

배드민턴 백핸드 스트로크 타구 유형에 따른 위팔노근과 긴 노쪽 손목평근의 근 활성화도 분석

중앙대학교 체육교육학과

이 건 희 · 임 비 오

Muscle Activities of the Brachioradialis and Extensor Carpi Radialis Longus According to the Type of Backhand Stroke in Badminton

Gun-Hee Lee, Bee-Oh Lim

Department of Physical Education, Chung-Ang University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate the muscle activities of the brachioradialis and extensor carpi radialis longus according to the type of backhand stroke in badminton.

Methods: To measure the muscle activities, we used electromyography (EMG) equipment to measure EMG values by performing maximal voluntary contraction (MVC) of the forearm muscles, which depends on the type of backhand stroke. With these values, the %maximum voluntary isometric contraction values were obtained. The data were calculated using SPSS ver. 21.0 and one-way repeated measures analysis of variance with a post-hoc least significant difference test.

Results: In this study, the backhand clear achieved higher maximum muscle activity values than those by the backhand push, under clear, and drive in the brachioradialis. The backhand smash achieved higher maximum muscle activity values than those by the backhand push in the extensor carpi radialis longus.

Conclusion: The backhand clear is associated with a higher injury rate than those associated with the backhand push, under clear, and drive. The backhand smash is associated with a higher rate of the occurrence of tennis elbow than that associated with the backhand push. To prevent injuries, it is considered that the forearm's strength, stretching before and after exercise, and sufficient time to rest are important.

Keywords: Badminton, Electromyography, Stroke, Tennis elbow

Received: December 20, 2019 Revised: February 25, 2020

Accepted: February 25, 2020

Correspondence: Bee-Oh Lim

Department of Physical Education, Chung-Ang University, 84

Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 06974, Korea

Tel: +82-2-820-5121, Fax: +82-2-812-2729

E-mail: bolim@cau.ac.kr

Copyright ©2020 The Korean Society of Sports Medicine

© 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.

서 론

배드민턴은 축구, 농구, 하키와 같은 종목과는 달리 상대방과의 신체적 접촉은 없지만, 빠르게 날아오는 셔틀콕과 급작스러운 방향 변화로 인하여 신체의 회전이나 뒤틀림이 매우 심한 종목이다¹. 또한, 관절의 가동범위가 매우 커서, 손목, 발목, 어깨 및 팔꿈치 등을 과도하게 사용하게 되며, 이로 인해 부상의 위험이 증가하고 부상의 종류도 다양하게 나타난다¹.

배드민턴 부상의 발생 빈도를 보면 근육통(33.3%), 엘보(24.8%), 염좌(18.6%), 근염(20.2%), 골절(2.3%), 탈구(0.9%)의 순으로 나타났다¹. 가장 많은 비율을 차지하는 근육통은 누구나 흔하게 경험하는 부상이고, 대부분은 스트레칭이나 가벼운 운동으로 금방 회복할 수 있는 경미한 부상이다². 반면에, 엘보 부상은 경미하면 3-6주, 심하면 5-6개월의 회복기간이 소요되며, 최악의 경우에는 수술까지 받아야한다³. 엘보 부상은 팔꿈치 바깥쪽에 극심한 통증이 수반되는 심각한 부상으로 일상생활에도 많은 불편을 동반한다⁴. 물건을 들 때도 통증이 수반되고, 세수를 할 때도 팔을 제대로 들 수 없게 된다^{3,4}.

엘보 부상은 처음 테니스선수에게서 발견되어 테니스엘보(tennis elbow)라 명명되었고 외측상과염(lateral epicondylitis)이라고도 부른다³. 이는 아래팔을 엽힘(pronation) 및 과다펴(hyper-extension) 동작을 반복하는 사람들에게서 흔히 발생된다³. 라켓 종목의 운동을 하는 사람들에게서는 백핸드 스트로크 시에 주로 발생한다⁴. 백핸드 타구 시 강한 신장성 수축이 지속적으로 위팔노근(brachioradialis), 긴 노쪽 손목뽀근(extensor carpi radialis longus)에 발생하고, 이러한 수축이 지속적으로 반복되어 회복할 여유없이 계속해서 근육을 사용하면 염증으로 이어져 통증 유발점이 발생하는 것이다⁴. 또한, 백핸드의 미숙함으로 인해 관절이 손상되는 경우에도 발생한다⁴.

