

Analysis of Kinematic Differences in Body Kick Movements in Mixed Martial Arts Athletes with and without Chronic Low Back Pain

종합격투기 선수들의 만성요부통증 유무에 따른 바디킥 동작의 운동역학적 차이 분석

Kyung Il Lee¹, Dool Hee Lee²

¹Department of Physical Education, Chosun University, Seoul, South Korea

²Department of Physical Education, Graduate School of Chosun University, Seoul, South Korea

Received : 25 October 2023

Revised : 29 November 2023

Accepted : 04 December 2023

Corresponding Author

Dool Hee Lee

Department of Physical Education, Graduate School of Chosun University, 11, Chosundae 2-gil, Dong-gu, Gwangju, Seoul, 61452, South Korea

Email : enfgml@naver.com

Objective: The purpose of this study is to identify the difference in the quality of muscle contraction and kick movements according to the presence or absence of back pain in body kick movements of mixed martial arts athletes.

Method: In this study, four athletes (32.75 ± 4.79 yrs, 172.50 ± 5.20 cm, 77.73 ± 13.28 kg) who have suffered chronic back pain for more than three months and scored 12 points in the Korean version of ODI. Four painless athletes (33.50 ± 4.04 yrs, 174.25 ± 3.10 cm, 83.50 ± 10.21 kg) participated.

Results: During the body kick operation, the pain group had significantly higher muscle activity in the right Transversus abdominis and right Rectus femoris compared to the normal group ($p < .05$). In the rectus abdominis, the muscle activity was significantly lower than that of the normal group ($p < .05$). Also, the pain group has a higher toe speed than the normal group. Significantly slow ($p < .05$), there was a delay in contraction of the Transversus abdominis.

Conclusion: The results of this study suggest that chronic pain in the lumbar spine degrades the core's function, resulting in inefficient coordination such as Transversus abdominis contraction delay and Transversus abdominis and Rectus femoris excessive activation to compensate for it.

Keywords: Core, Body kick, Chronic back pain

INTRODUCTION

종합격투기는 입식 상황에서의 타격과 상대방을 넘어뜨리고 제압하는 그레플링의 결합이며, 선수들은 입식 영역을 위해서 복싱, 킥복싱과 같은 타격기를 연습하고, 레슬링, 유도,

주짓수 등의 그레플링 영역을 훈련해야 한다. 단일 격투기 종목들의 집합체라고도 볼 수 있지만, 이러한 기술들이 하나의 시합에서 동시에 이루어지기 때문에 종합격투기 시합 상황에서 쓰여지는 타격 기술이나 그레플링 기술들은 단일 투기 종목들과는 확연히 구분되는 특성을 지닌다.

비교적 짧은 경기시간에 불규칙적인 동작이 이루어지는 타투기 종목들(Guidetti, Musulin & Baldari, 2002)과는 다르게 비교적 긴 한 라운드에 5분이란 시간 동안 공방이 이루어지는 동안 신체는 체력적으로 많은 에너지를 소비하며 척추와 척추 주변에 위치한 코어 근육들은 지속적인 부하를 받게 된다. 시합상황에서 신체의 중심점은 입식에서의 타격 공방과 그라운드로 상대방을 데려가기 위한 레슬링의 자유형 태클과 같은 하지를 향한 테이크 다운 공방 같은 상황에 의하여 위 아래로 빠르고 지속적으로 이동하게 된다. 한 상황을 예를 들어 상대방에 의하여 그라운드 상황에 처하게 되면 파운딩 공격을 피하기 위해 빠르게 벗어나서 입식 상황으로 이끌어 나가야 한다. 또한 바디킥과 같은 발차기 동작에서는 한 발로 지면을 지지한 상태에서 반대측 발로 상대를 강하게 가격해야 한다. 이 때, 신체는 불안정한 상태에 놓여지며, 동적 균형을 유지하는 것이 경기력에 있어 중요한 요인으로 작용한다. 또한 McGill, Chaimberg, Frost와 Fenwick (2010)의 연구에서는 종합격투기 선수들의 발차기 동작 시 근전도를 측정했을 때, 초기에 크게 활성화되는 코어는 사지의 근육들이 운동을 시작하기 전, 관성 질량을 생성하여 체간 근육의 강성과 안정성을 도모한다고 밝혀, 종합격투기 선수들의 발차기와 코어 근육들간의 연관성에 대해 연구한 바 있다. 코어 근육은 신체의 균형 및 안정성을 담당하며(Nadler, 2002), 체간 및 골반에서 발생한 힘을 신체 전반으로 전달하는 역할을 하며(Kibler, Press & Sciascia, 2006), 상지와 하지의 연결 통로가 전달 경로가 되어 힘을 전달하는 것을 목적으로 한다(Li, Yu & Zi, 2008). 종합격투기 상황에서 코어 근육들의 기능은 경기력과 밀접한 관련이 있으며, 반복적인 신체 중심의 이동은 과부하로 인해 요추 인접 부위에서의 높은 상해의 위험에 노출되어 있다. 이는 Park 등 (2008)의 연구에서 종합격투기 수련자들의 가장 많은 상해 빈도가 발생하는 부위가 허리라는 연구와도 일치한다. 이러한 요통들은 요부 근력의 약화를 가져오며, 코어 근육들의 안정성을 떨어뜨리는 것으로 알려져 있다(O'Sullivan et al., 2003). 또한 Hodges와 Richardson (1998)의 연구에 의하면 요추 상해를 겪은 요부 통증을 겪는 환자들은 하지의 움직임 시에 정상인 그룹보다 복횡근이 수축이 지연되는 것을 확인했으며 이러한 연구는 요부 통증 환자들은 코어 근육의 기능 부전과 관련이 있는 것으로 추론하였다. 본 연구는 이런 선행 연구들이 일반인을 대상으로 진행된 연구라는 점을 착안해 같은 동작을 수없이 반복시켜 학습시킨 격투기 선수들의 동작에도 복횡근 및 코어 근육들의 근 수축 지연이 관찰되는가에 대한 의문과 요부 통증이 격투기 선수들의 발차기 동작에 질적인 차이를 초래하게 될 것이라는 가설에서 시작하게 되었다. 앞서 언급된 것처럼 종합격투기 선수들의 발차기 동작에 있어서 코어의 기능은 중요하다. 발차기 동작 시 요통으로 인한 코어의 기능 부전은 선수들의 발

