상지 부하감소 다이내믹 테이핑 기법이 정상인의 어깨 올림 시 어깨뼈 주위근의 근활성도에 미치는 영향

황천중¹, 김선엽²

¹대전대학교 대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

The Effectiveness of Upper Limb Offload Dynamic Taping Technique on Scapular Muscles Activation During Elevation in Healthy Subjects

Tian-zong Huang¹, PT, MPH, Suhn-yeop Kim², PT, PhD

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Daejeon, Korea

Article Info

Received January 20, 2020

Revised February 28, 2020

Accepted March 11, 2020

Corresponding Author

Suhn-yeop Kim

E-mail: kimsy@dju.kr

<https://orcid.org/0000-0002-0558-7125>

Key Words

Dynamic taping

Electromyography

Scapular muscles

Upper limb offload

Background: For performing various movements well, cooperation between the muscles around the scapula and shoulder has been emphasized. Taping has been widely used clinically as a helpful adjunct to other physiotherapy methods for shoulder pathology and dysfunction treatment. Previous studies have evaluated the effect of taping techniques using dynamic tapes on shoulder function and pain. However, no study investigated the electromyographic (EMG) changes in the shoulder muscles.

Objects: This study aimed to investigate the effect of the upper limb offload taping technique using a dynamic tape on EMG activities of the upper trapezius (UT), lower trapezius, serratus anterior (SA), and middle deltoid (MD) muscles during scaption plane elevation.

Methods: A total of 26 healthy subjects (19.85 ± 6.40 years, male = 20) volunteered to participate in this study. The subjects were instructed to perform scaption elevation with and without dynamic taping on the shoulder. Shoulder elevation strength tests were performed at 100%, 75%, 50%, and 25%, for the maximal isometric contraction force.

Results: There were statistically significant interaction effects between the taping application and shoulder scaption elevation force in EMG activities in the UT ($p < 0.05$) and MD ($p < 0.05$). EMG activities in the UT showed significant increases in 50%RVC (reference voluntary contraction, $p < 0.05$) and 25%RVC ($p < 0.01$). Furthermore, the EMG activity of the SA significantly increased in 50%RVC ($p < 0.01$) and 25%RVC ($p < 0.01$) after dynamic taping. For the MD, the EMG activity level significantly decreased in 100%RVC ($p < 0.05$).

Conclusion: These results indicated that upper limb offload dynamic taping application affects the muscle activities of some shoulder muscles depending on different scaption elevation strength levels. Therefore, we suggest that the upper limb offload dynamic taping can be applied to the shoulders when patients need middle deltoid inhibition or upper trapezius facilitation, such as patients with shoulder impingement syndrome.

INTRODUCTION

인체의 모든 관절 중에서 어깨관절은 가장 큰 가동성을 가지고 있다. 다양한 동작을 잘 수행하기 위해 어깨뼈 주위의 여러 근육 간에 협조가 강조된다[1]. 해부학적 관점으로 볼 때 어깨의 모든 동작들은 단일 근육

육에 의해 작용하는 것이 아니고 몇 개의 근육들이 조합하여 작용한다. 정상적인 어깨의 벌림(abduction) 또는 올림(elevation) 시 어깨세모근과 돌림근띠를 공동 작용함으로써 짝힘(couple force)을 형성한다. 또한, 팔을 올리는 동작 시에 어깨세모근과 가시위근은 주 작용 근육이며 돌림근띠 근육들이 위팔뼈머리를 내려 위팔관절오목 부위에서 안정

화시키는 역할을 한다[2]. 따라서 근육 간에 작용의 균형이 중요하며, 어깨세모근이 과도하게 활성화될 경우 어깨뼈에는 불필요한 위쪽 전이가 야기된다[3,4]. 이와 반대로 돌림근띠의 근력이 약화되면 꺾힘의 균형이 깨지게 된다[5].

그 외에도 어깨의 벌림이나 올리는 동작 시에 여러 관절의 움직임과 함께 어깨뼈의 가쪽돌림이 동반되는데 일명 어깨위팔 리듬이라는 것이 나타난다는 것은 이미 입증된 사실이다[6]. 정확한 어깨뼈 위치와 움직임은 어깨세모근과 앞톱니근이 형성한 꺾힘과 관련이 있다[7]. 기능적 관점에서 어깨 벌림 시 위등세모근과 앞톱니근은 어깨뼈 위쪽돌림을 일으키며, 아래등세모근은 어깨뼈를 아래로 내려 어깨뼈의 안정성을 제공한다[8]. 선행 연구에 따르면 어깨관절 손상의 원인 중 특히 충돌(impingement) 증후군은 이런 근육 간에 불균형과 관련이 있다. 일반적으로 위등세모근의 과도한 활동을 보이고, 아래등세모근과 앞톱니근이 약화되는 특성을 보인다[9]. Ludewig와 Cook [10]은 어깨 손상을 입은 환자의 경우 팔을 드는 동작 시에 대부분 위등세모근의 근활성도가 증가하고 아래등세모근의 근활성도가 감소한다는 것을 제시하였다. 또한, 그들은 어깨 충돌을 가진 환자가 상지 올림 운동 시 어깨뼈 위쪽돌림이 감소한다고 하였고 앞톱니근의 근활동은 감소한다고 제시하였다. Cools 등[11]은 어깨를 올리는 동작을 많이 하는 운동선수를 대상으로 한 연구에서, 어깨 손상을 받지 않은 선수와 비교하여 어깨 충돌 증후군을 경험하고 있는 선수의 중간등세모근과 아래등세모근의 근 작용이 현저하게 지연된다는 것을 발견하였다. 또한, 비손상측에 비해 손상측에서 아래등세모근의 근활성도 신호가 현저하게 늦어졌다고 하였다. 또한 Cools 등[12]은 어깨 충돌증후군을 경험하지 않은 선수들에 비해 어깨 충돌증후군을 경험한 선수들이 등속성 어깨 뒤당김(retraction) 운동 시에 아래등세모근의 근활성도가 더 감소하였다고 하였다.

