근막통증증후군 환자에게 통증점 체외충격파 치료가 경추의 가동 범위, 통증, 근육의 기계적 특성에 미치는 영향

정구영, 윤태림, 이준희

청주대학교 보건의료대학원 물리치료학과

Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy in Pain Point on Range of Motion, Pain and Mechanical Muscle Properties in Myofascial Pain Syndrome

Koo-Young Jung, PT, MA, Tae-Lim Yoon, PT, PhD, Jun-Hee Lee, PT, PhD

Department of Physical Therapy, College of Health & Medical Science, Cheongju University, Cheongju, Korea

Article Info

Received September 7, 2020

Revised January 6, 2021

Accepted January 7, 2021

Corresponding Author

Tae-Lim Yoon

E-mail: free0829@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1718-2205>

This article is part of a thesis for a Master's degree by Koo-Young Jung.

Key Words

Extracorporeal shock wave therapy

Myofascial pain syndrome

Trigger point

Background: To evaluate whether extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the pain point is a more effective treatment than the trigger point for myofascial pain syndrome (MPS) of the upper trapezius.

Objects: The purpose of this study was to compare the most effective areas when applying extracorporeal shock wave therapy.

Methods: A total of 30 patients with MPS were randomly assigned to the trigger point in the ESWT (n = 15) and pain point ESWT (n = 15) groups. Interventions in both groups were performed in one session, i.e., 2,000 shocks with 1.5 bar intensity. Pain and function were assessed using the visual analog scale (VAS) and cervical range of motion (ROM) and based on mechanical muscle properties. Statistical analysis was performed using the repeated measures two-way analysis of variance to determine the significance probability between pre- and post-test.

Results: Changes in mechanical muscle properties were not statistically significant between the two groups. However, VAS and cervical ROM showed statistically significant differences at pre- and post-intervention, regardless of the group (p < 0.05).

Conclusion: Although no significant difference was observed in the intervention effect, applying an extracorporeal shock wave to the pain point rather than the pain trigger point should be considered in order to save time in effectively and accurately identifying the pain trigger point and site.

INTRODUCTION

근막통증증후군이란 일정한 동작을 반복적으로 수행하거나 사용할 때 경미한 손상이 근막에 반복되어 나타나는 통증이라고 정의한다[1]. 근막통증증후군은 통증유발점이라는 자극에 과민부위가 생기게 되고 유발점을 압박 시 압박한 부위와 떨어진 특정 부위에 연관통이 발생하게 되고, 침범된 근육에서 운동능력의 제한과 침자극에서 연축 반응이 나타나는 특성을 보인다[2]. 근막통증증후군은 살면서 누구나 한 번쯤은 경험할 수 있는 흔한 근육에 대한 통증 질환이고, 만약 통증이 없

라도 성인 여성의 54%, 남성의 45%에서 잠재적인 통증유발점들이 존재하며[3], 근골격계적인 통증과 문제를 유발시키는 가장 흔한 원인 중 하나이다[4]. 근막통증증후군의 치료방법 중 통증유발점의 동통, 근경축, 자율신경계의 문제를 해결하는 국소 마취제 주사가 가장 많이 사용되고 있다. 그 밖에도, 한랭, 열 찜질, 신장요법, 통증유발점 압통의 이완요법, 전기자극치료, 초음파 치료 등 보존적인 치료방법들도 많이 시행된다[5]. 그러나 앞서 말한 치료법들은 근막통증증후군이 경증인 경우에는 완치되어 해결되는 경우가 많지만, 중증의 경우에는 보존적인 치료가 아닌 통증유발점을 비활성화 시킴으로써 통증을 제거하고, 근

육의 기능을 정상적으로 회복시킬 필요가 있다[6,7].