백핸드를 사용하는 라켓 종목 중 테니스의 경우, 테니스엘보에 관한 다양한 연구가 진행되었다^{3,7}. 하지만 배드민턴에서의 연구는 대부분 테니스엘보가 아닌 백핸드 스트로크의 기술에 관한 근활동 분석, 운동학적 분석이 대부분이다⁸⁻¹². 이 중에서, 본 연구와 유사한 주제로, Kim과 Woo⁹는 배드민턴 백핸드 클리어를 타구 위치에 따른 스트로크(오버헤드, 사이드, 언더) 시 상지의 근 활동을 분석하였다. 이 연구는 테니스엘보와 직접적으로 관련 있는 연구가 아니라, 위팔과 아래팔의 근육활동만을 본 것인데 사이드암, 언더핸드 클리어보다 오버헤드 클리어가 손목 뽀근의 근 활성도가 더 크게 나왔다고 보고하였다. 하지만 엘보에 영향을 주는 근육인 위팔노근, 긴 노쪽 손목뽀근에 대해서는 연구가 진행 되지 않아 추가적 연구가 필요한 실정이다. 앞서 제시된 선행연구⁹는 타구 위치에 따른 백핸드 클리어만을 분석했지만 배드민턴 백핸드 스트로크에는 클리어뿐만 아니라 다양한 타구 유형이 있다. 가장 기본적인 백핸드 스트로크로 하이 클리어, 스매시, 드롭, 드라이브, 헤어핀, 푸시, 언더 클리어가 있다. 그러므로 클리어뿐만 아니라 여러 유형의 백핸드 타구 시 근육의 근활성도를 분석 할 필요가 있다.

본 연구에서는 최근까지의 선행연구에서 규명한 내용보다 한 발 더 나아가 타구 위치에 따른 백핸드 클리어뿐만 아니라 다양한

종류의 백핸드 스트로크 수행 시에 아래팔 근육의 활성도를 분석하고자 한다. 실험 결과를 토대로 백핸드 타구 유형에 따라 위팔노근과, 긴 노쪽 손목 뽀근의 근 활성도에 어떠한 차이가 있는지 규명하고자 한다. 일반적으로, 타구의 방법이나 스윙궤적으로 보면 클리어나, 스매시와 같은 오버헤드 스트로크가 가장 눈에 띄는 수치가 나올 것으로 예상되지만 실제 경기에서 상대방을 이기기 위해서는 한 타구마다 강력한 힘을 실어 타구해야 그 랠리를 이기기가 용이하다. 그러므로 실제 경기에서처럼 타구를 했을 때의 근육 활성도를 분석해, 실제 경기 중의 타구 유형에 따른 아래팔 근육의 활성도를 알아보고자 한다. 본 연구의 목적은 경력 5년 이상의 배드민턴 동호인 20-30대 남성 A조 10명을 대상으로 배드민턴 백핸드 타구유형(백핸드 푸시, 백핸드 드라이브, 백핸드 언더 클리어, 백핸드 하이 클리어, 백핸드 스매시)에 따라 아래팔 근육(위팔노근, 긴 노쪽 손목 뽀근)에 미치는 최대 근 활성도를 분석하여 배드민턴 백핸드 타구유형이 테니스 엘보 우 질환에 미치는 영향을 규명하는 것이다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 주동팔이 모두 오른손으로 백핸드 스트로크를 정확히 구사 할 수 있는 경력 5년 이상의 배드민턴 동호인 20-30대 A조 10명(나이, 29.8±5.2세; 신장, 175.8±4.3 cm; 체중, 75.3±5.7 kg, 경력, 7.6±2.2년)을 선정하였다. 연구 대상자는 1년 이내 부상 경력이 없고, 외측상과염 질환이 없는 건강한 동호인을 대상으로 모집하였다.