이런 연구들을 기초하여 어깨 손상에 재활을 위한 운동프로그램은 선택적으로 과활성화된 어깨세모근과 위등세모근의 근활성도를 감소시키고, 가시아래근과 아래등세모근의 근작용을 증가시키는 것을 목표로 하는 경우가 많다. 현재 제시된 어깨와 관련된 재활 운동프로그램 중 하나는 운동과 함께 테이핑 기법을 적용하는 것인데 그 이유는 테이핑이 임상에서 사용하기에 다양한 이점들이 있기 때문이다[13]. 테이핑 기법은 크게 두 가지 종류로 나눈다. 하나는 비탄력(rigid, non-elastic) 테이프를 사용하여 생체역학적 효과를 목적으로 적용하는 기법이 있고, 탄력성(elastic) 테이프를 사용한 신경생리학적 목적의 테이핑 기법이 있다[14]. 비탄력 테이핑 기법에서 대표적인 기법은 호주에 물리치료사인 McConnell에 의해 처음 제안된 테이핑 기법이 있다. McConnell은 어깨 근육 간 불균형으로 인해 발생한 충돌증후군을 치료하기 위해 비탄력 테이핑을 이용하는 방법을 제안한 바 있다[15]. Morin 등[16]은 어깨 테이핑을 적용한 군과 적용하지 않는 군을 비교하여 적용한 군에서 팔을 드는 과제 수행 시에 위등세모근의 근활성도가 현저하게 감소하였고, 중어깨세모근과 아래등세모근의 근활성도가 현저하게 증가하는 것을 보고하였다. 이와 유사하게 Selkowitz 등[15]은 McConnell 이론을 기반으로 하여 어깨 충돌증후군으로 의심되는

젊은 성인을 대상으로 어깨 올림 운동 시 테이핑이 어깨이음뼈(shoulder girdle) 주위 근육들에 미치는 영향을 연구하였다. 결과는 테이핑을 적용하고 어깨 올림 운동을 할 때 위등세모근의 근활성도는 감소하였고 아래등세모근의 근활성도는 증가하였다고 하였다. 현재까지 탄력 테이핑에 대표적인 기법은 키네지오 테이핑(Kinesio taping) 기법이다. 키네지오 테이핑은 임상에서 많이 사용하고 있으며 통증 감소에 대한 효과가 있다고 알려져 있다[17]. 그러나 최근 연구에 의하면 근골격계 문제 영역에서 사용되었을 때 키네지오 테이핑은 가짜(sham) 테이핑과 비교하여 근력에 큰 영향을 주지 못한다고 제시되고 있다. 또한 키네지오 테이핑은 근골격계 문제에 대한 작용 기전이 명확하지 않았다[18].

최근에 다이내믹 테이프라는 탄력 테이핑 방법이 제시되고 있다. 다이내믹 테이핑 기법은 호주의 물리치료사인 Ryan Kendrick에 의해 개발되었다. 다이내믹 테이프는 기존의 키네지오 테이프와 다르게 나일론/라이크라(Nylon/Lycra) 재질로 구성되어 있다. 이 테이프의 신축성이 200% 이상 늘어날 수 있고, 10-15 kg의 저항성과 반동성이 가지고 있다. 테이프는 세로 방향뿐만 아니라 가로방향으로도 늘어날 수 있으며, 테이핑의 주목적은 부하 흡수 및 운동 보조 등을 목적으로 개발되었다[14]. Kendrick는 운동선수들이 얻게 되는 이득이 충분할 때 통증 발생에도 불구하고 운동을 계속하게 되며, 운동을 중단하게 하는 조직 장애(tissue failure)의 주원인이 통증이 아니라, 근육에 발생하는 과부하로 인한 조직의 기능 저하라고 하였다[14]. Bittencourt 등[19]은 배구 선수들 대상으로 무릎관절에 다이내믹 테이핑을 적용한 후 측정할 이마면 무릎 투영각(frontal plane knee projection angle)이 유의하게 감소되었다고 하였다. 이를 통해 연구자는 다이내믹 테이핑이 실제적인 기계적 효과가 있음을 제시하였다. Park와 Kim [20]은 어깨 수술한 환자를 대상으로 어깨뼈 다이내믹 테이핑이 통증과 기능장애 수준, 상지 자세와 관절가동범위에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 대조군에 비해 실험군의 상지의 기능수준과 어깨 관절의 가쪽돌림과 안쪽돌림의 가동범위 그리고 앞쪽 어깨 각도(forward shoulder angle, FSA)와 작은가슴근 지수(pectoralis minor index, PMI) 점수가 유의한 향상을 보였다. 결론적으로 어깨봉우리 성형술 및 돌림근띠 봉합술 시행 환자에 어깨뼈 다이내믹 테이핑 적용은 어깨의 통증수준과 기능장애 수준, 어깨 관절의 관절가동범위 그리고 상지의 자세에 효과가 있었다고 제시하였다.

최근 인체의 각 부위별로 부하감소를 목적으로 적용한 다양한 테이핑 기법 연구가 이루어진 바 있다. Robinson 등[21]은 다이내믹 테이프가 힘줄에 가해지는 압력을 감소시켜 엉덩관절 모음을 보조함으로써 보행에 대한 기계적 효과가 있다고 보고하였고, Chen 등[22]은 발바닥 표면 압력 감소에 대한 키네지오 테이프를 이용한 표면 테이핑 기법의 효과를 연구하였다. 그 결과, 적용하지 않은 대조군을 비해 실험군에서 테이핑 적용 후에 근막의 최대장력이 감소되고 발 디딤기에 발배뼈의 높이가 증가되었다고 보고하였다.

