Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 9, pp. 325-332, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.325

테니스 플랫서브시 키네시올로지 테이핑 적용에 따른 어깨뼈의 운동학적 분석

김태규[1], 최호경[2*]
[1]부경대학교 해양스포츠학과 교수, [2]부경대학교 스포츠과학연구소 연구원

Kinematic analysis of scapular movements during flat first serve depending on tape application

Taegyu Kim[1], Hokyung Choi[2*]
[1]Professor, Department of Marin Sports, Pukyong National University
[2]Researcher, Research Institute for Sports Sciences, Pukyong National University

요 약 본 연구는 대학 테니스 선수를 대상으로 플랫서브 동안 어깨관절 충돌 증후군 유무에 따른 어깨뼈 움직임의 차이를 분석하고 어깨뼈 움직임을 조절하는 키네시올로지 테이핑 적용 효과를 확인하고자 하였다. K대학교에서 훈련 중인 15명의 엘리트 테니스 선수를 어깨관절 충돌 증후군(SIS)집단 7명(남자 3명, 여자 4명)과 대조(CON)집단 8명(남자 5명, 여자 3명)으로 분류하였고, 3차원 영상분석을 통해 플랫서브 동안 어깨뼈 움직임을 분석하였으며, 키네시올로지 테이핑 적용 후 어깨뼈 움직임을 재분석하였다. 플랫서브는 5개의 이벤트로 구분하였고, 어깨뼈의 아래쪽(+)/위쪽(-) 돌림, 뒤쪽(+)/앞쪽(-) 기울임 및 안쪽(+)/가쪽(-) 돌림을 수치화하였다. 그 결과, 남자선수의 경우 위팔뼈가 최대 가쪽돌림이 되는 지점과 임팩트 순간에서 SIS집단의 어깨뼈(각각 -7.31±1.19°와 -5.28±1.08°)가 CON집단(각각 -0.98±5.38°와 -0.44±3.52°)에 비해 앞쪽으로 더 기울어져 있었고(각각 Z=-2.309, p=.021와 Z=-2.309, p=.021), 여자선수의 경우 위팔뼈가 최대 가쪽돌림이 되는 지점에서 SIS집단의 어깨뼈(-8.11±2.57°)가 CON집단(-0.97±3.31°)에 비해 앞쪽으로 더 기울어져 있었으나(Z=-2.121, p=.034), 테이핑 적용에 따른 어깨뼈 움직임의 긍정적인 변화는 보이지 않았다.

주제어 : 융합, 테니스, 어깨뼈, 어깨관절 충돌 증후군, 테이핑

Abstract This study aimed to identify the difference of scapular movements between tennis players with and without shoulder impingement syndrome(SIS) and to verify the effect of kinesiology taping applied to scapular. A total of 15 players were categorized in SIS group(n=7) and control(CON) group(n=8). The scapular movements evaluated using 3-dimensional motion analysis in the 5 events of the flat first serve before and after the application of taping. The male of SIS group(-7.31±1.19° and -5.28±1.08°, respectively) had tilted scapular more anteriorly compared to CON group(-0.98±5.38° and -0.44±3.52°, respectively) at the maximally humeral external rotation and the impact(Z=-2.309, p=.021 and Z=-2.309, p=.021, respectively). The scapular(-8.11±2.57°) of female in SIS group tilted more anteriorly than that of CON(-0.97±3.31°) group at the maximally humeral external rotation(Z=-2.121, p=.034). But the scapular movements had no statistical differences between before and after the application of taping.

Key Words : Convergence, Tennis, Scapular, Shoulder Impingement Syndrome, Taping

*This work was supported by the Pukyong National University Research Fund in 2017 (C-D-2017-1494).
*Corresponding Author : Hokyung Choi(ghruddl82@gmail.com)
Received July 15, 2020 Revised August 18, 2020
Accepted September 20, 2020 Published September 28, 2020

1. 서론

1.1 연구의 필요성

테니스는 전 세계적으로 가장 인기 있는 스포츠 종목 중 하나로, 다른 스포츠 종목과는 달리 매치(match)에 대한 시간제한이 없어 몇 시간에 걸쳐 매치가 진행되기도 한다[1,2]. 이로 인해 테니스 선수들에게는 유산소(aerobic) 능력 및 무산소(anaerobic) 능력이 요구되는데, 이와 함께 다양하고 복잡한 스트로크(stroke)와 서브(serve) 기술이 함께 요구된다[1]. 이러한 이유로 테니스 선수는 다른 오버헤드(overhead) 스포츠 종목 선수와 마찬가지로 어깨관절(shoulder joint)에 과사용(overuse)으로 인한 반복적 손상(repetitive trauma)이 흔히 발생한다[1]. 실제, 테니스 선수들이 경험하는 스포츠 손상을 분석한 선행연구에서는 1000시간 매치 참여당 0.04-3.0건의 스포츠 손상이 발생하는데, 이 중 31-67%는 하지(lower extremity)에서 급성(acute)으로 발생하는 반면, 20-49%는 상지(upper extremity)에서 만성(chronic)으로 발생된다고 보고하였으며, 특히 어깨관절에서 높은 발병빈도를 보인다고 언급하였다[1,2].