2. 연구 방법

1) 실험 장비

본 연구에 사용된 실험장비는 근전도 시스템(DTS Prove Transmitter; Noraxon, Scottsdale, AZ, USA)과 배드민턴 라켓(Bravesword 12; Victor, Taipei, Taiwan)이다. 라켓 소재는 울트라 하이 모듈 그래파이트로 만들어 졌으며, 무게는 3U (85-88 g)이다. 전체 길이는 675 mm이며 이븐 밸런스, 중간 경도의 라켓이다. 이 모델은 2008 베이징 올림픽 금메달리스트 이용대 선수의 은퇴 전까지 주력 라켓이었으며 배드민턴 동호인들에게 가장 대중적이고 인기 있는 모델로, 실험자들에게 라켓에 대한 이질감을 주지 않을 것으로 판단되어 이 모델을 실험 장비로 채택하였다. 연구대상자들은 실험에 사용된 라켓으로 충분히 연습을 하고,

실험 라켓에 익숙해진 후에 실험을 진행하였다.

2) 실험 절차

연구대상자를 선정하고 특성을 파악한 후 실험동의서를 작성하였다. 실험 과정, 근전도 측정 실험 방법, 근육에 부착될 장비의 주의사항을 설명하였다. 그 후 실험에서 실시할 백핸드 스트로크 동작(하이 클리어, 스매시, 드라이브, 푸시, 언더클리어)의 시범을 보여주었다. 실험에 들어가기에 앞서 연구 대상자들이 측정기구나 주위 환경을 편안히 관람할 수 있게 하였다. 실험 도중 발생할 수 있는 부상을 방지하기 위해 대상자들의 준비운동을 실시하였다. 백핸드 스트로크에 필요한 손목, 팔꿈치, 어깨의 스트레칭과 워밍업을 위해 간단한 런닝을 실시하였다. 백핸드 스트로크시 근육의 활동을 측정하기 위해 근전도 시스템(DTS Probe Transmitter, Noraxon)을 사용하였다. 측정 근육은 테니스 엘보와 관련있는 근육인 오른쪽 부위의 위팔노근, 긴 노쪽 손목뽀근으로 하였다(Fig. 1). 근전도 값을 표준화하기 위해서 최대수의적수축(maximum voluntary isometric contraction [MVIC])을 측정한 후 5가지 백핸드 스트로크 유형별 근전도를 측정하였다. 분석 구간을 설정하기 위해 백스윙이 끝나는 순간인 백스윙(back swing [BS])과 임팩트 순간인 임팩트(impact [IP])를 이벤트로 선정하고, 백스윙부터 임팩트까지 백스윙-임팩트 구간(BS-IP Phase)으로 설정하였다(Fig. 1).

3) 근전도 자료 처리

무선 근전도 시스템(DTS Probe Transmitter, Noraxon)을 사용

해 근전도 신호를 초당 1,000 Hz로 수집하였다. 백핸드 스트로크 동작의 근전도 자료를 먼저 정류시킨 후 10~500 Hz로 밴드 패스 필터를 하였다. 각 근육의 근전도 표준화를 위해 50 ms 이동 평균으로 설정하여 평활화한 후 최대값을 그 근육의 최대 MVIC으로 결정하였다. 단위는 %MVIC로 제시하고 해당 구간에 대한 최대 %MVIC 근활성도를 구하였다.

4) 통계 처리

본 연구의 모든 자료처리는 IBM SPSS ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하였다. 배드민턴 백핸드 스트로크 타구 유형(5가지)에 따른 근육활동의 통계적 차이가 있는지를 알아보기 위해 일원분산분석(one-way analysis of variance)을 실시하고, 사후 검증은 LSD (least significant difference)로 실시하였다. 통계적 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 백핸드 타구 유형에 따른 위팔노근의 최대 근 활성화도

백핸드 스트로크의 백스윙-임팩트 구간에서 위팔노근의 최대 근 활성화도를 측정하였다. 측정된 자료에서는 %MVIC의 값을 구하였으며 분석 변인을 백핸드 스트로크 타구 유형으로 구분하여 분석한 근전도 값은 Table 1과 같다. 위팔노근에서 최대 근

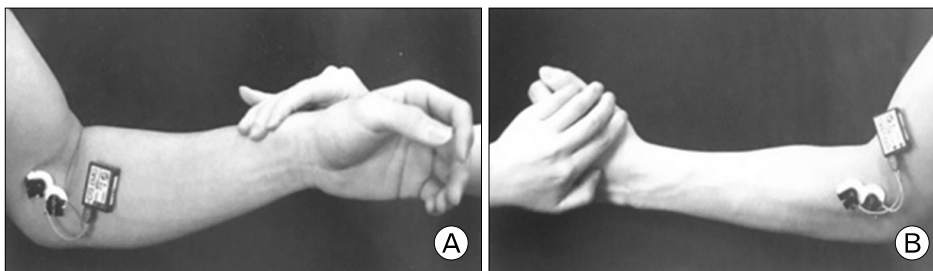


Fig. 1. Electrode attachment site of brachioradialis (A) and extensor carpi radialis longus (B).