현재까지 이루어진 어깨의 복잡한 운동 패턴과 다이내믹 테이핑과

관련된 연구의 부족은 사실이다. 일상생활 활동에 다양한 과제를 수행 시 어깨에 가해지는 부하의 양은 다양하다. 사람의 직업 특성 또는 생활 습관에 따른 어깨를 올리는 동작 시 어깨에 적용한 다이나믹 테이핑에 효과나 영향은 다를 수 있을 것이다. 따라서 본 연구의 목적은 어깨에 다이나믹 테이핑의 적용 여부에 따라 어깨뼈면(scaption)을 따라 발휘하는 최대 등척성 별립근 근력(100%)을 기준으로 최대근력에 75%, 50% 그리고 25%의 근력 발휘 시 각각의 중어깨세모근(middle deltoid), 앞톱니근, 위등세모근과 아래등세모근의 근활성도에 변화 양상을 비교해 보고자 한다. 본 연구의 구체적인 가설은 “다이나믹 테이핑 적용 후에 어깨 올림 근력 수준에 따라 측정 근육들의 근활성도는 유의하게 차이가 있을 것이다”로 정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

본 연구대상자의 대상자 수 결정은 Park과 Kim [20]의 선행연구를 참고하였고, Cohen의 표본추출 공식에 따른 표본수 계산 프로그램인 G*Power 3.1.9.2 프로그램을 이용하여 산출하였다. 본 연구에서 분석하고자 하는 중재의 전·후 효과에 대한 검정력을 유지하기 위해 짝비교 t-검정을 이용하고, 효과크기 0.7, 유의 수준 0.05, 검정력 0.8로 설정한 후 표본 크기를 산출한 결과 각 군의 최소 표본 크기는 19명이다. 실제 연구대상자의 탈락률을 20%로 감안하여 최소 25명을 모집하였다.

본 연구는 건강한 20대 성인 26명을 대상으로 시행하였다. 모든 연구대상자는 이 연구의 목적과 절차에 대하여 구두로 설명을 시행한 후 자발적인 동의를 구하고 실험에 참여하였다. 연구대상자의 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 어깨 움직임에 현저한 약증이 없는 자, 둘째, 어깨관절의 어깨 별립 동작을 수행 할 수 있는 자, 셋째, 테이핑 적용한 후 알레르기 반응이 없는 자, 넷째, 연구의 목적을 이해하고 스스로 참여에 동의한 자. 연구대상자의 제외 조건은 다음과 같다. 첫째, 최근 3개월 이내에 정형외과적, 신경학적, 심폐 기능 또는 심리적 질환의 외과적 진단을 받은 자, 둘째, 현재 어깨에 통증이 있거나 어깨 수술의 경험이 있는 자로 하였다.

2. 연구 절차

대상자는 사전에 준비한 조사지를 이용해 일반적 특성과 선정 조건과 제외 조건이 포함된 정보를 수집하였다. 그 후 선정 조건에 해당되는 대상자에게 연구에서 수행하는 운동에 대해 설명 후 준비 운동을 3-4회 실시하여 운동을 정확하게 이해하는 것으로 판단된 후에 측정에 필요한 위등세모근과 아래등세모근, 앞톱니근, 중어깨세모근에 각각 표면근전도 전극을 각각 부착하였다. 그 다음, 측정하는 근활성도 값을 표준화하기 위해 최대 수의적 등척성 수축을 하는 어깨 올림 동작을 하고 그때의 최대 근력을 기준값(100%)으로 하여 75%, 50%, 25%의 근력을 계산하였다. 그 다음 대상자가 수행하게 될 어깨 별립 운동의 강도별 수행 순서를 정하기 위해 무작위 배정도구(Research random-

izer, <http://www.randomizer.org/>)를 이용하여 순서를 배정하였다. 결정된 순서에 따라 대상자가 힘을 발휘하는 동안 각 근육에 근활성도를 측정하였다. 그리고 다이나믹 테이핑 적용한 후에 같은 방법으로 강도별 어깨 올림 운동을 각각 시행하고 각 근육에 근활성도를 측정하였다. 모든 실험은 대상자의 우세손측 팔에서 실시하였다. 이 연구의 설계 단계에서 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 후에 연구를 진행하였다(approval No. 1040647-201904-HR-008-01). 본 연구의 절차는 Figure 1과 같다.

3. 측정 방법

1) 상지 부하감소(upper limb offload) 다이나믹 테이핑 방법

본 연구에서 사용된 다이나믹 테이핑 기법은 직접기법(direct techniques)을 이용하였다. 대상자들에게 적용하는 모든 다이나믹 테이핑은 국제 다이나믹 테이핑 연수과정(certified dynamic taping) 레벨(level) 1 과정을 이수한 물리치료사 1인이 전담하여 실시하였다. 이 테이핑의 특성은 인체의 근힘줄(musculo-tendinous) 단위의 작용을 모방하여, 해당 근육의 길이가 짧아진 상태에서 테이프가 관절과 모멘트 팔(moment arm) 위를 지나는 긴 지렛팔(long lever arms)로 적용하게 하는 직접 기법이다. 이 테이핑의 원리는 테이프가 변지점점용 고무줄(bungee cord)과 비슷한 형태로 근육의 늘어나는 작용(lengthening action)에 대한 에너지를 흡수하게 하는 데 있다[14]. 테이핑 적용 전에 먼저 피부 알러지 반응 발생 여부를 확인하기 위해 10 cm의 다이나믹 테이프(Dynamic Tape, Port Vila, Vanuatu)를 위팔의 안쪽 부 피부에 부착하였고, 20분 후 특별한 피부 반응이 없음이 확인된 경우 본 실험에 참여하도록 하였다. 다이나믹 테이핑은 실험을 위한 운동

Figure 1. CONSORT diagram demonstrating study flow. EMG, eletro-myography; RVC, reference voluntary contraction; UT, upper trapezius; LT, lower trapezius; SA, serratus anterior; MD, middle deltoid.

시행 1시간 전에 테이프를 부착하였다. 부착 부위와 방법은 다음과 같다(Figure 2). 본 연구에서 적용한 다이내믹 테이핑의 방법은 개발자인 Kendrick [23]에 의해 제시된 상지 부하 제거(upper limb offload) 테이핑 기법을 사용하였다. 이 기법에서 사용되는 테이핑 스트랩은 총 4개를 이용하였다. 첫 번째 스트랩은 연구대상자의 팔을 잡고 수동적으로 어깨관절을 45도 펴고 어깨뼈를 위로 올린 자세를 유지한 상태에서 위팔뼈의 뒤쪽 중간 부위에서 시작하여 어깨봉우리 위를 지나 복장 뼈자루 상부지점까지 부착하였다. 두 번째 스트랩은 연구자가 대상자의 위팔뼈를 잡고 어깨를 90도 굽히고 동시에 어깨뼈를 위로 올린 자세를 유지시키고, 테이프를 위팔뼈의 앞쪽 중간 부위에서 시작하여 위팔뼈의 앞부위를 지나 어깨봉우리를 거쳐 어깨뼈 아래각을 거쳐 척추부위에 부착하였다. 테이프를 부착 시에 항상 테이핑의 시작과 끝나는 부위에 약 10 cm 정도 길이에 테이프는 어떠한 장력을 전혀 가하지 않고 부착하였고, 중간 부위에 테이프는 약간의 장력을 주되 과도하게 당기지 않게 하여 부착하였다. 이러한 과정을 2번 반복하여 적용하였다.