최근 들어 근막통증증후군 환자뿐만 아니라 여러 근골격계 질환 환자에게 체외충격파를 이용한 치료가 증가하고 있다. 체외충격파는 파형의 유형에 따라 방사형과 집중형으로 나눌 수 있는데, 방사형은 집중형보다 파형이 퍼져 나가기 때문에 에너지를 조직 한 곳에 집중시키는 어려우나 에너지를 전반적으로 전달함으로써 근육질환에 보다 더 많이 사용되고 있다[8]. 체외 충격파는 아직 정확한 치료기전이 밝혀지지 않는 않지만, 근골격계 질환에 체외충격파 치료는 소염유성 결합조직인 간질조직에 미세한 반응을 일으켜 치유를 촉진하는 것이라고 간주되고 있다[9]. 그리고 체외충격파는 병변이 있는 부위를 정확히 노출시켜 병변 부위에 손상조직을 파괴하고 신생혈관 형성과 성장인자를 증가 시킴으로써 손상부위를 회복시킨다고 알려져 있다[10]. 목 통증을 가진 근막통증증후군 환자에게 체외충격파 치료가 근막동통자극주사 및 경피적 신경 전기자극치료 만큼이나 통증을 완화시키고 경추의 운동범위 개선에 효과적이다[11]. 또한, 상부 등세모근의 통증을 호소하는 근막통증증후군 환자에게도 체외충격파의 적용이 통증을 감소시키는 데 효과적이다[12].

근막통증증후군 환자에게 체외충격파를 사용하여 통증이나 기능이 호전되는 선행연구는 많았지만, 어떤 연구에서는 근육의 통증유발점에 체외충격파를 적용하는 것이 효과적이라고 주장하였고[13], 어떤 연구에서는 실제로 통증을 호소하는 부위에 적용하는 것이 효과적이라고 하였다[14]. 본 연구자는 체외충격파를 어느 부위에 적용하는 것이 짧은 시간 안에 보다 더욱 효과를 보이는데 대한 의문이 들었고 본 연구를 설정하였다.

본 연구의 목적은 통증유발점과 실제 통증을 호소하는 통증점 부위에 방사형 체외충격파를 각각 적용하여 경추의 가동범위, 통증, 근육의 기계적 특성에 대해 어떤 부위에 적용하는 것이 더 좋은 효과를 나타내는지 알아보는 것이다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상

G-power 분석 소프트웨어는 G*power 소프트웨어 ver. 3.1.2 (University of Kiel, Kiel, Germany)를 사용했다. 6명을 대상으로 한 파일럿 연구에서 획득한 데이터를 기반으로 0.80 검정력, 0.05 α 수준 및 1.48 효과 크기로 계산하였고 이에 따라 요구되는 샘플사이즈는 6명이었다. 이 연구의 대상은 청주소재 올바른재활의학과에 내원한 목 어깨 통증을 호소하는 환자 중 재활의학과 전문의로부터 근막통증증후군 진단을 받은 성인이었다. 제외 기준으로는 신경학적 증상이 있는 자, 어깨와 목 부위에 수술을 받은 자, 과거 또는 현재에 내장기관의 질환을 갖고 있는 자[15], 근막 통증유발점과 통증을 호소하고 있는 부위가 같은 경우이다. 모집된 30명의 대상자를 15명의 근막 통증유발점에 방사형 체외충격파를 시행한 실험군과 15명의 실제 통증을 호소하고 있는 부위에 체외충격파를 시행한 대조군을 무작위로 나누었다

Table 1. The general characteristic of subjects

Characteristics	Trigger point group (n = 15)	Pain point group (n = 15)	p-value
Age (y)	36.00 $\pm$ 10.55	34.33 $\pm$ 8.96	0.231
Height (cm)	163.86 $\pm$ 9.67	165.73 $\pm$ 5.33	0.518
Weight (kg)	64.00 $\pm$ 12.29	60.60 $\pm$ 9.40	0.402
BMI (kg/m ²)	23.13 $\pm$ 2.97	21.53 $\pm$ 2.61	0.129

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation. BMI, body mass index.

(Table 1). 모든 참가자는 연구에 대한 구두 및 서면 정보를 제공하고 동의서에 서명했다. 이 연구는 청주대학교 연구 윤리위원회의 승인을 받았다(IRB number: 1041107-1202006-HR-026-01).