Table 1. Brachioradialis maximum muscle activities according to the type of backhand stroke (unit: %MVIC)

Push	Under clear	Drive	High clear	Smash	F	p-value*
45.60±8.41	46.16±8.88	44.46±16.65	72.14±8.93	61.83±17.44	6.623	0.001 d>a,b,c

Values are presented as mean±standard deviation.

MVIC: maximum voluntary isometric contraction, a: push, b: under clear, c: drive, d: high clear.

*p<0.05.

Table 2. Extensor carpi radialis longus maximum muscle activities according to the type of backhand stroke (unit: %MVIC)

Push	Under clear	Drive	High clear	Smash	F	p*	
37.93±8.93	39.91±12.07	44.36±9.20	48.01±14.23	56.81±14.03	2.765	0.046	e>a

Values are presented as mean±standard deviation.

MVIC: maximum voluntary isometric contraction, a: push, e: smash.

*p<0.05.

활성도 값은 5가지 타구 유형 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p=0.001). 사후검증 결과, 위팔노근의 최대 근 활성도 값은 백핸드 하이 클리어(72.14%) 수행 시에 백핸드 푸시(45.6%), 백핸드 언더 클리어(46.16%), 백핸드 드라이브(44.46%) 수행 시보다 더 크게 나타났다.

2. 백핸드 타구 유형에 따른 긴 노쪽 손목 펴근의 최대 근 활성도

백핸드 스트로크의 백스윙-임팩트 구간에서 긴 노쪽 손목 펴근의 최대 근 활성도 값을 측정하였다. 측정된 자료에서는 %MVIC의 값을 구하였으며 분석 변인을 백핸드 스트로크 타구 유형으로 구분하여 분석한 근전도 값은 Table 2와 같다. 긴 노쪽 손목 펴근에서 최대 근 활성도 값은 5가지 타구 유형 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p=0.046). 사후 검증 결과, 백핸드 스매시(56.81%)가 백핸드 푸시(37.93%)보다 긴 노쪽 손목 펴근의 최대 근활성도가 더 크게 나타났다.

고 찰

본 연구 결과 백핸드의 타구 종류에 따라 위팔노근의 최대 근 활성도 값에 유의한 차이가 나타났다(p<0.05). 백핸드 하이클리어 동작 시 백핸드 푸시, 언더클리어, 드라이브보다 최대 근 활성도가 크게 나타났다. 위팔노근은 위팔뼈 가쪽 위 관절용기(humerus lateral condyle)에 기시하며 노뼈 붓돌기(radial styloid)에 정지한다. 이 근육은 팔꿈치 부위의 굴곡(굽힘)에 관여하며, 테니스 엘보 발생에 영향을 미치는 근육 중 하나이다¹³. 이 부위가 평소에 약화되어 있다면, 백핸드 스트로크 시 반복된 강한 수축에 의해 근육이 손상을 받게 되고, 반복된 손상과 근육의 정상 치유 과정을 갖지 못하면 손상부위에 강직성 통증 유발점이 형성된다³⁴.

위팔 노근의 근 활성도가 팔꿈치 관절을 신전할(펼)때 관절 각도가 증가할수록 커진다¹⁴. 백핸드 하이클리어는 타구방법이 백핸드 푸시, 언더클리어, 드라이브, 스매시에 비해 타구 시 팔을 최대한 펴고 머리 위 가장 높은 타점에서 타구해야 하므로 팔꿈치의 각도가 가장 크다⁹. 그러므로 본 연구에서 백핸드 하이클리어가

백핸드 푸시, 언더클리어, 드라이브보다 최대 근 활성도가 더 크게 나타난 것으로 판단된다. 백핸드 하이 클리어가 잘못된 기술로, 지속 반복적으로 이루어진다면 다른 타구 유형(푸시, 드라이브, 언더클리어)보다는 더 높은 비율로 근육에 손상을 입힐 수 있고 손상부위에 통증유발점이 형성될 수 있다.