차기 동작에 있어 질적인 저하를 가져올 것이라 생각된다.

종합격투기는 현재 학교 체육을 제외한 생활 체육은 물론 관람을 즐길 수 있는 대중들의 스포츠로 크게 인기를 얻고 있으나 종합격투기에 대한 국내의 연구는 사회적이고 심리적인 관점에서만 다뤄지고 있는 실정이며 동작 분석, 상해와 관련된 연구는 전무한 것으로 보여진다. 또한 태권도에서는 발차기와 코어에 연관성에 대한 연구들이 이루어지는 반면 종합격투기에서의 발차기 동작에 대해서는 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 만성요부통증의 유무가 프로 종합격투기 선수의 바디킥 수행능력에 미치는 영향을 규명하는데 있다.

METHOD

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 20~30대로 만성적인 요추부 통증을 3개월 이상 겪고 있으며, 요통장애지수를 기준으로 통증군을 구별한 Shin, Choi와 Kim (2020)의 연구를 참고하여 한국판 오스웨스트리 점수가 12점 이상인 통증군 4명과 통증이 없는 정상군 4명으로 구성하였다. 연구 대상자들은 10년 이상의 종합격투기 수련자들이며 종합격투기 프로 전적은 10전 이상 보유한 오른발을 주동발로 사용하는 선수들로 구성하였다. 연구에 참가하기 전 연구 목적과 연구 방법에 대해 설명한 후, 동의를 얻었으며 자발적으로 연구에 참여를 원한 대상자들로 연구를 진행하였다. 피험자의 신체적 특성은 다음 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of subjects

Variable	Group	Pain (n=4)	Normal (n=4)
Age		32.75±4.79	33.50±4.04
Height (cm)		172.50±5.20	174.25±3.10
Weight (kg)		77.73±13.28	83.50±10.21
Career (yr)		10.25±1.89	10.25±2.87

2. 측정 방법

본 연구의 대상자인 8명은(Go, 2010) 연구를 참고하여 우측 하지의 대퇴 직근(RF), 복직근(RA)과 양측 외복사근(EO), 우측 내복사근/복횡근(IO/TrA), 요추부 척추기립근(LES), 우측 상지의 전면 삼각근(AD)에 표면근전도를 부착 후, 각 근육 별 MVC

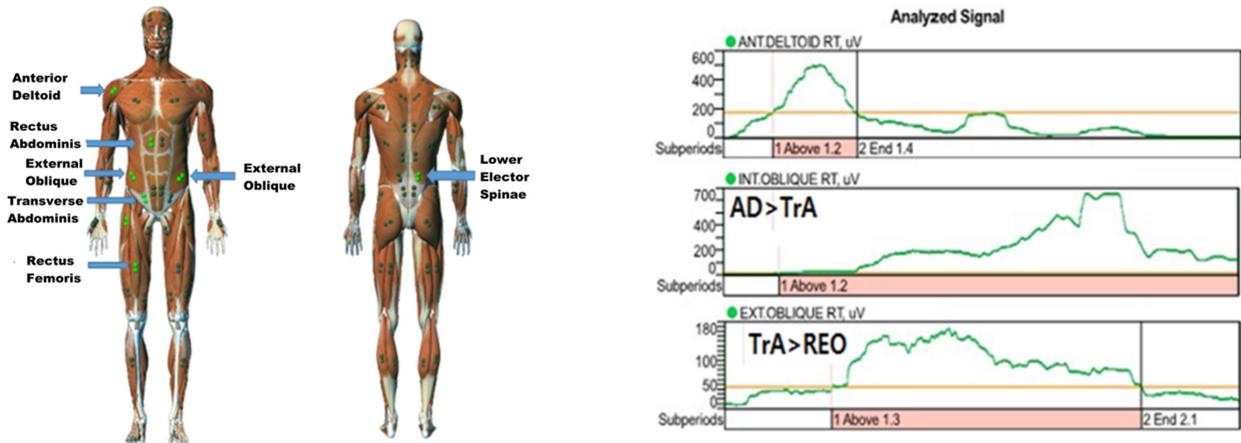


Figure 1. Placement electrodes and analysis method

(maximal voluntary isometric contraction)를 측정하였으며 우측 손등, 우측 발끝과 우측 대퇴골 외측 상과에 반사 마커를 붙이고 5분간의 몸풀기 후에, 동작 간 1분간의 휴식시간을 두고 각각 2번의 오른발 바디킥 동작과 오른쪽 펀치에 이은 오른쪽 바디킥 콤비네이션 동작을 실시하였다. 이 때, 발차기의 측정은 지면에서 차는 발의 발끝이 떨어지는 순간을 시작으로 하여 미트에 발차기가 가격하는 순간까지의 발끝의 최대 합성 속도를 구하였으며, 움직임 시에 근활성도 자료와 근육의 개시 순서를 측정하였다.