2. 연구도구

1) 근육의 기계적 특성 측정

근육의 기계적 특성을 평가하기 위해 MyotonPRO (MyotonAS; Estonia and Myoton Ltd., London, UK)를 사용하여 상부 승모근의 근육 톤, 강성 및 탄성을 측정했다. MyotonPRO 장치를 근육의 수직으로 피부에 두었다. 본 연구에서, 발진 주파수[Hz]는 자발적 수축 없이 전기 수동 또는 휴식 상태에서 근육의 톤(즉, 고유한 장력)을 나타낸다 (전자 현미경 기본 수준). 수축 상태의 진동 주파수는 근육의 긴장을 나타낸다. 강성[N / m]은 수축 또는 초기 형태를 변형시키는 외력에 대한 내성을 특징으로 하는 근육의 생체 역학적 특성이다. 이 장치는 피하 조직을 사전 압축하기 위해 일정한 예압(0.18 N)으로 적용되며, 0.4 뉴턴의 임펄스가 자동으로 증가하여 15 밀리 초 간격으로 0.58 N의 임펄스를 즉시 피부에 적용한다. 그런 다음 MyotonPRO에 의해 유도 된 피부 표면 진동을 측정하여 생체 역학 지표를 식별한다. 모든 대상자들은 안정시와 최대 수축시에 근긴장도를 각각 측정하였다. 측정은 근육의 통증유발점과 통증점 중앙을 촉진점으로 하여 측정하였으며, 평균값은 각각 5번씩 측정하여 구하였고, 측정 시 실험에 영향을 주는 주변 소음과 같은 환경적 요인을 배제하고, 최대 등척성 수축을 위하여 움직임이 발생하지 않게 실행하였다. 측정의 신뢰도를 높이기 위해 촉진 기준점을 표시 및 근육의 기계적 특성 측정 모두 동일한 측정자로 실행하였다 [16].

2) 경추의 가동 범위

경추 가동범위는 대상자가 의자에 앉아 편안한 자세에서 굽힘, 펴, 회전을 할 때 나타나는 능동관절가동범위를 측정하여 비교하였고, 아이폰 10S (A2097; Apple Inc., Cupertino, CA, USA)의 Clinometer 프로그램(Peter Breitling, Version 3.3, <http://www.plaincode.com/products>)을 사용하여 평가하였다. 이 애플리케이션은 3개의 내장 가속도계(LIS302DL 가속도계)를 사용하여 설계된 응용프로그램으로 내부 3축 선형 가속도계를 사용하여 중력의 편차를 측정한다[17].

3) 시각적 사상척도

이 척도의 점수는 0에서 10까지이다. 0은 통증이 없음을, 10은 극심한 통증을 나타낸다[18]. 시각통증척도의 신뢰도는 크론바하 알파 = 0.62로 보고되었다.

4) 연구과정

대상자에게 측정에 대한 전반적인 설명을 한 후 근육의 기계적 특성, 경추의 가동 범위, 시각적 사상척도를 사전 측정하였다. 이후 체외충격파 중재를 위해 Masterplus MP200 (Storz Medical AG, Tagerwil, Switzerland)을 사용하여 2.0 bar의 강도로 실버 단자를 이용해 앞서 언급한 통증 유발점과 통증점의 측지 기준점에 2,000타수를 각각 시행하였다(Figure 1). 실험군에는 상부 등세모근의 통증유발점에 체외충격파를 적용하는데 통증유발점은 일반적으로 유발점을 압박 시 통증의 발현과 그 지점으로부터 떨어진 특정 부위에 연관통이 발생하는데 이 부위를 치료사가 촉진으로 찾은 후 체외충격파를 적용한다. 대조군에는 통증유발점이 아닌 부위에 실제로 통증을 호소하고 있는 부위에 체외충격파를 시행하였고, 앞서 언급한 바와 같이 통증을 호소하고 있는 부위가 통증유발점 부위와 같은 경우에는 제외하였다. 체외충격파 중재 이후에 사전측정과 같은 방법을 반복하였으며 모든 측정은 3

Figure 1. Application extracorporeal shock wave therapy. (A) Trigger point. (B) Pain point.

회 반복하여 평균값을 구하고 통계분석을 시행하였다(Figure 2).