Figure 2. Upper limb offload dynamic taping. (A) Anterior view; (B) posterior view.

Figure 3. Shoulder elevation strength test.

2) 어깨 올림 운동 방법

이 연구에서 어깨를 올리는 방법의 결정은 Ludewig과 Cook [10]의 연구에서 사용된 방법을 이용하였다. 그들은 어깨에 받는 압력을 최소화하기 위해 어깨 벌림 동작을 어깨뼈면(scapular plane)에서 45도까지 벌리는 힘을 주도록 하였다(Figure 3). 본 연구에서는 고정된 늘어나지 않는 줄에 중간 부위에 인장력 센서 장치(Tensile sensor; Marpe, Jeonju, Korea)를 연결하였고 대상자는 그 줄 끝에 손잡이를 잡고 어깨의 각도가 45도 되는 지점까지 벌리게 하였다. 어깨 올림 운동은 사전에 측정된 최대 수의적 등척성 올림 운동 검사로 측정된 최대 근력(100%)을 기준으로 계산한 75%, 50%와 25% 근력 수준을 kg 단위로 각각 기록하였다. 그리고 계산된 해당 근력 강도(kg)와 같은 부하의 아령(Vinyl dumbbell; SPRI Products, Inc., Northwind Blvd Libertyville, IL, USA)을 이용하여 45도에 어깨 올림 동작 자세에서 5초 동안 유지하도록 하였다. 부하별 측정 순서는 무작위로 정하였고, 이때 각 근육의 근활성도를 측정하였다. 이러한 모든 측정 과정은 다이내믹 테이핑 적용 후에도 같은 방법으로 각 3회 반복 측정하였으며, 피로감을 최소화하기 위해 각 운동 검사 간에 2분 이상 충분한 휴식 시간을 취하도록 하였다.

3) 근전도 전극 부착 부위와 근활성도 측정 방법

본 연구에서 다이내믹 테이프를 적용하기 전과 후에 어깨 주위근의 근활성도를 수집하기 위해 표면 근전도 장비(QEMG-4; Laxtha, Daejeon, Korea)를 사용하였다. 먼저 모든 대상자의 측정 근육에 표면전극을 부착하기 전에 피부저항을 감소시키기 위해 부착 부위에 털을 제거하고, 알코올로 피부를 청결히 한 후 전극을 부착하였다. 각 근육의 전극 부착위치는 우세손 측에 부착하였다(Figure 4).

중어깨세모근에 전극은 위팔 가쪽 어깨봉우리 아래 약 3 cm 되는 지점에 부착하였다[24]. 앞톱니근의 전극은 어깨뼈의 외측 아래쪽 테두리

Figure 4. Electric code placement for upper trapezius, lower trapezius, serratus anterior and medial deltoid.

와 가슴부 측면에 있는 근육 기시점 사이의 중간점에 부착하였다[25]. 위등세모근의 전극은 어깨의 상방 7번 척추뼈와 어깨봉우리 사이의 중간에서 부착하였다. 아래등세모근의 전극은 약간 사선방향으로 아래허리뼈와 어깨뼈의 극돌기 사이에 약 5-7 cm 어깨뼈 안쪽모서리 아래 부위에 부착하였다[9]. 접지(ground) 전극은 어깨뼈의 어깨봉우리와 어깨세모근 결절 사이에 부착하였다[26]. 수집된 원시 근전도 신호는 제곱평균제곱근법(root mean square [RMS], 단위: μV)로 전환한 후 분석하였다. 수집된 신호의 분석은 근전도 신호 분석 시스템 TeleScan (CD-TS-2.2; Laxtha) 프로그램을 이용하였다. 대역 통과 필터(band pass filter)는 20-500 Hz로 설정하였고, 데이터 수집 시에 사용되는 전자기 시스템 신호에 의해 생성된 주변 소음을 제거하기 위해 노치 필터(notch filter)를 60 Hz로 설정하였다.

4) 수의적 기준 수축 수준의 측정

각 근육에 근전도 전극을 부착한 후에, 각 근육에서 측정하는 근활성도 값을 표준화하기 위하여 어깨 올림 운동 자세에서 최대 올림 등척성 운동 시 측정된 각 근육에 근활성도를 최대 수의적 기준 수축(100% reference voluntary isometric contraction, 100%RVC)로 정하였고, 최대 올림 등척성 운동의 근력을 기준으로 정한 3가지(75%RVC, 50%RVC, 25%RVC)의 근력 수준에 동작 수행 시 각 측정 근육들에 % 수의적 기준 수축(%RVC) 수준을 측정하였다. 어깨의 최대 등척성 올림 운동 수행 시 근력을 3회 반복 측정하고 그 평균값을 100%RVC로 사용하였다. 각 측정은 총 5초 동안 수집된 근전도 자료는 RMS로 처리한 후 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량 사용하였다. 근 피로를 최소화시키기 위해 각 동작 간에 2분 이상의 휴식 시간을 취하게 하였다.

4. 분석 방법

수집된 모든 자료의 통계처리는 윈도우용 SPSS version 20.0 프로그램(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였고, 측정된 모든 변수의 평균과 표준편차를 산출하였다. 측정된 변수들의 정규성 검정을 위하여 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 시행하였다. 변수들이 정규 분포함이 확인되어, 테이핑 적용 전후에 차이 비교는 대응표본 t-검정(paired t-test)을 이용하여 분석하였다. 어깨 올림 강도의 수준에 따른 각 측정변수의 변화 양상을 비교하기 위해 개체간 요인이 있는 반복 측정 분산분석(repeated analysis of variance)을 실시하였다. 유의한 차이가 있을 경우 사후검정으로 본페로니(Bonferroni) 방법을 실시하였다. 모든 통계 분석 시 유의수준 α 는 0.05로 정하였다.