테니스와 같은 오버헤드 스포츠 종목은 오목위팔관절(glenohumeral joint)의 움직임 변화 또는 어깨뼈 운동장애(scapular dyskinesis)와 같은 어깨-가슴관절(scapulo- thoracic articulation)의 변형을 유발하기도 하는데[3], 이러한 변형과 어깨 부상의 관계는 오랫동안 연구가 진행되었으나 현재까지도 논란이 되는 부분이다[4-6]. 그러나, 어깨이음뼈(shoulder girdle)의 생역학적 측면과 어깨뼈(scapula)의 역할을 고려하면 어깨뼈의 비정상적인 움직임은 봉우리밑 공간(subacromial space)을 좁게 만들어 어깨관절 충돌 증후군(shoulder impingement syndrome)과 같은 부상을 유발한다고 할 수 있으며[3], 수영선수와 핸드볼선수를 대상으로 한 선행연구에서도 어깨 통증이 있는 선수의 척추와 어깨뼈 아래모서리(inferior border) 사이의 거리 또는 봉우리뼈와 위팔뼈 머리까지의 거리가 그렇지 않은 선수에 비해 더 짧은 것으로 보고하였다[7,8]. 또한, 어깨뼈 운동장애(scapular dyskinesis)를 가진 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 하부 등세모근(lower trapezius)과 앞톱니근(serratus anterior)의 근활성도가 감소되어 어깨뼈의 앞쪽기울임(anterior tilt)이 증가되어 있음을 확인하였다[9,10].

키네시올로지 테이핑(kinesiology taping)은 근골격계 손상을 예방하거나 치료하기 위해 흔히 사용되는 방법 중 하나로, 최근 어깨뼈 움직임을 조절하기 위해 그 사용이 증가하고 있다[3,11,12]. 이러한 테이핑은 기계수용기(mechanoreceptor)를 자극함으로써 움직임 패턴의 동원 능력을 향상시키고[13], 기계적 자극을 제공함으로써 통증을 완화시키며[14], 혈액순환과 림프순환을 향상시키는 것으로 보고되고 있으나[15], 테이핑의 명확한 기전은 불명확하게 남아있다[3].

어깨관절의 통증 및 기능부전이 이완자세(resting position)에서의 어깨뼈 위치 및 움직임과 관련이 있을 것으로 보고되었고[16,17], 이를 확인하기 위해 어깨뼈를 덮고 있는 피부에 부착하는 마커 (markers)를 기반으로 하는 측정방법이 흔히 사용되고 있다[18]. 그러나, Matsui et al.[18]은 팔을 완전히 들어 올렸을 때 어깨뼈의 안쪽모서리(medial border) 마커 위치는 실제 어깨뼈의 안쪽모서리 위치와 87mm의 차이를 보이는 것으로 보고하였고, Karduna et al.[19]은 팔을 120° 이상 굽히게 되면 어깨뼈와 피부 위의 마커 오차가 급격히 증가하는 것으로 보고하는 등 이완자세에서 어깨뼈에 부착된 마커는 어깨뼈의 움직임을 확인하는 데에는 부정확할 수 있다고 언급되었다[18]. 이러한 문제점을 보완하기 위해 3개의 축으로 이루어진 봉우리 마커 무리(acromial marker cluster, AMC)를 사용하여 어깨뼈 움직임을 확인하는데, 이러한 마커는 측정자간 신뢰도와 측정시기간 신뢰도 모두 양호(good) 이상인 것으로 보고하며, 어깨뼈 움직임 측정에 있어 AMC 형태의 마커 사용을 제안하였다[20].

1.2 연구의 목적

테니스 종목에서 서브(serve)는 가장 많은 에너지가 요구되는 동작으로 테니스 매치 동안 행하는 총 스트로크의 45-60%를 차지하는 것으로 보고되었다[1]. 서브 동작과 같은 오버헤드 동작을 하는 동안 어깨뼈(scapular)는 관절오목(glenoid fossa)과 위팔뼈 머리(humeral head)의 관절면 일치도를 향상시키고 어깨뼈 주변 근육이 짝힘(force-coupling)을 만들어 안정성을 제공하는 등 기능적으로 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있는데[21], 어깨뼈의 앞쪽기울임(anterior tilting)과 내밈(protraction) 등과 같은 위치이상(malposition)은 어깨관절 충돌 증후군과 같은 어깨관절의 통증을 유발하는 원인이 되기도 한다[3,21]. 따라서 본 연구에서는 대학 테니스 선수를 대상으로 플랫서브(flat first serve) 동안 어깨관절 충돌 증후군 유무에 따른 어깨뼈 움직임의 차이를 분석하고, 어깨뼈 움직임을 조절하는 키네시올로지 테이핑 적용에 따른 어깨뼈 움직임의 변화를 비교

하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

K대학교에서 훈련 중인 엘리트 테니스 선수 중 팔을 올릴 때 봉우리밑(subacromion) 또는 위팔뼈 큰결절(greater tuberosity)의 통증이 있고 Neer 충돌 검사, Hawkins-Kennedy 충돌 검사, Empty can 검사 및 painful arc 검사 중 2개 이상의 검사에서 양성소견을 보인 선수 7명을 어깨관절 충돌 증후군 집단(SIS)으로 분류하였고, 통증이 없고 모든 이학적 검사에서 음성소견을 보인 선수 8명을 대조집단(CON)으로 분류하였다. 본 연구의 모든 절차는 부경대학교 생명윤리위원회로부터 승인을 받았고, 모든 연구대상자는 본 연구의 절차 및 방법에 대해 충분한 설명을 들은 후 자발적으로 참여한다는 서면 동의서를 작성하였다. 연구대상자의 인구통계학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Participants' demographic characteristics