5) 통계분석

SPSS 22.0 통계 프로그램(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하여 데이터를 분석 하였다. 정규성 검정을 위해 데이터가 정규 분포인지 확인하는 Kolmogorov-Smirnov를 수행했다. 중재 전 및 사후 데이터, 통증유발점에 대한 체외충격파의 사전 중재 및 통증 호소부위에 대한 사전 중재는 반복측정 분산분석 검정을 사용하여 조사되었다. 모든 데이터에서 상호작용은 없었다. 유의 수준은 모든 분석에서 0.05로 설정하였다.

Figure 2. Study flow diagram. VAS, visual analog scale; ROM, range of motion.

Table 2. Changes in cervical spine range of motion, pain and muscle mechanical properties

Results	Trigger point group (n = 15)		Pain point group (n = 15)	
	Before	After	Before	After
MyotonPRO				
Muscle tone	17.34 ± 1.72	17.30 ± 1.29	17.50 ± 1.51	17.04 ± 1.92
Stiffness	1.00 ± 0.11	1.02 ± 0.10	1.50 ± 0.19	1.02 ± 0.13
Elasticity	311.06 ± 53.33	312.06 ± 41.89	327.33 ± 47.42	309.13 ± 53.12
VAS	3.80 ± 0.77	1.80 ± 1.56	3.30 ± 1.23	1.60 ± 1.59
Range of motion				
Flexion	52.06 ± 12.79	54.73 ± 12.68	49.80 ± 12.53	52.20 ± 11.49
Extension	67.13 ± 5.68	69.13 ± 4.82	68.01 ± 6.11	69.06 ± 6.09
Right rotation	68.93 ± 7.37	74.86 ± 6.51	67.60 ± 7.80	72.40 ± 7.34
Left rotation	69.06 ± 7.47	74.20 ± 7.70	69.86 ± 9.67	75.26 ± 7.12

Values are presented as mean ± standard deviation. VAS, visual analog scale.

RESULTS

통증유발점과 실제 통증을 호소하는 통증점 부위에 방사형 체외충격파를 각각 적용하여 경추의 가동범위, 통증, 근육 기계적 특성의 변화를 Table 2에 표기하였다.

1. 근육 기계적 특성의 변화

통증유발점과 통증 호소부위에 방사형 체외충격파를 적용한 근막통증후군 환자에 대한 근육 역학적 특성의 변화를 근육 톤, 강성, 탄성을 통해 알아보았으며, 반복측정 분산분석 결과 시간, 그룹간 교호작용은 모두 없는 것으로 나타났다. 모든 항목에서 중재 전후와 그룹간 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

2. Visual analog scale (VAS)의 변화

통증유발점과 통증 호소부위에 방사형 체외충격파를 적용한 근막통증후군 환자에 대한 전, 후 통증척도의 변화를 측정하였고, 반복측정 분산분석 결과 시간, 그룹간 교호작용은 모두 없는 것으로 나타났다. 중재군과 대조군 모두 그룹에 관계없이 중재 전후에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 그러나 시간에 관계없이 중재군과 대조군 그룹간에는 유의한 차이가 없었다($p = 0.382$).

3. Range of motion (ROM)의 변화

통증유발점과 통증 호소부위에 방사형 체외충격파를 적용한 근막통증후군 환자에 대한 관절가동범위에 대한 변화는 굽힘, 펴, 오른쪽 회전, 왼쪽 회전을 측정하였고, 반복측정분산분석 결과 모든 관절가동범위에 대한 시간, 그룹간 교호작용은 없었다.

굽힘, 펴 및 오른쪽과 왼쪽 회전에 대한 관절가동범위는 중재군과 대조군 모두 그룹에 관계없이 중재 전후에는 모든 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 그러나 시간에 관계없이 중재군과 대조군 그룹간에는 유의한 차이가 없었다(굽힘[$p = 0.597$], 펴[$p = 0.847$], 오른쪽 회전[$p = 0.714$], 왼쪽 회전[$p = 0.508$]).