3. 자료 처리

본 연구에서 근전도를 부착하여 근활성도를 측정한 근육은 Figure 1과 같이 우측 하지의 대퇴직근(RF), 복직근(RA)과 양측 외복사근(EO), 우측 내복사근/복횡근(IO/TrA), 요추부 척추기립근(LES), 우측 상지의 전면 삼각근(AD)에 표면근전도를 부착했으며, 측정된 데이터는 근전도 분석 프로그램(Myo-research, noraxon, USA)을 통하여 자료 처리하였다. 근전도 분석을 통해 얻은 데이터는 전파정류를 실시하였고, 100 m/s 평균(RMS)을 이용하여 평활화(smoothing)하였다. 평활화 후 필터링(low-pass filtering)은 10 Hz의 고역 필터와 250 Hz의 저역 필터를 사용하였다. 근전도 데이터는 위 근육들의 MVIC를 측정 후, MVIC% 방법을 통해 표준화하였다. 또한 동작 시, 근육의 수축 개시 순서를 측정하였는데 근육의 수축 시작점은 동작을 취하기 전의 25 m/s 동안 수집된 안정 시 근활성화의 평균과 표준편차를 구하여 3표준편차(3SD) 값에 도달하는 시점으로 설정하였다(Cowan, Bennell, Hodges, Crossley, & McConnell, 2001).

킥 동작의 영상 분석을 위해 6대의 적외선 카메라(motion

master 200, visol, Korea)와 발끝의 합성 속도와 소요시간을 구하기 위해 분석 프로그램(Kwon 3D XP, Visol, Korea)을 사용하였다. 이 때, 하지 우측의 복사뼈, 대퇴골 외측상과, 상지의 우측 손등에 반사 마커를 붙이고 200 Hz로 촬영한 후 저역 필터 방법(lowpass filter)으로 스무딩 하였으며, 차단 주파수는 6 Hz로 설정하였다.

4. 통계 분석

본 연구의 통계 처리는 SPSS ver.27 (SPSS inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, 통증군과 정상군의 바디킥 동작 시 근활성도 데이터와 발끝 속도를 입력하고 두 집단 간 비교를 위해서 독립 t-test를 실시하였다. 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하여 검증하였다.

RESULTS

1. 통증 유무에 따른 바디킥 동작 시 발끝 최대 속도 차이

Table 2에서와 같이 바디킥 동작 시의 발끝 합성 속도는 통증군 10.44±0.85 m/s, 정상군 11.46±0.32 m/s로 나타났으며, 두 그룹간의 발끝 합성 속도는 통계적으로 유의하게($p<.01$), 통증군에 비해 정상군의 발끝 속도가 더 빠름을 보여주었다.

2. 통증 유무에 따른 바디킥 동작의 소요시간 차이

Table 3에서와 같이 바디킥 동작의 소요시간은 통증군 0.23±0.03초, 정상군 0.20±0.01초로 나타났으며, 두 그룹간의 바

Table 2. Differences in toe velocity during body kick motion based on the presence of pain (m/s)

Group	Toe velocity		<i>t</i>	<i>p</i>
	Mean	SD		
Pain	10.44	±0.85	3.173	.007**
Normal	11.46	±0.32		

***p*<.01**Table 3.** Differences in time required for body kick motion based on the presence of pain (s)

Group	Time required		<i>t</i>	<i>p</i>
	Mean	SD		
Pain	0.23	±0.03	2.37	0.033*
Normal	0.20	±0.01		

p*<.05Table 4.** Differences in muscle activation during body kick motion based on the presence of pain (MVIC%)

Muscle	Group		<i>t</i>	<i>p</i>
	Pain (M±SD)	Normal (M±SD)		
A.D	48.05±8.12	43.75±18.44	.604	.556
RRA	70.93±28.74	123.14±35.47	-3.234	.006**
REO	124.19±29.36	126.15±19.89	-.157	.878
TrA (RIO)	301.45±56.85	117.92±13.70	7.544	.000***
LEO	115.37±33.90	99.23±39.73	.874	.397
LES	100.41±14.31	93.06±24.60	.730	.477
RRF	159.47±37.03	77.54±27.25	5.040	.000***

p*<.01, *p*<.001

디킥 동작의 소요시간은 통계적으로 유의하게(*p*<.05) 정상군의 발차기의 소요시간이 더 짧게 나타났다.