RESULTS

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 남자가 20명, 여자가 6명이었으며, 연령과, 신장, 체중

Table 1. General characteristics of subjects (N = 26)

Variables	Subjects
Age (y)	21.5 $\pm$ 2.8
Height (cm)	170.1 $\pm$ 9.7
Weight (kg)	70.3 $\pm$ 15.8
Body mass index (kg/m ²)	24 $\pm$ 4.1

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation.

그리고 체질량지수와 같은 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다. 참여한 대상자들의 남녀 간에 평균 나이와 체질량지수는 차이가 없었고, 평균 신장과 평균 체중은 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$).

2. 다이나믹 테이핑 적용 전후에 어깨 올림 운동 강도 수준에 따른 어깨뼈 주위근의 근활성도 비교

어깨 올림 운동 시 다이나믹 테이핑 적용 전후에 어깨뼈 주위근들에 근활성도를 비교하였다(Table 2). 다이나믹 테이핑 적용 전후 간에 어깨 올림 근력 발휘 수준에 따른 위등세모근과 중어깨세모근의 근활성도는 다이나믹 테이핑 적용 여부와 측정 근력 수준에 따른 근활성도 간에 유의한 상호작용이 있었다($p < 0.05$). 테이핑을 적용 후에 위등세모근의 근활성도는 50%RVC ($p < 0.01$)와 25%RVC ($p < 0.05$)의 어깨 올림 근력 발휘 시 각각 유의하게 증가하였다. 중어깨세모근의 근활성도는 다이나믹 테이핑 적용 시 최대 근력(100%) 발휘 시에서만 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 두 근육에 테이핑 적용 시 발휘하는 근력에 따른 근활성도에 변화 양상을 그림으로 표현하였다(Figures 5, 6).

아래등세모근과 앞톱니근의 근활성도는 다이나믹 테이핑 적용 시에 의미 있는 변화양상에 차이를 보이지 않았다. 그러나 앞톱니근의 근활성도는 테이핑 적용 후에 50%RVC ($p < 0.01$)와 25%RVC ($p < 0.01$) 근력 수준에서 각각 근활성도가 유의하게 증가하였다.

DISCUSSION

최근 물리치료사들은 치료하는 환자의 근육 억제나 촉진, 관절에 위치 재조정 등 다양한 목적으로 테이핑을 이용하고 있다. 그 테이프는 그 원리와 목적에 따라 다양한 재질의 테이프가 사용되는데 최근 기계적 부하를 감소시킬 수 있는 특성을 가진 다이나믹 테이핑 기법이 관심을 받기 시작하고 있다. 이 연구의 목적은 이러한 다이나믹 테이핑 기법을 어깨에 적용하고 어깨의 올림 동작 시 발휘하는 근력 수준에 따라 어깨뼈 주위근의 작용에 미치는 영향을 알아보고자 시도하였다. 연구자의 가설은 다이나믹 테이핑을 적용 전후에 측정된 어깨뼈 주위근들에 근활성도는 어깨 올림 근력 수준별로 변화되는 특성에 변화가 있을 것이라고 제시하였다. 연구결과는 어깨 올림 근력의 발휘 수준에 따라 위등세모근과 중어깨세모근의 근활성도는 테이핑 적용 후에 근활성도에 변화가 차이가 있다는 것을 알게 되었다. 즉 팔을 들어 올리는 동작에 수준에 따라 다이나믹 테이핑에 적용은 근육의 특성에 따라 차이가 있는 것이다. 본 연구에서 이용한 어깨 부하감소 테이핑 기법은 위팔뼈의 앞

Table 2. Comparison of muscle activity according to different force level during shoulder scaption elevation with and without dynamic taping (N = 26)

EMG activity		Shoulder scaption elevation		t	p-value
		Without taping	With taping		
UT	100%RVC	100.00	103.24 ± 39.51	0.410	0.686
	75%RVC	71.11 ± 51.14	78.85 ± 37.20	0.708	0.486
	50%RVC	37.29 ± 11.23	52.11 ± 25.90	3.399	0.002*
	25%RVC	19.47 ± 8.36	27.16 ± 17.70	2.561	0.017*
	F ^a		2.958*		
LT	100%RVC	100.00	110.85 ± 65.12	0.833	0.413
	75%RVC	83.90 ± 30.05	92.78 ± 47.09	0.835	0.412
	50%RVC	59.48 ± 14.35	76.01 ± 55.06	1.684	0.105
	25%RVC	38.97 ± 17.57	46.55 ± 32.42	1.861	0.075
	F		0.802		
SA	100%RVC	100.00	101.39 ± 23.45	0.297	0.769
	75%RVC	76.02 ± 18.47	77.75 ± 21.23	0.812	0.425
	50%RVC	52.61 ± 13.45	58.69 ± 16.56	2.992	0.006*
	25%RVC	29.26 ± 8.50	34.71 ± 9.99	4.209	0.000*
	F		0.964		
MD	100%RVC	100.00	85.69 ± 29.58	-2.370	0.027*
	75%RVC	69.86 ± 17.70	65.49 ± 22.61	-1.399	0.175
	50%RVC	45.64 ± 13.22	46.53 ± 19.81	0.322	0.750
	25%RVC	23.52 ± 7.36	24.17 ± 10.01	0.482	0.634
	F		3.467*		

Values are presented as mean ± standard deviation. EMG, electromyography; %RVC, %reference voluntary contraction; UT, upper trapezius; LT, lower trapezius; SA, serratus anterior; MD, middle deltoid. ^aGroup x level, *p < 0.05.

Figure 5. Comparative electromyography (EMG) activity (%reference voluntary contraction, %RVC) in upper trapezius without and with dynamic taping. *p < 0.05, **p < 0.01.