Gender	Group	Age (yrs.)	Height (cm)	Weight (kg)	Career (yrs.)
Male (n=8)	SIS (n=3)	22.00 ±1.15	179.25 ±11.17	74.50 ±6.85	10.75 ±1.70
	CON (n=5)	21.25 ±1.50	181.75 ±5.67	74.75 ±4.57	13.00 ±2.70
Female (n=7)	SIS (n=4)	21.25 ±0.95	163.00 ±8.40	64.00 ±3.36	10.50 ±1.91
	CON (n=3)	21.66 ±1.52	163.66 ±4.04	54.00 ±2.64	10.66 ±1.52

SIS: shoulder impingement syndrome, CON: control

2.2 3차원 어깨뼈 움직임 자료수집 절차

몸통(trunk)과 위팔(humerus) 및 어깨뼈에 부착된 반사마커의 궤적(trajectories)을 추적하고자 적외선 카메라(7+, Qualisys AB, SWE) 10대와 컬러 비디오카메라(Oqus 2c, Qualisys AB, SWE) 1대가 포함된 Qualisys Motion capture system(Qualisys AB, Sweden)를 사용하여 서브가 시행되는 위치를 중심으로 배치하였고, 카메라로부터 전송된 자료는 Qualisys Track Manager 2.15(Qualisys AB, Sweden)를 사용하여 수집하였다.

우선, 모든 연구대상자는 인구통계학적 특성과 운동경력, 우성상지(dominant arm), 병력 등이 포함된 설문을 작성하도록 교육한 후, 어깨뼈 움직임 분석을 위해 국제운동역학회(International Society of Biomechanics, ISB)가 권고한 프로토콜[22]과 Rogowski et al.[23]의 연구를 토대로 11개의 반사마커를 가슴우리(thorax)과 우성상지에 부착하였으며, 어깨뼈 봉우리(acromion) 끝에는 봉우리 마커 무리(AMC) 반사마커를 부착하였다[24]. 또한 임팩트 순간을 확인하기 위해 자신이 사용하는 라켓 프레임에 3개의 반사마커를 부착하였고 공에는 반사 테이프를 부착하였다[23].

실험 시작 전 10분간 충분한 준비운동(warm-up)을 한 후, 12회의 플랫서브를 연습할 수 있도록 교육하였고, 이후 성공한 플랫서브 중 가장 속도가 빠른 3회의 서브에 대해 수집된 자료를 분석에 사용하였다[23]. 키네시올로지 테이핑 적용 후에도 같은 방법으로 3회의 성공한 플랫서브에 대한 자료를 수집하였다.

2.3 키네시올로지 테이핑

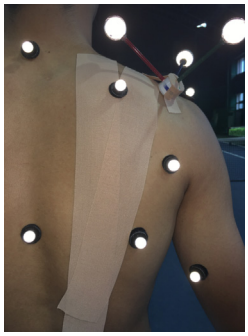

Fig. 1. Kinesiology Taping

본 연구에서는 어깨뼈 움직임 조절을 위해 표준 2-in (5cm) beige tape(MSSM Kino Soft Inc, Seoul, South Korea)를 사용하여 Lewis et al.[25]가 제안한 테이핑 방법으로 모든 연구대상자의 우세측 어깨뼈에 적용하였다(Fig. 1 참고). 우선, 연구대상자를 등받이가 없는 의자에 허리를 곧게 편 상태를 유지한 채 앉아 어깨뼈를 뒤당김(retraction) 및 내림(depression)하도록 교육한 후, 1번째 등뼈부터 12번째 등뼈까지 길이의 테이프를 등뼈 가시돌기(spinous process)에서 우세측으로 5cm 떨어진 지점에서 등뼈와 평행하게 부착하였고, 어깨뼈 가시(scapular spine)의 중간 지점에서부터 12번째 등뼈 가시돌기까지 사선으로 테이프를 적용하였다[25]. 테이프를 적용할 때, 피부에 주름이 생기지 않도록 적용하였고, 테이프 적용 후에는 선수들에게 테이핑 적용할 때 교육했던 자세를 능동적으로 유지하지 않도록 교육하였다.

2.4 자료정리 및 분석

플랫서브는 5개의 이벤트로 구분하여 각 이벤트에서 어깨뼈 위치를 확인하였다; 선수가 서브를 위해 공을 던져 올리는 순간(E1), 총 코킹구간(cocking phase)의 75% 지점(E2), 위팔뼈(humerus)가 최대 가쪽돌림

(external rotation)이 되는 지점(E3), 임팩트 순간(E4), 임팩트 이후 라켓이 가장 낮은 높이가 되는 지점(E5). 어깨뼈 위치는 국제운동역학회(ISB)의 권고에 따라 어깨뼈의 분절좌표시스템(Segment Coordinate System, SCS)을 형성하여 가슴우리(thorax)의 분절좌표시스템(SCS)에 대해 3개의 축(axis)으로 분해하여 각 축에 대해 아래쪽(+)/위쪽(-) 돌림(downward/upward rotation), 뒤쪽(+)/앞쪽(-) 기울임(posterior/anterior tilt), 안쪽(+)/가쪽(-) 돌림(internal /external rotation)으로 정의하였고[22], 3회 플랫서브의 평균값을 각각 산출하였다.