3. 통증 유무에 따른 바디킥 동작 시 근활성도 차이

Table 4에서와 같이 삼각근의 근활성도 차이는 통증군 48.05±8.12%, 정상군 43.75±18.44%로 통증군의 근활성도가 높게 나타났으나 통계적 유의한 차이는 없었다(*p*>.05). 복직근에서는 통증군 70.93±28.74%, 정상군 123.14±35.47%로 정상군의 근활성도가 높게 나타났으며 통계적으로 유의하였다(*p*<.05). 우측 외복사근에서의 근활성도 차이는 통증군 124.19±29.36%, 정상군 126.15±19.89%로 통증군에 비해 정상군의 근활성도가 높게 나타났으나 통계적 유의차는 없었다(*p*>.05). 우측 복횡근(내복사근)의 근활성도는 통증군 301.45±56.85%, 정상군 117.92±13.70%로 통증군이 정상군에 비하여 근활성도가 통계적으로 유의하게 높았다(*p*<.05). 좌측 외복사근의 근활성도는 통증군 115.37±33.90%, 정상군 99.23±39.73%로 통증군이 정상군보다 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다(*p*>.05). 요추부 척추기립근의 근활성도는 통증군 100.41±14.31%, 정상군 93.06±24.60%로 통증군이 정상군보

다 근활성도가 높게 나타났으며 통계적 유의차는 없었다(*p*>.05). 우측 대퇴직근의 근활성도는 통증군 159.47±37.03%, 정상군 77.54±27.25%로 통증군이 정상군에 비하여 근활성도가 통계적으로 유의하게 높게 나타났다(*p*<.05).

4. 통증 유무에 따른 콤비네이션 동작 시 근활성도 차이

Table 5와 같이 우측 전면 삼각근의 근활성도 차이는 통증군 67.03±4.89%, 정상군 63.27±4.98%로 통증군의 근활성도가 높게 나타났으나 유의한 차이는 없었다(*p*>.05). 복직근에서는 통증군 220.57±58.58%, 정상군 305.45±55.49%로 통증군보다 정상군의 근활성도가 높게 나타났으며 통계적으로 유의하였다(*p*<.05). 우측 외복사근에서의 근활성도 차이는 통증군 127.27±55.09%, 정상군 156.00±45.00%로 통증군에 비해 정상군의 근활성도가 높게 나타났으나 통계적 유의차는 없었다(*p*>.05). 우측 복횡근(내복사근)의 근활성도는 통증군 335.98±38.35%, 정상군 126.18±47.34%로 통증군이 정상군에 비하여 근활성도가 통계적으로 유의하게 높았다(*p*<.05). 좌측 외복사근의 근활성도는 통증군 99.32±25.30%, 정상군 174.81±

Table 5. Differences in muscle activation during combination motion based on the presence of pain (MVIC%)

Muscle	Group		t	p
	Pain (M±SD)	Normal (M±SD)		
A.D	67.03±4.89	63.27±4.98	1.524	.150
RRA	220.57±58.58	305.45±55.49	-2.975	.010**
REO	127.27±55.09	156±45	-1.146	.271
TrA (RIO)	335.98±38.35	162.18±47.34	8.068	.000***
LEO	99.32±25.30	174.81±35.47	-4.900	.000***
LES	123.85±37.75	98.71±28.38	1.505	.155
RRF	218.68±73.67	76.73±29.74	5.053	.000***

p<.01, *p<.001

Table 6. Sequence of muscle contraction during body kick motion based on the presence of pain

Group	Sequence						
	1	2	3	4	5	6	7
Pain	AD	→ REO	→ LES	→ TrA (RIO)	→ RRA	→ LEO	→ RRF
	0.026±0.008	0.033±0.032	0.045±0.034	0.040±0.056	0.047±0.043	0.093±0.039	
Normal	AD	→ TrA (RIO)	→ REO	→ LES	→ RRA	→ LEO	→ RRF
	0.033±0.008	0.042±0.011	0.081±0.009	0.041±0.012	0.025±0.022	0.064±0.012	

Table 7. Sequence of muscle contraction during combination motion based on the presence of pain

Group	Sequence						
	1	2	3	4	5	6	7
Pain	AD	→ REO	→ LES	→ LEO	→ TrA (RIO)	→ RRA	→ RRF
	0.040±0.015	0.018±0.014	0.038±0.024	0.028±0.016	0.061±0.041	0.039±0.006	
Normal	AD	→ TrA (RIO)	→ REO	→ LEO	→ LES	→ RRA	→ RRF
	0.024±0.014	0.046±0.019	0.052±0.026	0.025±0.023	0.048±0.026	0.041±0.036	

47.34%로 통증군에 비해 정상군이 통계적으로 유의하게 높았다(p<.05). 요추부 척추기립근의 근활성도는 통증군 123.85±37.75%, 정상군 98.71±28.38%로 통증군이 정상군보다 근활성도가 높게 나타났으며 통계적 유의차는 없었다(p>.05). 우측 대퇴직근의 근활성도는 통증군 218.68±73.67%, 정상군 76.73±29.74%로 통증군이 정상군에 비하여 근활성도가 통계

적으로 유의하게 높게 나타났다(p<.05).

5. 통증 유무에 따른 바디킥 동작 시 근 수축 개시 순서

Table 6과 같이 통증 유무에 따른 바디킥 동작 시 근육의

개시 순서에 있어 두 그룹간의 가장 큰 차이는 정상군은 바디킥 동작에 있어 복횡근(TrA)이 체간의 근육들보다 앞서 활성화 되어 체간 심부의 안정성을 도모한 뒤 동작이 이루어지는 것에 비해 통증군은 바디킥 동작 시에 복횡근(TrA)이 체간의 다른 근육들에 비해 늦게 활성화가 이루어지는 것으로 나타났다.