DISCUSSION

우리의 연구 목적은 근막통증후군 대상자에게 통증유발점과 통증점에 방사형 체외충격파를 각각의 그룹에서 적용 시 근육의 기계적 특성, 통증, 경추의 가동범위에 대해 어떤 효과를 나타내는지를 알아보는 것이다. 30명을 대상으로 각각 통증유발점 그룹($n = 15$), 통증호소부위 그룹($n = 15$)으로 나누어 치료하였으며 MyotonPRO, VAS, 경추 관절가동범위를 평가하여 즉각적인 효과를 비교하였다. 체외충격파를 통증유발점(실험군)과 통증점(대조군)에 각각 2.0 bar의 강도로 실험 단자를 이용해 2,000타수를 각각 적용시 경추의 가동범위, 통증, 근육의 기계적 특성의 변화를 측정하였다. 그 결과 근육의 기계적 특성에는 중재 전후와 그룹간 유의한 차이가 없었다. 또한, VAS와 관절가동범위에

서는 그룹에 관계없이 중재 전후에서만 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 그룹간에는 유의한 차이가 없었다.

비록 우리의 연구에서는 근육의 기계적 특성은 모든 항목에서 중재 전후와 그룹간 유의한 차이가 없었지만, 다른 여러 선행연구에서는 체외충격파가 근육의 기계적인 특성에 유의미한 효과를 보인다고 보고하였다. 한 선행연구에서는 만성 뇌졸중 환자에게 1주일에 2회, 8주 동안 체외충격파를 적용하는 것이 근육 톤의 감소를 향상시키는데 효과적임을 보여줬다[19]. 그리고, 어깨 통증을 겪는 환자의 통증유발점에 근막이완치료를 2주간 10분씩 적용한 후 MyotonPRO로 측정하였을 때 강성의 감소와 탄성의 증가가 통계학적으로 유의하게 나타나기도 하였다[20]. 한 선행연구자는 근막통증후군 환자에서 통증을 제거도 중요하지만, 통증으로 인해 근긴장도가 증가하고 그로 인한 유발될 수 있는 장애를 유의해야 한다고 주장하였다[19]. 본 연구에서는 중재군과 대조군 모두 MyotonPRO로 측정한 모든 항목에 대해 통계학적으로 유의한 결과를 나타내지 못했던 이유를 유추해 보면, 단 한 번의 중재로 즉각적인 효과를 확인하였기 때문으로 생각된다. 따라서 근육의 톤을 감소시키기 위해서 장기적인 체외충격파의 적용을 고려할 수 있다. 체외충격파 치료법은 그룹에 관계없이 중재 전후 VAS에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다. 한편 최근에 체외충격파 치료법이 근골격계질환에 대한 치료로 통증과 기능을 개선시키는 것에 효과적이라는 연구들이 보고되고 있다[21]. 상부 등세모근에 장기적인 체외충격파 치료를 한 결과 VAS 점수가 6.62에서 3.11로 통계적으로 유의하게 감소한 결과가 있다[15]. 다른 보존적 치료에 반응하지 않는 114명의 외상과염 환자에게 국소 진통제 주입 없이 12주간 체외충격파 치료만으로 VAS 점수의 절반 이상 감소가 61%라는 좋은 결과를 나타내기도 하였다[22]. 본 연구에서는 중재군에서 VAS 점수가 3.8에서 1.8로 감소, 대조군에서 3.3에서 1.6으로 모두 통계적으로 유의한 감소가 있듯이 즉각적인 통증감소에 체외충격파의 효과를 입증하였다. 비록 만성 외측상과염 환자에게 체외충격파를 적용한 후 휴식시에 VAS 점수의 감소가 통계학적으로 유의미하지 않게 나타나기도 하였지만[23]. 종합적으로 볼 때 장기적인 체외충격파뿐만 아니라 단기적인 체외충격파 치료도 근막통증후군 통증감소에 즉각적인 효과를 나타낼 수 있다.

대상자들은 중재 이후 목의 굽힘, 펴 및 오른쪽과 왼쪽 회전 관절가동범위는 그룹에 관계없이 중재 전후에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 상부 등세모근에 체외충격파 치료를 한 후 경추 관절가동범위 모든 항목에서 통계학적으로 유의한 증가를 확인할 수 있었다[15]. 그리고 근막통증후군 환자의 상부 등세모근에 체외충격파를 적용한 후 경추의 신전을 제외한 모든 관절가동범위의 유의한 증가를 나타내기도 하였다[11]. 본 연구에서도 중재군과 대조군 모두 경추 관절가동범위 모든 항목에 대해 유의한 증가를 입증하였다. 그러나 만성 외측상과염 환자에게 체외충격파를 적용한 경우에는 팔꿈치, 손목관절의 모든 관절가동범위에서 통계학적으로 유의미하지 않은 결과를 나타내기도 하였다[23]. 이러한 결과의 차이를 유추해본다면 본 연구에서 체외충격파 치료는 근막통증후군 환자의 목의 관절가동범위 향상에 즉각적인 향

상을 가져올 수 있다.