모든 측정값과 산출값은 SPSS 21.0 for window 통계프로그램을 이용하여 집단과 성별에 따른 정규성 검정을 실시하였고, 그 결과 정규분포를 만족하지 않는 것으로 확인되어(p<.05) 비모수검정법을 사용하여 분석하였다. 각 이벤트에서 어깨뼈 위치에 대한 집단간 차이를 확인하기 위해 만-위트니 U 검증(Mann-Whitney U test)을 실시하였고, 키네시올로지 테이핑 적용 전후 집단내 어깨뼈 위치의 변화를 확인하기 위해 윌콕슨 부호 순위 검증(Wilcoxon signed rank test)을 실시하였다. 모든 가설의 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 플랫서브 시 어깨뼈의 아래쪽/위쪽돌림 차이

Table 2는 각 이벤트 시점에서의 키네시올로지 테이핑 적용 전후 집단간 어깨뼈의 아래쪽/위쪽 돌림 차이를 비교분석한 결과이다. 모든 이벤트 시점에서 남녀 모두 테이핑 적용 전후의 집단 간 차이를 보이지 않았다.

3.2 플랫서브 시 어깨뼈의 뒤쪽/앞쪽기울임 차이

Table 3은 각 이벤트 시점에서의 키네시올로지 테이핑 적용 전후 집단간 어깨뼈의 뒤쪽/앞쪽 기울임 차이를 비교분석한 결과이다. 남자선수의 경우, E3에서 테이핑 적용 전후 모두 SIS집단의 어깨뼈(각각 -7.31±1.19°와 -9.97±3.59°)가 CON집단(각각 -0.98±5.38°와 -2.02±5.75°)보다 더 앞쪽으로 기울어져 있었고(각각 Z=-2.309, p=.021와 Z=-2.021, p=.043), E4에서는 테이핑 적용 후 SIS집단의 어깨뼈(-5.28±1.08°)가 CON집단(-0.44±3.52°)보다 더 앞쪽으로 기울어져 있었다(Z=-2.309, p=.021). 여자선수의 경우 또한 E3에서 테이핑 적용 전후 모두 SIS집단의 어깨뼈(각각 -8.11±2.57°와 -5.68±1.63°)가 CON집단 (각각 -0.97±3.31°와 0.80±2.15°)보다 더 앞쪽으로 기울어져 있었고(각각 Z=-2.121, p=.034와 Z=-2.121, p=.034), E4에서는 테이핑 적용 후 SIS집단의 어깨뼈(-4.83±2.55°)가 CON집단(-1.73±0.14°)보다 더 앞쪽으로 기울어져 있었다(Z=-2.121, p=.034).

Table 2. The difference of scapular downward/upward rotation depending on the application of kinesiology taping

Gender	Event	Group	Pre-taping	Post-taping	Z (p)
Male	E1	SIS(n=3)	-7.84±4.31	-7.91±4.76	-0.365 (.715)
		CON(n=5)	-5.94±2.26	-5.06±2.42	-1.826 (.068)
		Z (p)	-0.577 (.564)	-0.577 (.564)	
	E2	SIS(n=3)	-4.10±7.36	-3.93±7.29	-0.365 (.715)
		CON(n=5)	4.34±3.78	3.91±3.31	-0.365 (.715)
		Z (p)	-1.443 (.149)	-1.443 (.149)	
	E3	SIS(n=3)	4.41±5.58	4.50±2.92	-0.365 (.715)
		CON(n=5)	1.95±7.52	2.56±5.84	-0.365 (.715)
		Z (p)	-0.577 (.564)	-0.577 (.564)	
	E4	SIS(n=3)	0.46±6.40	0.43±4.31	-0.365 (.715)
		CON(n=5)	-1.54±7.12	-1.51±6.58	0.001 (.999)
		Z (p)	-0.577 (.564)	-0.289 (.773)	
	E5	SIS(n=3)	-7.49±5.66	-7.03±6.92	-0.365 (.715)
		CON(n=5)	-5.70±7.13	-6.03±6.54	-1.095 (.273)
		Z (p)	-0.289 (.773)	-0.289 (.773)	
Female	E1	SIS(n=4)	4.26±10.08	4.51±7.61	-0.365 (.715)
		CON(n=3)	-1.55±4.53	-0.75±4.37	-1.604 (.109)
		Z (p)	-0.707 (.480)	-0.707 (.480)	
	E2	SIS(n=4)	3.23±11.07	4.25±8.48	-0.365 (.715)
		CON(n=3)	5.21±9.59	5.17±10.39	0.001 (.999)
		Z (p)	-0.354 (.742)	0.001 (.999)	
	E3	SIS(n=4)	9.78±13.40	8.65±11.66	-1.095 (.273)
		CON(n=3)	3.78±7.20	4.91±7.59	-1.604 (.109)
		Z (p)	-0.707 (.480)	-0.354 (.724)	
	E4	SIS(n=4)	5.03±13.32	4.42±9.44	-0.730 (.465)
		CON(n=3)	2.88±5.24	3.89±5.03	-1.069 (.285)
		Z (p)	-0.354 (.724)	-0.354 (.724)	
	E5	SIS(n=4)	-1.56±13.09	-3.49±12.64	-1.826 (.068)
		CON(n=3)	2.60±7.19	2.47±9.79	0.001 (.999)
		Z (p)	-0.354 (.724)	-1.061 (.289)	

Unit: degree (°). Values express as mean ± standard deviation. Positive (+) and negative (-) values mean downward and upward rotation, respectively. SIS: shoulder impingement syndrome, CON: control, E1: Ball release, E2: First 75% timing of the cocking phase,
E3: Maximally externally rotated humerothoracic joint, E4: Ball impact, E5: Minimal height of the tennis racket

Table 3. The difference of scapular posterior/anterior tilting depending on the application of kinesiology taping