6. 통증 유무에 따른 콤비네이션 동작 시 근 수축 개시 순서

Table 7과 같이 통증 유무에 따른 콤비네이션 동작 시 근 수축 개시 순서는 정상군은 콤비네이션 동작 시 복횡근(TrA)의 활성화 이후, 우측 외복사근(REO), 좌측 외복사근(LEO), 요추부 척추기립근(LER)을 거쳐 우측 복직근(RRA), 우측 대퇴직근(RRF)의 순서로 근 개시가 이루어졌으며, 통증군은 복횡근(TrA)의 활성화 이전에 우측 외복사근(REO), 요추부 척추기립근(LES), 좌측 외복사근(LEO) 근 개시가 먼저 이루어지는 것으로 보아 동작 이전에 코어의 안정성을 제공하는 복횡근(TrA)의 수축의 지연을 확인할 수 있었다.

DISCUSSION

본 연구 결과에서 통증 유무에 따른 바디킥 동작 시, 통증군에 비하여 정상군의 발끝 최대 속도가 유의하게 빠르게 나타났으며, 소요시간 역시 통증군에 비하여 정상군의 발차기가 목표에 가격하는 시점에 이르기까지의 소요시간이 유의하게 빠르게 나타났다. 이는 발차기 동작에 있어서 상대방에 대한 가격에 이르기까지의 소요시간이 짧다는 것을 의미하며, 이는 동작의 질적인 면이 보다 우수하다 여길 수 있는 변인 중 하나이며, 빠른 발차기가 상대방에게 보다 큰 타격을 입힐 수 있는가에 대한 부분은 규명되지 않았으나 다양한 동작이 끊임없이 연결되는 종합격투기의 특성에서는 다른 동작과의 연계를 위해서 유리한 부분이라 사료된다. 또한 발차기의 소요 간은 운동경력 및 숙련도와 상관이 있으며, 기술 수준이 높을 수록 소요시간이 줄어든다는 연구 결과와도 일치한다(Oh & Shin, 2011). 또한 종합격투기 상황에서도 발차기의 속도는 이어지는 그래플링 상황으로의 대처 및 다른 타격 기술로의 연계에 있어 중요하며, 경기력에 영향을 미칠 것으로 보여진다. 이러한 결과를 근활성도의 값을 통해 다음과 같이 논의하였다.

이번 연구에서의 바디킥 동작에서의 통증 유무에 따른 근활성도 차이 분석에서는 우측 복직근(RA), 우측의 복횡근 및 내복사근(TrA & IO), 우측 대퇴직근(RF)에서 통계적으로 유의한 차이가 발생하였다. 우측 복직근(RA)에서는 통증군에 비해 정상군의 근활성도가 유의하게 높게 나왔다($p < .05$). 복직근은

둔부와 척추의 굴곡 기능을 수행하는 근육으로 바디킥 동작에서는 대퇴를 들어 올리는 구간에서 근활동량이 높게 나타났을 것이라 생각된다. 이는 강한 발차기를 위해서 대퇴 부위를 빠르게 들어올리는 동작, 즉 고관절의 굴곡 기능이 중요하며, 발차기 동작 시, 우수 선수 집단과 비우수 선수 집단간의 비교를 통해 우수 선수 집단의 복직근의 근활성도가 크게 나타난 연구 결과와 일치한다(Oh & Shin, 2011). 또한 요통 환자들에게는 복부와 허리에서 동시에 근육이 수축하여 과관절하게 되는 경향인 머슬가딩(muscle guarding)으로 인해 신전증후군이 나타나는데 이는 통증 시에 요추부의 굴곡을 피하고, 신전시키려는 경향이 있는 것으로 알려져 있기(Sahrmann, 2002), 척추의 안정성보다 체간의 굴곡이라는 기능을 주로 수행하는 표면 근육인 복직근에서는 정상군의 활성도가 높게 나온 것으로 보여지며, 이러한 차이는 요통의 통증 유무에 따른 것으로 보여진다. Mellin (1988)에 의하면 고관절의 굴곡 가동성은 요통과 관련되어 감소한다고 보고되었으며, 격투기 선수들의 바디킥 동작에서 슬관절을 신전하는 동작 이전에 복직근을 사용하여 대퇴를 들어올리는 동작에서도 역시 통증에 의하여 고관절의 굴곡 범위가 감소하는 결과라고 보여진다.

또한 우측 혹은 편치에 이은 바디킥 동작에서는 우측의 혹은 편치는 체간이 반시계 방향으로 회전을 하며 가격을 하게 되는데 우측 외복사근(REO)의 활성화가 끝나는 시점으로 잡아서 그 시점부터 바디킥 동작이 끝나는 시간까지의 동작을 측정하여 반시계 방향으로 회전한 체간을 얼마나 빠르게 제 위치로 돌려내고, 안정적으로 바디킥 동작을 실시할 수 있는지를 측정하였다. 이 때, 바디킥 동작만을 측정한 결과와 같이 우측 복직근(RRA), 복횡근(TrA), 우측 대퇴직근(RRF)에서 통계적으로 유의한 차이가 발생하였다. 또한 바디킥 동작만을 측정했을 때와는 다르게 좌측 외복사근(LEO)에서 통계적으로 유의한 차이가 발생하였다. 외복사근은 체간 대측의 회전을 만드는 근육이다. 콤비네이션 동작에서 반시계 방향으로 틀어져 있는 체간을 다음 동작인 바디킥 동작을 연계하기 위해 우측으로 회전시키기 위해서는 좌측 외복사근(LEO)의 활성화가 이루어져야 하는데, 통증군은 요통의 증상으로 인해 강하게 외복사근의 활성화가 이루어지지 못한 반면 정상군에서는 좌측으로 틀어진 체간을 우측으로 빠르게 회전시키기 위해 효과적인 타이밍에 좌측 외복사근(LEO)의 강력한 근 수축으로 체간을 바디킥을 시작하기 위한 포지션에 빠르게 위치시킬 수 있었던 것으로 보인다.

