative model in sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2008;1(1):31-44.
20. **Jones F, Riazi A.** Self-efficacy and self-management after stroke: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2011;33(10):797-810.
21. **Morris PL, Raphael B, Robinson RG.** Clinical depression is associated with impaired recovery from stroke. *Med J Aust* 1992;157(4):239-42.
22. **Shahidi B, Haight A, Maluf K.** Differential effects of mental concentration and acute psychosocial stress on cervical muscle activity and posture. *J Electromyogr Kinesiol* 2013;23(5):1082-9.
23. **Sarıkabak M, Yaman Ç, Tok S, Binboga E.** The effects of positive and negative feedback on maximal voluntary contraction level of the biceps brachii muscle: moderating roles of gender and conscientiousness. *Percept Mot Skills* 2017;124(1):118-30.
24. **Seidel EM, Silani G, Metzler H, Thaler H, Lamm C, Gur RC, et al.** The impact of social exclusion vs. inclusion on subjective and hormonal reactions in females and males. *Psychoneuroendocrinology* 2013;38(12):2925-32.
25. **Arruda JE, Stern RA, Somerville JA.** Measurement of mood states in stroke patients: validation of the visual analog mood scales. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(6):676-80.
26. **Stern RA, Arruda JE, Hooper CR, Wolfner GD, Morey CE.** Visual analogue mood scales to measure internal mood state in neurologically impaired patients: description and initial validity evidence. *Aphasiology* 1997;11(1):59-71.
27. **Ahamed NU, Sundaraj K, Ahmad B, Rahman M, Ali MA, Islam MA.** Surface electromyographic analysis of the biceps brachii muscle of cricket bowlers during bowling. *Australas Phys Eng Sci Med* 2014;37(1):83-95.
28. **Erber R, Wegner DM, Theriault N.** On being cool and collected: mood regulation in anticipation of social interaction. *J Pers Soc Psychol* 1996;70(4):757-66.
29. **Peacock B, Westers T, Walsh S, Nicholson K.** Feedback and

- maximum voluntary contraction. *Ergonomics* 1981;24(3): 223-8.
30. Gandevia SC, Allen GM, Butler JE, Taylor JL. Supraspinal factors in human muscle fatigue: evidence for suboptimal output from the motor cortex. *J Physiol* 1996;490(Pt 2):529-36.
31. Gandevia SC, McKenzie DK. Activation of human muscles at short muscle lengths during maximal static efforts. *J Physiol* 1988;407(1):599-613.
32. Lee H, Shackman AJ, Jackson DC, Davidson RJ. Test-retest reliability of voluntary emotion regulation. *Psychophysiology* 2009;46(4):874-9.
33. Vlaeyen JWS, Seelen HAM, Peters M, de Jong P, Aretz E, Beisiegel E, et al. Fear of movement/(re)injury and muscular reactivity in chronic low back pain patients: an experimental investigation. *Pain* 1999;82(3):297-304.