Gender	Event	Group	Pre-taping	Post-taping	Z (p)
Male	E1	SIS(n=3)	-5.13±2.34	-6.89±1.74	-1.826 (.068)
		CON(n=5)	-3.87±3.72	-4.30±3.00	-0.730 (.465)
		Z (p)	-0.577 (.564)	-1.443 (.149)	
	E2	SIS(n=3)	-14.02±2.46	-15.23±3.53	-1.461 (.144)
		CON(n=5)	-14.13±4.19	-14.02±5.12	-0.365 (.715)
		Z (p)	0.001 (.999)	-0.289 (.773)	
	E3	SIS(n=3)	-7.31±1.19	-9.97±3.59	-1.461 (.144)
		CON(n=5)	-0.98±5.38	-2.02±5.75	-1.461 (.144)
		Z (p)	-2.309 (.021)	-2.021 (.043)	
	E4	SIS(n=3)	-3.76±1.14	-5.28±1.08	-1.461 (.144)
		CON(n=5)	-0.07±3.95	-0.44±3.52	-0.730 (.465)
		Z (p)	-1.443 (.149)	-2.309 (.021)	
	E5	SIS(n=3)	0.96±2.71	-0.31±2.43	-1.095 (.273)
		CON(n=5)	2.67±3.81	-0.23±5.10	-1.461 (.144)
		Z (p)	-0.577 (.564)	-0.289 (.773)	
Female	E1	SIS(n=4)	-5.89±1.93	-3.35±3.35	-1.826 (.068)
		CON(n=3)	-4.20±7.14	-4.01±5.01	0.001 (.999)
		Z (p)	-0.707 (.480)	-0.354 (.742)	
	E2	SIS(n=4)	-10.55±1.49	-8.63±2.58	-1.461 (.144)
		CON(n=3)	-13.45±4.57	-12.35±3.56	-1.069 (.285)
		Z (p)	-1.061 (.289)	-1.768 (.077)	
	E3	SIS(n=4)	-8.11±2.57	-5.68±1.63	-1.461 (.144)
		CON(n=3)	-0.97±3.31	0.80±2.15	-1.069 (.285)
		Z (p)	-2.121 (.034)	-2.121 (.034)	
	E4	SIS(n=4)	-7.78±5.26	-4.83±2.55	-1.461 (.144)
		CON(n=3)	-2.74±2.14	-1.73±0.14	-0.535 (.593)
		Z (p)	-1.061 (.289)	-2.121 (.034)	
	E5	SIS(n=4)	0.86±5.69	5.47±5.46	-1.826 (.068)
		CON(n=3)	0.48±5.32	1.50±3.40	-0.535 (.593)
		Z (p)	0.001 (.999)	-0.707 (.480)	

Unit: degree (°). Values express as mean ± standard deviation. Positive (+) and negative (-) values mean posterior and anterior tilt, respectively. SIS: shoulder impingement syndrome, CON: control, E1: Ball release, E2: First 75% timing of the cocking phase,
E3: Maximally externally rotated humerothoracic joint, E4: Ball impact, E5: Minimal height of the tennis racket

Table 4. The difference of scapular internal/external rotation depending on the application of kinesiology taping

Gender	Event	Group	Pre-taping	Post-taping	Z (p)
Male	E1	SIS(n=3)	8.29±2.68	8.74±3.34	-1.461 (.144)
		CON(n=5)	7.22±6.44	8.35±6.77	-0.365 (.715)
		Z (p)	-0.289 (.773)	-0.289 (.773)	
	E2	SIS(n=3)	-2.45±8.29	-1.06±7.80	-1.461 (.144)
		CON(n=5)	8.82±11.41	8.69±11.82	-0.365 (.715)
		Z (p)	-1.443 (.149)	-0.866 (.386)	
	E3	SIS(n=3)	21.07±7.40	19.63±7.81	-0.730 (.465)
		CON(n=5)	21.55±6.71	21.95±5.23	0.001 (.999)
		Z (p)	0.001 (.999)	-0.577 (.564)	
	E4	SIS(n=3)	16.97±5.18	15.83±5.36	-1.095 (.273)
		CON(n=5)	13.90±5.38	13.73±5.40	-0.365 (.715)
		Z (p)	-0.289 (.773)	-0.289 (.773)	
	E5	SIS(n=3)	19.31±5.24	18.63±2.71	-0.365 (.715)
		CON(n=5)	15.24±5.09	15.68±6.56	-0.365 (.715)
		Z (p)	-1.155 (.248)	-0.866 (.386)	
Female	E1	SIS(n=4)	6.37±10.48	6.30±8.79	-1.095 (.273)
		CON(n=3)	4.21±2.11	3.86±0.28	0.001 (.999)
		Z (p)	0.001 (.999)	0.001 (.999)	
	E2	SIS(n=4)	-2.72±5.88	-2.45±5.52	-0.365 (.715)
		CON(n=3)	3.18±12.97	2.51±15.07	-0.535 (.593)
		Z (p)	-0.707 (.480)	-0.354 (.724)	
	E3	SIS(n=4)	8.39±6.74	8.80±3.50	0.001 (.999)
		CON(n=3)	14.03±3.12	13.22±4.99	-1.069 (.285)
		Z (p)	-1.414 (.157)	-1.414 (.157)	
	E4	SIS(n=4)	2.54±5.94	2.80±6.88	0.001 (.999)
		CON(n=3)	10.76±8.28	9.91±5.99	-0.535 (.593)
		Z (p)	-1.768 (.077)	-1.414 (.157)	
	E5	SIS(n=4)	16.79±5.00	17.77±6.20	-0.730 (.465)
		CON(n=3)	18.95±8.72	17.09±6.44	-1.069 (.285)
		Z (p)	-0.354 (.724)	-0.354 (.724)	

Unit: degree (°). Values express as mean ± standard deviation. Positive (+) and negative (-) values mean internal and external rotation, respectively. SIS: shoulder impingement syndrome, CON: control, E1: Ball release, E2: First 75% timing of the cocking phase,
E3: Maximally externally rotated humerothoracic joint, E4: Ball impact, E5: Minimal height of the tennis racket

3.3 플랫서브 시 어깨뼈의 안쪽/가쪽돌림 차이

Table 4는 각 이벤트 시점에서의 키네시올로지 테이핑 적용 전후 집단간 어깨뼈의 안쪽/가쪽 돌림 차이를 비교분석한 결과이다. 모든 이벤트 시점에서 남녀 모두 테이핑 적용 전후의 집단 간 차이를 보이지 않았다.