본 연구 결과 긴 노쪽 손목 펴근에서는 타구 유형에 따라 최대 근 활성도 값에 유의한 차이가 나타났다(p=0.046). 백핸드 스매시 동작 시 백핸드 푸시보다 최대 근활성도가 크게 나타났다. 긴 노쪽 손목 펴근은 위팔뼈 가쪽 위 관절용기에 기시하며 제 2손 허리뼈바닥(base of metacarpal bones)에 정지한다. 이 근육은 손목 부위의 신전(펼)과 외전(벌림)을 관여하며 위팔노근과 마찬가지로 테니스엘보 발생에 영향을 주는 근육 중 하나이다¹³. 긴 노쪽 손목 펴근이 약화되어 있다면, 백핸드 스트로크 시 반복된 강한 수축에 의해 근육이 손상을 받게 되고, 반복된 손상과 근육의 정상 치유 과정을 갖지 못하면 손상부위에 강직성 통증 유발점이 형성하게 된다^{3,4}.

선행 연구에 따르면 팔꿈치의 펴 정도와 팔의 높이에 따라서는 근 활성도의 차이가 없지만, 손목의 외전 정도에 따라서는 근 활성도가 커지게 된다¹⁵. 손목의 각도를 보면, 임팩트 시 스매시와 드라이브에서는 약간의 차이만 있고 스매시와 푸시에서는 스매시가 두 배 정도 크다는 선행 연구로 보았을 때, 스매시의 동작 시 푸시보다 근 활성도가 더 큰 것으로 판단된다¹⁵. 더 정확한 비교를 위해 각 3차원 영상분석을 통해 다섯 가지 타구 유형의 팔꿈치의 각도와 타구 높이의 비교 연구가 필요할 것으로 판단된다. 백핸드 스매시가 지속 반복적으로, 잘못된 기술로 이루어진다면 백핸드 푸시보다는 더 높은 비율로 근육에 손상을 입힐 수 있고 손상부위에 통증유발점이 형성될 수 있다.

테니스 백핸드 스트로크의 훈련 및 연습 시 부상을 예방하기 위해 정확한 동작의 타구법을 배워야 하며 근 활성도가 낮은 타구법을 배운후 근 활성도가 큰 타구법을 습득 할 수 있도록 지도해야 한다⁶. 따라서 배드민턴 백핸드 스트로크의 지도 시 근 활성도가 낮은 백핸드 푸시, 언더클리어, 드라이브를 먼저 습득한 후 근 활성도가 큰 백핸드 하이클리어나 스매시를 나중에 습득하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. Choi⁴는 운동 전후

아래팔 근육의 충분한 스트레칭을 실시해야 한다고 하였다. 스트레칭 방법은 팔꿈치를 직각으로 굽히고 손바닥을 엇침(회내) 운동 한 후 손목을 최대한 굴곡시키고, 그 다음 팔꿈치를 완전히 펴주는 동작을 반복하여 아래팔 근육의 펌근 등을 늘려주도록 해야한다고 하였다(modified Mill's manipulation). 스트레칭뿐만 아니라 충분한 아래팔 근육의 강화도 중요하다¹⁶. 덤벨이나 가볍게 주먹을 쥐 수 있는 메디신 볼이나 라텍스 볼을 이용하여 손목결, 리버스 손목결 운동을 양손 함께 실시하여 아래팔 근육을 강화해야 하고¹³, 운동 전 테이핑을 부착하여 부상을 예방할 수 있다고 하였다⁷. 하지만 무엇보다도 백핸드 스트로크 시 부정확한 동작으로 인하여 강한 부하가 반복적으로 가해질 때 부상이 발생할 수 있으므로, 관련 근육인 위팔노근과 긴 노쪽 손목 펌근이 충분히 회복 할 수 있도록 휴식 시간을 두는 것이 중요할 것으로 판단된다.