그러나 체외충격파 치료법은 통증유발점과 통증점에 증재에 따른 VAS와 경추의 관절가동범위 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 이유를 유추해보자면 한 번의 증재로 즉각적인 효과를 비교하였기 때문이라고 생각된다. 통증유발점은 앞서 말한 압박시 연관통이 나타나는 지점을 찾아 촉진하여야 하므로 통증유발점보다는 통증점에 체외충격파를 사용하는 것이 적용 부위에 대해 더욱 정확하게 사용될 수 있다고 생각된다.

결론적으로 통증유발점과 통증점에 각각 체외충격파의 적용시 통증과 관절가동범위가 유의한 차이점은 없지만 통증유발점보다는 통증점에 체외충격파를 적용하는 것이 최소한의 시간소요와 정확한 부위에 적용하는 장점이 있다고 판단되어 본 연구자는 통증유발점보다는 통증점에 체외충격파를 적용하는 것을 고려해볼 수 있겠다.

연구의 제한점으로는 한 번의 증재로 즉각적인 효과를 확인하여 횡단연구를 하였고 추적관찰이 이루어지지 않았다. 두 번째로 근전도, 자기공명영상 등의 검사를 시행하지 않아 결과의 타당성이 부족하다.

추후 연구에서는 근막통증증후군뿐만 아니라 다른 질환과 다양한 부위에 대해서도 체외충격파의 효과를 살펴보거나 체외충격파의 강도나 타수와 같은 변수들을 비교하여 가장 효과가 좋은 조건을 알아보는 것이 필요하다고 생각된다.

CONCLUSIONS

본 연구의 목적은 방사형 체외충격파를 통증유발점과 통증점에 각각 적용하여 근육의 기계적 특성, 통증, 경추의 관절가동범위에 더 좋은 효과를 나타내는지 알아보는 것이다. 본 연구의 결과를 토대로 근육의 톤을 감소시키기 위해 장기적인 체외충격파의 적용을 고려할 수 있다. 그리고 체외충격파는 통증과 경추 관절가동범위의 즉각적인 향상을 가져올 수 있다. 통증유발점과 통증점의 유의한 차이는 없었지만, 본 연구자는 앞서 언급한 통증유발점의 촉진 시간을 절약하고 부위를 정확하게 적용하기 위해 통증유발점보다는 통증점에 체외충격파를 적용하는 것을 고려해볼 수 있겠다.

CONFLICTS OF INTEREST

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

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: KYJ, TLY, JHL. Data curation: KYJ, TLY, JHL. Formal analysis: KYJ, TLY, JHL. Investigation: KYJ. Methodology: KYJ, TLY, JHL. Project administration: KYJ, TLY, JHL. Resources: KYJ, TLY, JHL. Software: KYJ, TLY, JHL. Supervi-

sion: KYJ, TLY, JHL. Validation: KYJ, TLY, JHL. Visualization: KYJ, TLY, JHL. Writing - original draft: KYJ, TLY, JHL. Writing - review & editing: KYJ, TLY, JHL.