4. 논의

본 연구에서는 대학 테니스 선수를 대상으로 플랫서브 동안 어깨관절 충돌 증후군 유무에 따른 어깨뼈 움직임의 차이를 분석하고, 키네시올로지 테이핑 적용에 따른 어깨뼈 움직임의 변화를 비교하고자 하였다. 그 결과,위팔뼈(humerus)가 최대 가쪽돌림(external rotation)이

되는 지점인 후기코킹에서 어깨관절 충돌 증후군을 가진 선수의 어깨뼈가 그렇지 않은 선수에 비해 앞쪽으로 더 기울어져 있는 것을 확인할 수 있었으나, 테이핑 적용에 따른 어깨뼈 움직임의 긍정적인 변화는 보이지 않았다.

테니스 서브는 오버헤드 동작(mechanism)일 뿐만 아니라 짧은 시간에 큰 파워와 가속이 요구되어 우세 상지(dominant upper limb) 특히 어깨관절에 큰 부하(load)가 발생하는 잠재적으로 어깨관절 손상을 유발하는 동작이라 할 수 있다[23,26]. 특히, 코킹 구간에서 엘리트 테니스 선수의 어깨관절은 체간의 과다폄(hyperextension)과 어깨가슴관절(scapulothoracic joint)의 움직임을 동반하여 172°까지 가쪽돌림(external rotation)이 되는 것으로 보고되었고[27], 코킹 구간에서는 어깨관절의 가쪽회전이 증가함에 따라 어깨뼈의 뒤쪽기울임(posterior tilting)이 증가하는 것으로 확인되었다[28]. 어깨뼈 위치 또는 움직임의 변화와 어깨관절 손상의 명확한 인과관계를 설명하기 어렵다는 주장도 제기되었으나[29], 어깨뼈의 뒤쪽기울임 감소 등과 같은 어깨뼈 운동장애는 어깨관절 장애 및 손상과 관련이 있을 수 있다고 보고되었고[30,31], 본 연구에서도 위팔뼈가 최대 가쪽돌림이 되는 코킹 구간에서 어깨관절 충돌 증후군을 가진 선수의 어깨뼈(남자 -7.31±1.19°, 여자 -8.11±2.57°)가 대조선수 (남자 -0.98± 5.38°, 여자 -0.97±3.31°)에 비해 더 앞쪽으로 기울어져 있는 것을 확인하여 이러한 선행연구를 지지하는 결과를 보였다. 한 선행연구에서는 위팔오목관절(glenohumeral joint) 가쪽돌림이 2.3° 증가할 때마다 어깨뼈의 뒤쪽기울임이 1°가 증가하여 2.3:1의 비율을 보이는 것으로 보고하였고[32], 특히 초기 코킹 구간에서는 1.4:1의 비율을 보였으나, 위팔오목관절이이 135° 이상 벌림(adduction)이 되는 후기 코킹 구간에서는 3.2:1의 비율을 보이는 것으로 확인되었다[32]. 추후 연구에서는 위팔오목관절의 가쪽돌림을 고려하여 어깨뼈 뒤쪽기울임의 비율을 확인한다면, 어깨관절의 손상과 어깨뼈 움직임과의 연관성을 규명하는 데에 더 의미 있는 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

일반적으로 어깨관절 충돌 증후군 진단을 받은 환자의 안정 시 어깨뼈는 위쪽돌림과 가쪽돌림이 감소되어 있고[29], 팔을 들어 올리거나 내릴 때도 어깨뼈의 가쪽돌림은 감소되는 경향이 있는데[33], 어깨뼈의 가쪽돌림 감소는 봉우리밑공간에 부정적인 영향을 미치게 되고 이는 팔을 움직일 때 어깨관절의 통증을 유발하거나 어깨관절의 가동범위를 제한하는 원인이 될 수 있다[29]. 그러나 본 연구에서는 플랫 서브 동안 발생하는 어깨뼈의 아래쪽/위쪽 돌림과 안쪽/가쪽 돌림이 어깨관절 충돌 증후군 집단과 대조집단 간의 차이를 보이지 않았다. 한 선행연구에서는 어깨관절 충돌 증후군 환자가 팔을 들어 올리는 동안 위쪽 돌림이 증가하는 경향을 보인다고 설명하며, 이는 통증을 유발하는 어깨뼈 위치를 만들지 않기 위한 보상적인 움직임일 수 있다고 주장하였다[34]. 추후 연구에서는 어깨관절 충돌 증후군의 유병기간을 고려하여 어깨뼈 움직임을 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다.