Figure 6. Comparative electromyography (EMG) activity (%reference voluntary contraction, %RVC) in middle deltoid without and with dynamic taping. *p < 0.05.

쪽에서 시작하여 어깨뼈 위를 지나 몸통 뒤쪽으로 향하게 하는 것과 위 팔뼈의 뒤쪽 부분에서 시작하여 어깨뼈 위를 지나, 가슴 앞쪽 부위로 향하는 테이핑 기법을 적용하였다. 그 기법의 특성으로 인해 테이핑 적용 후 팔을 올리는 운동 시 중어깨세모근에 가해지는 기계적 부하를 감소시켜 결국 팔 올릴 시 이 근육의 근활성도를 감소시킨 것으로 판단된다.

어깨관절 주변 근육들의 불균형적인 작용으로 인한 문제를 치료하기 위해 다양한 물리치료 중재 방법들이 적용되어 왔다. 그 중 테이핑 기법은 비침습적이고 사용법이 상대적으로 간편하며, 부작용이 적어 많

은 물리치료사들이 자주 이용하고 있다. 테이핑 기법은 신체의 각 부위에 목적에 따라 다양한 재질의 테이프를 선택하여 적용할 수 있으며, 의료기관이나 각종 스포츠팀에서는 대상자의 통증 완화를 목적으로 흔히 사용된다[27]. 테이핑의 분류는 기본적으로 사용하는 테이프의 재질과 형태에 따라 탄력 테이프와 비탄력 테이프로 분류된다. 본 연구에 사용한 다이내믹 테이프는 탄력 테이프의 한 종류이다. 이 테이핑 기법에 대한 연구들은 아직 부족한 수준이다. 임상에서 가장 흔히 사용되고 있는 탄력 테이프인 키네지오 테이프가 140%~180%까지의 신축성을

보이는 것과 비교해 다이내믹 테이프는 200% 이상의 신축성을 가지고 있으며, 강한 신장력과 반동력을 가지고 있다. 다이내믹 테이핑의 적용 방법은 키네지오 테이핑 기법과는 반대로 테이프를 적용하는 신체 부위의 거리를 가깝게 만든 상태(shorten)에서 적용하는데, 이것은 부하 흡수(load absorption)를 최대화시키기 위한 것이며, 어느 정도 테이프를 신장시킨 상태로 적용한다. 기능적 관점에서 보면 다이내믹 테이프를 부착할 때 사전 신장(pre-stretch)을 시킴으로 인해 근육-힘줄 단위가 늘어나기 시작할 때 바로 지지를 제공할 수 있는 준비를 하게 된다[14].

Park과 Kim [20]은 어깨봉우리성형술 및 돌림근띠 봉합술과 같은 어깨 수술을 받은 환자를 대상으로 어깨뼈에 다이내믹 테이핑의 효과를 연구하였다. 이 연구의 결과는 테이핑을 적용하지 않은 대조군에 비해 적용한 실험군의 상지 기능장애 수준과 어깨 관절의 가쪽돌림 및 안쪽돌림의 관절가동범위 그리고 FSA, PMI 점수가 유의한 향상을 보였다. 따라서 어깨봉우리성형술 및 돌림근띠 봉합술 후 어깨뼈 다이내믹 테이핑 적용이 어깨 통증수준과 기능장애수준, 어깨 관절의 관절가동범위 그리고 상지의 자세에 긍정적인 영향을 주었다는 것을 제시하였다. 그러나 이 연구에서는 대상자의 기능수준만을 평가하였고 테이핑을 적용한 후에 관련 근육들의 근생리학적 영향을 다루지 않았다. 본 연구에서 다이내믹 테이핑 적용 전후에 UT와 MD의 근활성도 수준은 근력 수준의 변화에 따라 변화 양상에 유의한 차이를 보였다. 다이내믹 테이핑을 적용한 후에 UT의 근활성도는 25%와 50%RVC 근력 수준에서 유의한 증가하였고, MD의 근활성도는 100%RVC 근력 수준에서 유의한 감소하였다. 이러한 결과는 어깨 부위에 적용한 상지 부하 감소 다이내믹 테이핑의 적용은 상지에 가해지는 운동 부하량에 크기에 따라 상지 근육들의 근작용에 영향을 준다는 것을 의미한다. 이 연구에서 사용하는 테이핑 기법에 대해 개발자는 지침을 통해 어깨를 올릴 때 가해지는 기계적 부하를 감소시킴으로 효율적으로 팔을 드는 데 영향을 줄 수 있도록 고안한 기법이다.

다이내믹 테이핑과 적용 목적이 유사한 비탄력 테이프 기법의 목적은 최선의 기능적인 움직임을 수행할 수 있도록 관절을 지지와 보호하는 것이며, 이러한 외적 지지는 인대의 보강과 움직임의 제한을 통해 관절의 안정성을 증가시킬 수 있다[28]. Cools 등[11]은 어깨 충돌증후군을 진단받은 오버헤드 운동선수(overhead athletes)와 무증상 대조군을 비교하는 연구를 통해, 증상을 가지는 실험군에서 팔을 드는 동작 시에 아래등세모근의 근활성도가 유의하게 감소하는 것을 발견하였다. 동시에 비손상측과 손상측을 비교하여, 손상측에 아래등세모근의 근동원 시간을 유의하게 지연됨을 알게 되었다. 이와 관련된 다른 연구에서도 어깨에 기능장애를 가진 오버헤드 운동선수들에 앞톱니근과 등세모근의 근균형이 깨져 있고 앞톱니근의 근력이 감소되는 것을 확인하였다. 또한, 위등세모근과 아래등세모근 간에 불균형으로 인해 어깨 뒤당김(retraction) 동작 시에 아래등세모근의 근활성도가 감소하였다[12]. Cools 등[29]의 연구를 따르면 벌림과 가쪽돌림 운동 시 충돌증후군을 가진 운동선수는 증상이 없는 대조군에 비해 위등세모근의 근활성도가