ORCID

Koo-Young Jung, <https://orcid.org/0000-0002-7381-3382>

Jun-Hee Lee, <https://orcid.org/0000-0001-7828-0012>

REFERENCES

1. Travell JG, Simons DG. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.
2. Sciotti VM, Mittak VL, DiMarco L, Ford LM, Plezbert J, Santipadri E, et al. Clinical precision of myofascial trigger point location in the trapezius muscle. *Pain* 2001;93(3):259-66.
3. Lee M, Park R. The effect of MFR and taping on the pain level in whiplash injury. *J Korean Soc Phys Ther* 2004;16(3):125-41.
4. Simons DG. Clinical and etiological update of myofascial pain from trigger points. *J Musculoskelet Pain* 1996;4(1-2):93-122.
5. Han SC, Harrison P. Myofascial pain syndrome and trigger-point management. *Reg Anesth* 1997;22(1):89-101.
6. Lee JH, Jung KH, Park YH. Extracorporeal shock wave therapy for myofascial pain syndrome of upper trapezius. *J Korean Soc Phys Med* 2012;7(2):183-90.
7. So Y, Woo Y. Effects of smartphone use on muscle fatigue and pain and, cervical range of motion among subjects with and without neck muscle pain. *Phys Ther Korea* 2014;21(3):28-37.
8. Gerdesmeyer L, Gollwitzer H, Diehl P, Wagner K. Radial extracorporeal shockwave therapy (rESWT) in orthopaedics. *J Miner Stoffwechs* 2004;11(4):36-9.
9. Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, et al. Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits. *J Orthop Res* 2003;21(6):984-9.
10. Speed CA, Nichols D, Richards C, Humphreys H, Wies JT, Burnet S, et al. Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis--a double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res* 2002;20(5):895-8.
11. Jeon JH, Jung YJ, Lee JY, Choi JS, Mun JH, Park WY, et al. The effect of extracorporeal shock wave therapy on myofascial

- pain syndrome. *Ann Rehabil Med* 2012;36(5):665-74.
12. **Ji HM, Kim HJ, Han SJ.** Extracorporeal shock wave therapy in myofascial pain syndrome of upper trapezius. *Ann Rehabil Med* 2012;36(5):675-80.
13. **Engebretsen K, Grotle M, Bautz-Holter E, Sandvik L, Juel NG, Ekeberg OM, et al.** Radial extracorporeal shockwave treatment compared with supervised exercises in patients with subacromial pain syndrome: single blind randomised study. *BMJ* 2009;339:b3360.
14. **Mangone G, Veliaj A, Postiglione M, Viliani T, Pasquetti P.** Radial extracorporeal shock-wave therapy in rotator cuff calcific tendinosis. *Clin Cases Miner Bone Metab* 2010;7(2):91-6.
15. **Lee J, Jung K, Park Y.** Extracorporeal shock wave therapy for myofascial pain syndrome of upper trapezius. *J Korean Soc Phys Med* 2012;7(2):183-90.
16. **Kim JH, Jeon TY, Kim KW, Kim MS, Kim HJ, Park YA, et al.** A study on comparison the muscle tone of resting and maximum contraction of biceps brachii. *J Korean Soc Neurother* 2016;20(3):19-22.
17. **Tousignant-Laflamme Y, Boutin N, Dion AM, Vallée CA.** Reliability and criterion validity of two applications of the iPhone™ to measure cervical range of motion in healthy participants. *J Neuroeng Rehabil* 2013;10(1):69.
18. **Lee SH, Pi ER, Jung HN, Lee HS, Joo DS, Lee SH, et al.** The effects of ESWT and US on muscle power, pain and muscle tension at trigger point of the scapular inter angle. *J Korean Acad Clin Electrophysiol* 2009;7(1):29-34.
19. **Park SK, Yang DJ, Uhm YH, Yoon JH, Kim JH.** Effects of extracorporeal shock wave therapy on upper extremity muscle tone in chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2018;30(3):361-4.
20. **Gordon CM, Andrasik F, Schleip R, Birbaumer N, Rea M.** Myofascial triggerpoint release (MTR) for treating chronic shoulder pain: a novel approach. *J Bodyw Mov Ther* 2016;20(3):614-22.
21. **Oh JH, Lhee SH, Park JY, Choi HW, Jeon SH, Eom JS.** Extracorporeal shock wave therapy versus platelet-rich plasma injection for the treatment of lateral epicondylitis: a prospective randomized clinical trial. *J Korean Soc Surg Hand* 2011;16(4):241-6.
22. **Pettrone FA, McCall BR.** Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(6):1297-304.
23. **Sanzo P.** Radial shockwave therapy improves pain, range of motion, strength, and function in patients with chronic lateral epicondylitis. *Int J Prev Treat* 2016;5(1):1-6.