테니스 선수와 같은 오버헤드 선수들이 오버헤드 동작을 반복적으로 시행하기 위해서는 어깨관절의 안정성(stability)과 가동성(mobility)이 동시에 요구되는데[4,35], 이러한 안정성과 가동성이 적절하게 유지되지 못하면 어깨관절 충돌 증후군과 같은 어깨관절 손상의 위험에 노출된다[35]. 따라서, 어깨관절 충돌 증후군의 재활프로그램은 어깨뼈 움직임 조절능력 회복을 강조하고 있고, 어깨뼈 움직임 조절을 위해 흔히 사용되는 방법이 테이핑이다[11]. 어깨관절 충돌 증후군을 진단받은 야구선수에게 어깨뼈 움직임을 조절하기 위한 테이핑을 적용했을 때 30-60° 팔을 들어 올리는 동안 어깨뼈의 뒤쪽기울임이 증가한 것을 확인하였고[11], 어깨관절 충돌 증후군 진단을 받은 환자의 어깨뼈에 테이핑을 적용했을 때에도 팔을 들어 올리거나 내리는 동안 어깨뼈의 가쪽돌림이 증가하였다고 보고되었다[12]. 그러나 본 연구에서는 플랫서브 모든 구간에서 테이핑 적용 후 어깨뼈 움직임에 대한 긍정적인 변화는 확인되지 않았고, 한 선행연구에서도 오버헤드 선수를 대상으로 어깨관절과 어깨뼈 부위의 테이핑 적용이 어깨뼈 위쪽돌림에 긍정적인 영향을 미치지 않았다고 보고하며[36], 선행연구에서 테이핑의 효과에 대한 결과가 일치하지 않았다. 기존의 문헌에서도 어깨관절 충돌 증후군 환자에게 적용한 테이핑의 효과가 일치하지 않는다고 보고 된 바[17]와 같이 어깨관절 충돌 증후군의 재활 또는 예방에 있어 테이핑 방법이 다른 치료 방법에 비해 더 큰 이점은 없을 것으로 생각된다[17].

오버헤드 선수들은 어깨관절 부상 위험에 항상 노출되어 있고, 이러한 어깨관절 부상의 기전(mechanism)을 규명하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구도 어깨관절 부상률이 높은 테니스 선수를 대상으로 어깨뼈 움직임을 분석하여 어깨관절 충돌 증후군과의 관련성을 확인하고 어깨뼈 움직임을 조절하는 테이핑의 효과를 봉우리 마커 무리(AMC)를 사용하여 3차원 영상분석을 통해 확인함으로써 어깨관절 충돌 증후군의 재활 및 예방

에 있어 유용한 정보를 제공하고자 하였다. 그러나, 본 연구에서는 통증과 관련된 보상작용이 발생할 수 있는 유병기간을 고려하지 않았고[34], 위팔뼈의 움직임에 대한 어깨뼈의 움직임을 확인하지 못하였다. 추후 연구에서는 어깨관절 충돌 증후군과 같은 어깨관절 부상의 유병기간을 고려하고 위팔뼈 움직임에 대한 어깨뼈 움직임의 비율을 고려한다면, 어깨관절 충돌 증후군의 발생 기전 및 예방 또는 재활에 더 유의미한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 어깨관절 충돌 증후군이 있는 대학 테니스 선수를 대상으로 플랫서브 동안 어깨뼈 움직임을 확인하고, 키네시올로지 테이핑 적용에 따른 어깨뼈 움직임의 변화를 비교하였다. 그 결과, 위팔뼈가 최대 가쪽돌림이 되는 지점에서 어깨관절 충돌 증후군을 가진 선수의 어깨뼈가 더 앞쪽으로 기울어져 있었으나, 테이핑 적용에 따른 어깨뼈 움직임의 긍정적인 변화는 보이지 않았다.

REFERENCES

[1] K. C. Chung & M. E. Lark. (2017). Upper extremity injuries in tennis players: diagnosis, treatment, and management. *Hand Clin., 33(1),* 175-186.

[2] B. M. Pluim, J. B. Staal, G. E. Windler & N. Jayanthi. (2006). Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *Br.J.Sports Med., 40,* 415-423.

[3] C. Tooth, C. Schwartz, D. Colman, J. Croisier, S. Bornheim, O. Brüls, V. Denoël & B. Forthomme. (2020). Kinesiotaping for scapular dyskinesis: The influence on scapular kinematics and on the activity of scapular stabilizing muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 51,* 102400. DOI:10.1016/j.jelekin.2020.102400

[4] A. M. Cools, F. Struyf, K. de Mey, A. Maenhout, B. Castelein & B. Cagnie. (2014). Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br.J.Sports Med., 48,* 692-697.

[5] W. B. Kibler, A. Sciascia & T. Wilkes. (2012). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg., 20,* 364-372.

[6] C. Littlewood & A. M. Cools. (2018). Scapular dyskinesis and shoulder pain: the devil is in the detail. *Br J Sports Med., 52,* 72-73.

[7] L. McKenna, L. Straker & A. Smith. (2012). Can scapular and humeral head position predict shoulder pain in adolescent swimmers and non-swimmers?. *J Sports Sci, 30,* 1767-1776.

[8] B. Clarsen, G. Myklebust & R. Bahr. (2013). Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. *Br. J. Sports Med., 47,* 495-502.

[9] M. Smith, V. Sparkes, M. Busse & S. Enright. (2009). Upper and lower trapezius muscle activity in subjects with subacromial impingement symptoms: is there imbalance and can taping change it?. *Physical Therapy in Sport, 10,* 45-50.

[10] C. A. Thigpen, D. A. Padua, L. A. Michener, K. Guskiewicz, C. Giuliani, J. D. Keener & N. Stergiou. (2010). Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks. *Journal of Electromyography and kinesiology, 20,* 701-709.

[11] Y. Hsu, W. Chen, H. Lin, W. T. Wang & Y. Shih. (2009). The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *Journal of electromyography and kinesiology, 19,* 1092-1099.