유의하게 증가하였고, 아래등세모근의 근활성도는 감소되었다고 하였다. Ludewig과 Cook [10]은 충돌증후군 환자의 어깨 운동학과 근육 작용 간에 연관성에 대해 연구하였다. 증상을 가지는 대상자에서는 등세모근의 근활성도가 증가되었고, 반면에 앞톱니근의 근활성도는 감소하였다는 현상을 보고하였다. 그 연구자들은 등세모근의 근작용에 변화는 어깨뼈 가쪽돌림 시 앞톱니근의 근작용에 감소를 보상하기 위해 발생되었다고 제안하였다. 이런 근육 간에 불균형적 작용으로 인해 어깨 올림 동작 시 어깨가 위로 올라가게 되고 어깨뼈의 가쪽돌림이 감소되게 된다. 이전에도 충돌증후군 환자에서 앞톱니근 근활성도에 감소를 보고한 연구가 있었다[30]. 따라서 이러한 특성을 가진 환자들에 일반적인 치료 목표는 팔을 올리는 동작 시에 선택적으로 위등세모근의 근작용을 억제하고 아래등세모근과 앞톱니근의 근작용을 촉진하는 것이다.

Kim 등[23]에 연구를 따르면 건강한 대상자에게 어깨세모근 억제 테이핑 기법을 적용한 후에 등척성 어깨 올림 운동 시 위등세모근과 앞톱니근의 근활성도가 적용 전에 비해 증가하였고 어깨세모근과 아래등세모근의 근활성도는 상대적으로 감소하였다. 이러한 결과는 본 연구의 결과와 부분적으로 일치하여 아래등세모근의 근활성도 변화는 상반되는 결과를 보였다. 다이내믹 테이핑의 효과에 대해서 관련된 연구의 수가 충분치 않아 아직 논란의 여지가 있다고 판단된다. 그러나 여러 연구에서 어깨뼈 테이핑이 어깨뼈의 움직임 리듬의 관점에서 위등세모근 및 아래등세모근의 근활성도를 변화시킨다고 제시하고 있다. Cools 등[24]은 이러한 테이핑 기법이 어깨 주위 근육에서 근활성도 변화를 일으키지 않았다고 보고한 사례도 있지만, 일부 연구의 결론들은 이와 반대로 테이핑 적용한 후에 어깨관절 주위 근육들에 근활성도의 변화가 관찰되었다고 보고하였다[15,31].

Han과 Kim [32]은 어깨관절 충돌증후군 환자들을 대상으로 어깨세모근 억제 테이핑 기법의 효과를 조사하였다. 이 테이핑 기법을 적용한 실험군은 가짜 테이핑군과 적용하지 않은 대조군과 비교해 통증수준과 기능장애수준의 변화율이 유의하게 증가하였다고 하였다. 이런 연구와 유사하게 본 연구의 결과에서도 어깨 테이핑을 적용 후에 100%의 최대 벌림 근력으로 어깨 올림 운동 수행 시 중어깨세모근의 근활성도는 유의하게 감소하였고, 75% 근력으로 올림 운동 수행 시 근활성도가 감소한 경향을 보였다. 따라서 이러한 결과를 기초로 하여 어깨 충돌증후군 환자에게 이 연구에 다루어진 테이핑 기법의 적용이 임상적으로 적용할 만한 가치가 있다고 생각된다. 본 연구에서 테이핑을 적용한 후에 위등세모근의 근활성도가 증가하는 현상은 중어깨세모근의 근활성도 감소에 대한 보상작용으로 판단된다. 따라서 이러한 방법으로 적용한 테이핑기법은 위등세모근의 과활동으로 인해 발생된 충돌증후군 환자의 경우에는 적절하지 않다고 생각한다. 이 기법의 개발자는 어깨부하 감소를 목표로 설정하였지만 명확하게 충돌증후군에 대한 치료 방법으로 사용할 수 있다라는 지침은 없었다. 따라서 향후 연구는 이 기법을 기초하여 테이핑 적용 부위를 다시 고안하여 위등세모근의 근작용을 감소시킬 수 있는 테이핑기법이 개발되기를 기대한다.

본 연구에는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 이 연구에서 건강한 20대 성인을 대상으로 진행하였기 때문에, 모든 연령층에 이 결과를 적용하기에 한계가 있을 것이며, 둘째는 이 연구가 테이핑 적용하기 전과 후에 측정 근육들에 근활성도 변화만 평가하였고, 대상자에 상지에 기능적 측면을 다루는 특별한 평가를 시행하지 않아 이 테이핑 기법이 근육에 미치는 영향의 변화와 실제 환자들을 대상으로 한 치료적 효과 간에 상관성을 예측하는 데는 어려움이 있을 것이다. 향후 이루어지는 연구들은 이런 제한점을 보완하고 어깨 질환의 다양성을 고려하여 다이나믹 테이핑이 관련된 신체 부위 및 질환 특성에 따라 차별화된 다양한 방향의 연구들이 지속적으로 이루어지길 기대한다.

CONCLUSIONS

본 연구는 20대의 건강한 성인 26명을 대상으로 어깨 부위에 상지 부하감소 다이나믹 테이핑 기법을 적용하고 어깨 벌림의 최대 근력을 기준으로 100%, 75%, 50%, 25%의 어깨 벌림 근력 발휘 시 위등세모근, 아래등세모근, 중어깨세모근과 앞톱니근에 근활성도의 변화양상을 비교하였다. 그 결과, 발휘하는 어깨 벌림근의 근력 수준에 따른 위등세모근과 중어깨세모근에 근활성도 수준의 변화 양상은 상지 부하감소 다이나믹 테이핑의 적용 전후 간에 유의한 차이가 있었다. 다이나믹 테이핑 적용 후에 위등세모근의 근활성도는 높아지는 경향을 보였고, 중어깨세모근의 근활성도는 낮아지는 경향을 보였다. 어깨 벌림의 최대 근력 발휘 시 다이나믹 테이핑 후에 중어깨세모근의 근활성도는 유의하게 감소되었고, 50%와 25% 어깨 벌림 근력 수준에서는 위등세모근과 앞톱니근의 근활성도는 유의하게 증가하였다. 이러한 결과를 통해 상지 부하감소 다이나믹 테이핑은 단계적인 어깨 벌림 근력 수준에 따라 일부 어깨 주위 근육들의 근작용 수준에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 따라서 어깨의 벌림 운동 시에 위등세모근의 근작용에 촉진이나 중어깨세모근에 억제가 필요한 경우, 특히 어깨 충돌증후군과 같은 환자들에게 어깨 벌림 운동 시에 상지 부하감소 다이나믹 테이핑을 적용할 것을 제안하는 바이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Daejeon University fund (2018).