연구 결과, 위팔노근에서 백핸드 하이클리어가 백핸드 푸시, 언더클리어, 드라이브, 백핸드 스매시보다 최대 근 활성화도가 더 크게 나타났다. 또한, 긴 노쪽 손목 펌근에서는 백핸드 스매시가 백핸드 푸시보다 최대 근 활성화도가 더 크게 나타났다. 위와 같은 결과로 보았을 때 백핸드 하이클리어와 백핸드 스매시를 무리하게 구사할 한다면 다른 타구유형보다 더 위팔노근에 손상을 입힐 것이고 그것이 반복이 된다면 염증을 유발할 수 있을 것이다. 따라서 배드민턴 운동을 수행하기 위한 근력이 만들어지지 않은 초심자의 경우 위팔노근의 부하를 줄여 테니스 엘보(외측상과염)나 다른 부상을 예방하기 위하여 근 활성화도가 낮은 타구 방법(푸시, 드라이브, 언더클리어)을 습득 후 근 활성화도가 높은 타구 방법(하이클리어, 스매시)을 습득하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 또한 테이핑을 아래팔 부위에 부착할 수도 있고 운동 전 후 아래팔 근육을 modified Mill's manipulation의 방법으로 충분한 스트레칭을 실시하거나 평소에도 덤벨이나 라텍스 볼을 이용하여 아래팔의 근력을 강화하여 부상을 예방할 수 있다. 차후 더 명확한 분석을 위해 본 연구에서 고려하지 못했던 3차원 영상 분석을 이용한 타구 유형별 팔꿈치, 손목 관절의 각도 및 각속도 등을 비교하는 연구가 필요할 것으로 제언한다.

Conflict of Interest

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

ORCID

Gun-Hee Lee <https://orcid.org/0000-0002-1918-9531>

Bee-Oh Lim <https://orcid.org/0000-0002-8936-3689>

References

1. Kim JW, Kim DY, Yang CH. Study on sports injuries in badminton clubs sport for all of the sport participation. Korean Soc Sport Leis Stud 2011;44:761-78.
2. Lee SY, Kim JY. The comparison of low intensity eccentric exercise and dynamic stretching on delayed onset muscle soreness. J Korea Acad Ind Coop Soc 2012;13:4676-85.
3. Kim CY. Anatomical approach study about injury of tennis elbow. J Res 2000;27:519-41.
4. Choi JR. Studies on the tennis elbow. Korean J Pain 1994;7:34-8.
5. Lee HS, Seo KW, Yoon YJ, et al. Analysis of EMG according to difference of tennis racket string tension. Korean J Sport Biomech 2000;9:229-44.
6. Song KJ. The effects of racket string tension and types of back-hand strokes on wrist extensor, flexor muscle activation (master's thesis). Seoul: Korea National Sport University; 2011.
7. Cha JH, Lee SH, Kim SH. Effect of kinesiotaping on function of elbow joint and performance of tennis in elite tennis player. Sports Sci 2015;32:155-62.
8. Lee HJ. Biomechanical analysis of backhand receive motion according to skill levels of smash in badminton (master's thesis). Yongin: Yongin University; 2013.
9. Kim HM, Woo SY. Kinematic and electromyographic analysis of backhand clear motion according to the type of hitting in badminton. Korean J Sport Biomech 2014;24:11-8.
10. Kim HM, Seo JS, Woo SY. Kinematic and electromyographic analysis to enhance backhand high clear skill in elementary badminton players. Korean J Elem Phys Educ 2014;20:95-103.
11. Kim JT, Kim SS, Lee HY. Biomechanical analysis of backhand receive motion in badminton. J Sport Leis Stud 2014;57:913-23.
12. Kim HM, Lee KC, Shim YS, Yoon TH, Woo SY. A Kinematic and muscle activity of upper body analysis to improving the backhand drop motion for the badminton players in elementary school. The Korean J Elem Phys Educ 2016;22:81-90.
13. Lee KJ. The effects of electrical therapy and kinesio taping on the grip strength and pain in tennis elbow patients. J Korean Acad Phys Ther Sci 2014;21:53-8.
14. Kim TW. The analysis of muscle activation about wrist joint

- flexion and extension during elbow joint extension movement (doctoral dissertation). Seoul: Hanyang University; 2010.
15. Kim TH, Jung SR, Kang SS, Chang SR. Effects of combinational posture of shoulder, elbow and wrist on grip strength and muscle activity. J Korean Soc Saf 2016;31: 111-9.
16. Ji JG, Kwak YS, Park CH. Study of tennis injury rehabilitation. J Coach Dev 2018;20:76-82.