[12] A. F. Shaheen, A. M. Bull & C. M. Alexander. (2015). Rigid and elastic taping changes scapular kinematics and pain in subjects with shoulder impingement syndrome; an experimental study. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 25,* 84-92.

[13] S. Williams, C. Whatman, P. A. Hume & K. Sheerin. (2012). Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries. *Sports medicine, 42,* 153-164.

[14] M. van Herzeele, R. van Cingel, A. Maenhout, K. de Mey & A. Cools. (2013). Does the application of kinesiotape change scapular kinematics in healthy female handball players?. *Int J Sports Med., 34,* 950-955.

[15] L. Pyšný, J. Pyšná & D. Petrů. (2015). Kinesio Taping use in prevention of sports injuries during teaching of physical education and sport. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 186,* 618-623.

[16] J. D. Borstad. (2006). Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. *Phys The., 86,* 549-557.

[17] P. M. Ludewig & J. F. Reynolds. (2009). The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 39,* 90-104.

[18] K. Matsui, K. Shimada & P. D. Andrew. (2006). Deviation of skin marker from bone target during movement of the scapula. *Journal of Orthopaedic Science, 11,* 180-184.

[19] A. R. Karduna, P. W. McClure, L. A. Michener & B. Sennett. (2001). Dynamic measurements of three-

dimensional scapular kinematics: a validation study. *J Biomech Eng, 123,* 184-190.

[20] Y. Bet-Or, W. van den Hoorn, V. Johnston & S. O'Leary. (2017). Reliability and validity of an acromion marker cluster for recording scapula posture at end range clavicle protraction, retraction, elevation, and depression. *Journal of Applied Biomechanics, 33,* 379-383.

[21] H. van der Hoeven & W. B. Kibler. (2006). Shoulder injuries in tennis players. *Br J Sports Med., 40,* 435-40.

[22] G. Wu, F. C. T. van der Helm, H. D. Veeger, M. Makhsous, P. van Roy, C. Anglin, J. Nagels, A. R. Karduna, K. McQuade & X. Wang. (2005). ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion—Part II: shoulder, elbow, wrist and hand. *J Biomech, 38,* 981-992.

[23] I. Rogowski, T. Creveaux, V. Sevrez, L. Cheze & R. Dumas. (2015). How Does the Scapula Move during the Tennis Serve? *Med .Sci .Sports Exerc, 47,* 1444-1449.

[24] M. Šenk & L. A. Cheze. (2010). A new method for motion capture of the scapula using an optoelectronic tracking device: a feasibility study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin, 13,* 397-401.

[25] J. S. Lewis, C. Wright & A. Green. (2005). Subacromial impingement syndrome: the effect of changing posture on shoulder range of movement. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 35,* 72-87.

[26] B. Elliott, G. Fleisig, R. Nicholls & R. Escamilia. (2003). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport, 6,* 76-87.

[27] G. Fleisig, R. Nicholls, B. Elliott & R. Escamilla. (2003). Tennis: Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. *Sports Biomechanics, 2,* 51-64.

[28] K. Miyashita, H. Kobayashi, S. Koshida & Y. Urabe. (2010). Glenohumeral, scapular, and thoracic angles at maximum shoulder external rotation in throwing. *Am J Sports Med, 38,* 363-368.

[29] R. Keshavarz, S. B. Tajali, S. M. Mir & H. Ashrafi. (2017). The role of scapular kinematics in patients with different shoulder musculoskeletal disorders: a systematic review approach. *J Bodywork Movement Ther, 21,* 386-400.

[30] S. S. Burkhart, C. D. Morgan & W. B. Kibler. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy, 19,* 641-661.

[31] T. L. Uhl, W. B. Kibler, B. Gecewich & B. L. Tripp. (2009). Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. Arthroscopy. *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 25,* 1240-1248.

[32] l. Freedman & R. R. Munro. (1966). Abduction of the arm in the scapular plane: scapular and glenohumeral movements: a roentgenographic study. *JBJS, 48,* 1503-1510.

[33] A. D. Lopes, M. K. Timmons, M. Grover, R. M. Ciconelli & L. A. Michener. (2015). Visual scapular dyskinesis: kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. *Arch Phys .Med .Rehabil, 96,* 298-306.

[34] P. M. Ludewig & T. M. Cook. (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther, 80,* 276-291.

[35] P. A. Borsa, K. G. Laudner & E. L. Sauers. (2008). Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete. *Sports medicine, 38,* 17-36.

[36] S. T. Ozer, D. Karabay & S. S. Yesilyaprak. (2018). Taping to improve scapular dyskinesis, scapular upward rotation, and pectoralis minor length in overhead athletes. *Journal of Athletic Training, 53,* 1063-1070.

김 태 규(Tae-Gyu Kim) [정회원]

· 2003년 2월 : 부경대학교 해양스포츠학과(체육학사)
· 2008년 8월 : 한국체육대학교 건강관리학과(체육석사)
· 2012년 2월 : 한국체육대학교 체육학과(이학박사)
· 현재 : 부경대학교 해양스포츠학과 교수
· 관심분야 : 스포츠의학, 체육측정평가
· E-Mail : ktk7718@gmail.com

최 호 경(Ho-Kyung Choi) [정회원]

· 2005년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(보건학사)
· 2015년 2월 : 한국체육대학교 체육학과(체육석사)
· 2018년 8월 : 한국체육대학교 체육학과(이학박사)
· 관심분야 : 스포츠의학
· E-Mail : ghruddl82@gmail.com