CONFLICTS OF INTEREST

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

AUTHOR CONTRIBUTIONS

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

ORCID

Tian-zong Huang, <https://orcid.org/0000-0002-5159-1205>

REFERENCES

1. Yasojima T, Kizuka T, Noguchi H, Shiraki H, Mukai N, Miyana-ga Y. Differences in EMG activity in scapular plane abduction under variable arm positions and loading conditions. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(4):716-21.
2. Poppen NK, Walker PS. Forces at the glenohumeral joint in abduction. *Clin Orthop Relat Res* 1978;(135):165-70.
3. Sahrmann S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. St. Louis: Mosby; 2001;216-9.
4. Clisby EF, Bitter NL, Sandow MJ, Jones MA, Magarey ME, Jaberzadeh S. Relative contributions of the infraspinatus and deltoid during external rotation in patients with symptomatic subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17(1 Suppl):87S-92S.
5. Meister K. Injuries to the shoulder in the throwing athlete. Part one: biomechanics/pathophysiology/classification of injury. *Am J Sports Med* 2000;28(2):265-75.
6. Wang CH, McClure P, Pratt NE, Nobilini R. Stretching and strengthening exercises: their effect on three-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(8):923-9.
7. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med* 1998;26(2):325-37.
8. Dvir Z, Berme N. The shoulder complex in elevation of the arm: a mechanism approach. *J Biomech* 1978;11(5):219-25.
9. Moeller CR, Bliven KC, Valier AR. Scapular muscle-activation ratios in patients with shoulder injuries during functional shoulder exercises. *J Athl Train* 2014;49(3):345-55.
10. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 2000;80(3):276-91.

11. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Danneels LA, Cambier DC. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med* 2003;31(4):542-9.
12. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Vanderstraeten GG, Cambier DC. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med* 2004;38(1):64-8.
13. Kneeshaw D. Shoulder taping in the clinical setting. *J Bodyw Mov Ther* 2002;6(1):2-8.
14. McNeill W, Pedersen C. Dynamic tape. Is it all about controlling load? *J Bodyw Mov Ther* 2016;20(1):179-88.
15. Selkowitz DM, Chaney C, Stuckey SJ, Vlad G. The effects of scapular taping on the surface electromyographic signal amplitude of shoulder girdle muscles during upper extremity elevation in individuals with suspected shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(11):694-702.
16. Morin GE, Tiberio D, Austin G. The effect of upper trapezius taping on electromyographic activity in the upper and middle trapezius region. *J Sport Rehabil* 1997;6(4):309-18.
17. Kaya E, Zinnuroglu M, Tugcu I. Kinesio taping compared to physical therapy modalities for the treatment of shoulder impingement syndrome. *Clin Rheumatol* 2011;30(2):201-7.
18. Parreira Pdo C, Costa Lda C, Hespanhol LC Jr, Lopes AD, Costa LO. Current evidence does not support the use of Kinesio Taping in clinical practice: a systematic review. *J Physiother* 2014;60(1):31-9.
19. Bittencourt N, Leite M, Zuin A, Pereira M, Gonçalves G, Signorette S. Dynamic taping and high frontal plane knee projection angle in female volleyball athletes. *Br J Sports Med* 2017;51(4):297-8.
20. Park SJ, Kim SY. The effect of scapular dynamic taping on pain, disability, upper body posture and range of motion in the postoperative shoulder. *J Korean Soc Phys Med* 2018;13(4):149-62.
21. Robinson NA, Spratford W, Welvaert M, Gaida J, Fearon AM. Does Dynamic Tape change the walking biomechanics of women with greater trochanteric pain syndrome? A blinded randomised controlled crossover trial. *Gait Posture* 2019;70:275-83.
22. Chen TL, Wong DW, Peng Y, Zhang M. Prediction on the planar fascia strain offload upon Fascia taping and Low-Dye taping during running. *J Orthop Translat* 2019;20:113-21.
23. Kendrick R. Upper limb offload. Dynamic Tape [Internet]. 2014 Jul [cited 2019 May 11]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=Hlt3j9-7kF0&t=384s>.
24. Kim SY, Oh DW, Kim TY, Nam SJ, Yoo HS. Effects of deltoid inhibition taping on the surface electromyographic activity of shoulder girdle muscles during upper limb elevation in healthy shoulders. *Phys Ther Korea* 2008;15(4):34-42.
25. Cools AM, Witvrouw EE, Danneels LA, Cambier DC. Does taping influence electromyographic muscle activity in the scapular rotators in healthy shoulders? *Man Ther* 2002;7(3):154-62.
26. Minning S, Eliot CA, Uhl TL, Malone TR. EMG analysis of shoulder muscle fatigue during resisted isometric shoulder elevation. *J Electromyogr Kinesiol* 2007;17(2):153-9.
27. Ha YI, Kang YT, Lee KS, Seo KW, Seo KE, Lee IG. Comparative analysis of the shoulder joint on agonists' EMG activities with and without taping during isometric flexion and extension. *Korean J Sport Biomech* 2008;18(1):85-95.
28. Green S, Buchbinder R, Hetrick S. Physiotherapy interventions for shoulder pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(2):CD004258.
29. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17(1):25-33.
30. Saha AK. Dynamic stability of the glenohumeral joint. *Acta Orthop Scand* 1971;42(6):491-505.
31. Sparkes V, Smith M, Busse M. Scapular taping in the therapeutic management of sub - acromial impingement symptoms — exploration of a clinical theory. *Physiother Res Int* 2007;12(4):203-4.
32. Han GS, Kim SY. The initial effect of deltoid inhibition taping on shoulder pain, function, strength level and range of motion in patients with shoulder impingement syndrome. *J Korean Soc Phys Med* 2011;6(3):341-51.