통증군이 정상군에 비하여 통계적으로 유의하게 높은 근활성도가 나타난 복횡근 및 내복사근(TrA & IO)에서는 실험에 앞서 측정한 MVIC에 비하여 과한 활성도가 나타났다. 복횡근은 코어 근육에서도 대표적인 체간을 안정화시키는 코르셋 근육으로 복압을 형성한다. 통증군은 바디킥 동작 시, 근육의

시퀀스를 나타낸 결과에서도 정상군에 비하여 복횡근의 상대적 지연이 드러났다. 이는 요통이 있는 환자들의 하지의 움직임과 관련하여 요통 그룹이 정상 그룹에 비해 복횡근의 수축 지연이 나타났다는 연구와도 일치한다(Hodges & Richardson 1998). 이는 복횡근의 상대적인 수축의 지연은 동작에 있어서 체간의 안정화를 떨어뜨리고, 다소 지연된 수축을 보상하기 위한 기전으로써, 복횡근의 과도한 근 활동이 이루어지는 것으로 생각된다.

또한 우측의 대퇴직근(RF)에서도 통증군이 정상군에 비해 통계적으로 유의하게 근활성도가 높게 나타났는데, 이 역시 요통으로 인해 코어의 기능이 정상적으로 이루어지지 않은 것으로 보여진다. 코어는 상지와 하지의 연결 통로이자 힘의 전달 경로이다(Li et al., 2008; Yoon 2020). 앞선 연구 결과처럼 복횡근의 수축 지연과 과도한 활성화는 코어의 효율적인 협응력에 문제를 야기할 수 있으며, 이로 인한 힘의 전달이 효과적으로 이루어지지 않아 동작의 마지막 구간인 슬관절을 신전시키며 상대방의 몸통을 가격하는 순간, 대퇴직근을 강하게 수축시킴으로써 부족한 힘을 보상하려는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 숙련자들의 발차기 동작은 회전 구간에서 체간을 효율적으로 사용하여 빠르게 회전하며 가격하기에 차는 발의 근활성도가 높지 않지만, 비숙련자 집단은 차는 동작에서 균형을 유지하기 위해 체간의 근육보다는 차는 다리에 힘이 들어가 비효율적인 동작을 하는 것으로 알려진 연구 결과와도 맥락을 같이 할 수 있다(Hwang, Lee & Shin, 2015).

또한 우측 혹은 펀치에 이은 바디킥 동작에서는 우측의 훅 펀치는 체간이 반시계 방향으로 회전을 하며 가격을 하게 되는데 우측 외복사근(REO)의 활성화가 끝나는 시점으로 잡아서 그 시점부터 바디킥 동작이 끝나는 시간까지의 동작을 측정하여 반시계 방향으로 회전한 체간을 얼마나 빠르게 제 위치로 돌려내고, 안정적으로 바디킥 동작을 실시할 수 있는지를 측정하였다. 이 때, 바디킥 동작만을 측정할 결과와 같이 우측 복직근(RRA), 복횡근(TrA), 우측 대퇴직근(RRF)에서 통계적으로 유의한 차이가 발생하였다. 또한 바디킥 동작만을 측정했을 때와는 다르게 좌측 외복사근(LEO)에서 통계적으로 유의한 차이가 발생하였다. 외복사근은 체간 대측의 회전을 만드는 근육이다. 콤비네이션 동작에서 반시계 방향인 좌측으로 틀어져 있는 체간을 다음 동작인 바디킥 동작을 연계하기 위해 우측으로 회전시키기 위해서는 좌측 외복사근(LEO)의 활성화가 이루어져야 하는데, 통증군은 요통의 증상으로 인해 강하게 외복사근의 활성화가 이루어지지 못한 반면 정상군에서는 좌측으로 틀어진 체간을 우측으로 빠르게 회전시키기 위해 효과적인 타이밍에 좌측 외복사근(LEO)의 강력한 근 수축으로 체간을 바디킥을 시작하기 위한 포지션에 빠르게 위치시킬 수 있었던 것으로 보인다.

또한 바디킥 동작과, 펀치에 이은 바디킥 콤비네이션 동작

의 근 개시 순서에서는 두 동작 모두 통증군에서는 복횡근(TrA)이 체간이 다른 근육들에 비해 늦게 활성화가 되는 것이 나타났지만 정상군에서는 두 동작에서 체간의 다른 근육들보다 복횡근(TrA)이 앞서 수축함으로써 체간의 효율적인 안정화를 가져왔으며 이러한 차이가 두 집단의 바디킥 동작의 차이가 발생한 거라 사료된다.

물론 본 연구가 숙련자와 비숙련자의 발차기 동작에 있어서의 질적인 차이를 비교하는 연구는 아니지만, 통증이 없는 정상군의 발차기의 발끝 속도의 빠르기와 선행된 연구 결과와 유사한 점으로 보아서도 정상군이 보다 질적으로 우수하다고 보는 것이 맞다고 생각된다.

앞서 연구의 필요성에 언급하였듯이 발차기 동작에 있어서 국소 부위보다 먼저 수축하여 체간의 강성과 안정성을 제공하는 것으로 알려져 있으며, 특히나 투기 종목에서는 코어 근육의 균형과 안정성은 효율적 파워 생산의 기본 요소로 알려져 있다(Yoon & Kim, 2019). 이러한 코어 근육은 요부 통증과도 밀접한 관련이 있기 때문에 요부 통증으로 인한 코어의 기능 약화가 바디킥 동작에 미치는 영향을 연구하였다. 이로 비추어 볼 때, 만성적인 요부 통증은 정상적인 코어 근육의 시퀀스를 무너뜨리고, 협응력 저하 등으로 인한 발차기의 질적 저하를 가지고 오는 것으로 보이며, 통증을 가진 선수의 경우 잘못된 동작을 지속적으로 반복하여 트레이닝을 하는 것은 국소 부위의 과도한 사용으로 부상을 더욱 악화시킬 것으로 사료되며, 일차적으로 통증에 대한 개선이 이뤄져야 할 것으로 생각된다. 요부 통증의 완화를 위해 일반적으로 알려진 안정화운동은 요통을 예방, 재발 억제, 수행력의 향상 등을 가져온다고 알려져 있다(Crisco, Panjabi, Yamamoto & Oxland, 1992; Lee, Kim & Jung, 2014; Cho & Rho, 2015). 그러나 최근에는 코어에 특화된 데드버그, 플랭크 등의 고전적인 요부 안정화 운동보다 스쿼트나 데드리프트와 같은 다관절 프리웨이트 운동이 코어 근육 및 심부 근육들의 근활성도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 알려지고 있다. 운동 중 코어의 활동에 관해 기존의 문헌들을 체계적으로 고찰한 Martuscello 등 (2013)의 연구에서도 전통적인 코어 운동보다는 다관절 프리웨이트 운동이 점진적인 저항의 적용으로 신체 조성, 근육의 강도, 골밀도 및 여러 근육군에 자극을 줄 수 있기 때문에, 이러한 운동 등을 통해 올바른 근육군의 수축 타이밍 확립에 도움을 줄 수 있으며, 저항 부하의 지속적 증가로 신체가 트레이닝에 적응하고 강해지는 동안 계속 증가시킬 수 있다는 것을 이점으로 보고 있다. 이러한 스쿼트나 데드리프트 같은 프리웨이트 중심의 저항 운동은 허리 통증을 겪는 환자들의 통증과 요추의 지방침윤 및 요추의 신전시간을 증가시킨다는 연구 결과와도 맥을 함께 한다(Welch et al., 2015). 이처럼 통증 완화를 위해 기존의 정적인 요부 안정화 운동보다는 근육의 올바른 수축 타이밍을 향상시킬 수 있는 다관절 프리웨

이트 운동이 요부 통증을 가진 격투기 선수들의 경기력 향상에 있어 보다 좋은 결과를 가져올 것이라 사료된다.

CONCLUSION

본 연구의 목적은 만성요부통증 유무에 따른 종합격투기 선수들의 바디킥 동작 시의 근전도의 차이 분석을 통하여 요부 통증으로 인한 코어의 기능 약화가 발차기 동작에 미치는 영향을 규명하고, 이러한 자료들을 토대로 추후 코어의 기능적 향상 등의 트레이닝을 통한 중재를 위한 프로그램 개발의 기초 자료로 사용되어지는데 있다. 이로 인한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- 1) 바디킥 동작의 발끝 속도 차이에 있어서 통증군에 비해 정상군의 발끝 속도가 유의하게 빠름을 나타냈다($p < .05$).
- 2) 바디킥 동작 시, 근활성도 분석 결과 복직근(RA)에서는 통증군보다 정상군의 근활성도가 유의하게 높게 나타났으며($p < .05$), 우측 복횡근 및 내복사근(TrA & IO), 우측 대퇴직근(RF)에서는 통증군이 정상군에 비하여 근활성도가 유의하게 높게 나타났다($p < .05$).
- 3) 펀치에 이은 바디킥 콤비네이션 동작에서는 복직근(RA)에서는 통증군보다 정상군의 근활성도가 유의하게 높게 나타났으며($p < .05$), 우측 복횡근 및 내복사근(TrA & IO), 좌측 외복사근(LEO), 우측 대퇴직근(RF)에서는 통증군이 정상군에 비하여 근활성도가 유의하게 높게 나타났다($p < .05$).
- 4) 바디킥, 펀치에 이은 바디킥 콤비네이션 동작 모두 통증군이 정상군에 비하여 복횡근 및 내복사근(TrA & IO)의 수축지연이 나타났다.

이를 종합해보면, 만성적인 요부의 통증은 코어의 기능을 약화시키며 이는 바디킥 동작에 있어서 발끝 속도의 저하, 복횡근의 수축 지연 및 주요 근육들의 효율적인 수축에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보여진다. 본 연구에서 요부 통증을 가진 종합격투기 선수들의 바디킥 동작의 분석을 통해 요부 통증을 가진 격투기 선수들에게 현재 훈련 중인 프로그램을 지속적으로 수련하는 것은 경기력 향상을 가져오지 못함은 물론이고, 부상의 위험이 악화될 수 있는 요인이다. 그렇기에 본 연구의 결과는 요부 통증을 가진 선수들의 발차기를 평가하고 요통을 겪고 있는 부상 선수들의 재활 이후에 복귀를 평가하는 기초 자료로 사용될 것이라고 본다. 또한 요통으로 인해 비정상적인 근 수축의 개시 순서를 가지고 있는 선수들에게 재활의 방향성을 제시할 수 있으리라 사료된다.

REFERENCES

- Cho, H. C. & Rho, D. S. (2015). The Effects of Lumbar Stabilization Exercise on Pain, Lumbar Flexibility and Punching Power in Boxers with Chronic Low Back Pain. *Korean Journal of Physical Education*, 54(3), 541-550.
- Cowan, S. M., Bennell, K. L., Hodges, P. W., Crossley, K. M. & McConnell, J. (2001). Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(2), 183-189.
- Crisco, J. J., Panjabi, M. M., Yamamoto, I. & Oxland, T. R. (1992). Euler stability of the human ligamentous lumbar spine. Part II: Experiment. *Clinical Biomechanics*, 7(1), 27-32.
- Go, S. G. (2010). Effect of Muscle Activity during the Taekwondo Round-house Kicking according to Kicking Height. *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 12(3), 277-286.
- Guidetti, L., Musulin, A. & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 309-314.
- Hodges, P. W. & Richardson, C. A. (1998). Delayed Postural Contraction of Transversus Abdominis in Low Back Pain Associated with Movement of the Lower Limb. *Journal of Spinal Disorders*, 11(1), 46-56.
- Hwang, S. Y., Lee, J. H. & Shin, Y. A. (2015). Comparison of Trunk and Lower Limb Muscle Activities on Kicking Motion in Elite and Non-elite Taekwondo Athletes. *Korean Journal of Physical Education*, 54(1), 515-525.
- Kibler, W. B., Press, J. & Sciascia, A. (2006). The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198.
- Lee, B. K., Kim, K. H. & Jung, D. C. (2014). EMG Responses of Trunk Deep Stabilizing and Mobilizing Muscles by Several Position and Movement Using Core Exercise Bolster. *The Asian Journal of Kinesiology*, 16(2), 41-50.
- Li, Y., Yu, H. & Zi, W. (2008). Analysis of core strength and its training in competitive sports-origin problems development. *Sports Science*, 4, 19-29.
- Martuscello, J. M., Nuzzo, J. L., Ashley, C. D., Campbell, B. I., Orriola, J. J. & Mayer, J. M. (2013). Systematic Review of Core Muscle Activity During Physical Fitness Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1684-1698.
- Mcgill, S. M., Chaimberg, J. D., Frost, D. M. & Fenwick, C. M. J.

- (2010). Evidence of a Double Peak in Muscle Activation to Enhance Strike Speed and Force: An Example With Elite Mixed Martial Arts Fighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 348-357.
- Mellin, G. (1988). Correlations of hip mobility with degree of back pain and lumbar spinal mobility in chronic low-back pain patients. *Spine*, 13(6), 668-670.
- Nadler, R. B. (2002). Bladder training biofeedback and pelvic floor myalgia. *Urology*, 60(6), 42-43.
- O'Sullivan, P. B., Burnett, A., Floyd, A. N., Gadsdon, K., Logiudice, J., Miller, D. & Quirke, H. (2003). Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine*, 28(10), 1074-1079.
- Oh, C. H. & Shin, E. S. (2011). Biomechanical Analysis of Taekwondo Front Kick Between Excellent and Non-excellent Players. *Korean Journal of Physical Education*, 50(4), 367-378.
- Park, J. H., Soh, K. S., Park, J. H., Nam, J. K., Kim, H. J. & Lee, M. J. (2008). A Survey on the injuries of Mixed Martial Arts Athletes: for Oriental Sports Medicine. *The Society of Korean Medicine Rehabilitation*, 18(4), 217-230.
- Sahrmann, S. A. (2002). Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. St. Louis, Missouri: A Harcourt Health Sciences Company.
- Shin, M. C., Choi, B. J. & Kim, B. C. (2020). Effects of 8 week core stability training on Oswestry disability index, dynamic balance ability and trunk isokinetic muscle function in combat sport athletes with chronic low back pain. *Sport Science*, 38(1), 113-124.
- Welch, N., Moran, K., Antony, J., Richter, C., Marshall, B., Coyle, J., Falvey, E. & Franklyn-Miller, A. (2015). The effects of a free-weight-based resistance training intervention on pain, squat biomechanics and MRI-defined lumbar fat infiltration and functional cross-sectional area in those with chronic low back. *British Medical Journal Open Sport Exercise Medicine*, 1(1), 1-10.
- Yoon, D. H. & Kim, K. J. (2019). Core Strength Characteristics of Korean National Amateur Male Boxers: A Comparison with Anaerobic Power and Maximal Strength. *Exercise Science*, 28(2), 175-181.
- Yoon, W. Y. (2020). A Study on the Core Muscle Activation Characteristics of Suspension Training by Ground Type. *Journal of Digital Convergence*, 18(2), 483-487.