

Effects on Stability of Rotational Direction after Rotational Jump-Landings

회전점프-착지 시 회전방향이 안정성에 미치는 영향

Jun Sung Park¹, Byung Hoon Woo²

¹Department of Sport Welfare, College of Future Convergence, Korea National University of Transportation, Chungju, South Korea

²Department of Physical Education, Kyonggi University, Suwon, South Korea

Received : 22 July 2022

Revised : 22 September 2022

Accepted : 22 September 2022

Objective: The purpose of this study was to investigate the effects of three rotational jump conditions (standing jump, left rotational jump and right rotational jump) on stability through center of pressure (COP) and EMG variables analysis.

Method: A total of 16 college students (age: 24.13 ± 7.17 years, height: 169.24 ± 8.23 cm, weight: 65.65 ± 13.88 kg) participated in this study. The study used wireless two COP plates and wireless eight channel EMG. The analyzed variables were 11 variables for COP and RMS for EMG, which were analyzed using one-way analysis of variance with repeated measures according to three rotational jump conditions.

Results: Among the COP variables, left rotational jump (LRJ) and right rotational jump (RRJ) were larger than standing jump (SJ) for left and right amplitude, area, total displacement, and average velocity for both feet among the variables of COP, and for area of the left foot, RRJ was larger than that of SJ. Among the EMG variables, there was no statistical difference between the muscle activations, but the muscle activity was significantly higher in the order of RRJ, LRJ, and SJ according to direction of rotation.

Conclusion: Although the results of COP and EMG were not consistent through this study, it can be expected that the differences in COP was due to the amount of rotation during rotational jump-landing in the left and right directions, and that the EMG is determined by the lateral movements required for rotation.

Keywords: Rotational jump, Rotational direction, Stability, Landings

Corresponding Author

Byung Hoon Woo

Department of Physical Education /

College of Arts & Physical

Education, Kyonggi University,

154-42 Gwanggyosan-ro,

Yeongtong-gu, Suwon,

16227, South Korea

Email : woowoo@kgu.ac.kr

INTRODUCTION

인체의 운동수행 중 점프동작은 걷기와 달리기 동작과 함께 나타나 는 기본적인 운동수행 형태 중 하나이다. 점프가 목적이 되는 스포츠 종목은 멀리뛰기(long jump), 높이뛰기(high jump), 장대높이뛰기(pole vault) 등이 있지만, 점프는 스포츠 종목에서 널리 이용되고 있는 동작이다(Adrian & Cooper, 1995). 점프와 더불어 회전동작은 어지럼증을 유발하는 동작으로(Park, 2006), 자세제어를 위하여 회전 후 이어지는 동작이 더 중요하다. 점프동작은 중력에 의한 착지가 수반되고(Jo, 1999), 착지 시 적절한 충격흡수가 적절히 수행되지 못하면 부상을 초래한다(Yeow, Lee & Goh, 2011; Zhang, Bates & Dufek, 2000). 부상방지를 위하여 필요한 자세제어는 신체활동에서도 필수적인 요소로(Boyas et al., 2011), 시각, 전정, 고유수용성감각의 통합을 통하여 근골격계 제어로 이루어져야 한다(Shumway-Cook & Woollacott, 2000). 회전동작 시 방향에 대한 선호도는 선호하는 손과 발의 반대방향 회전하는 비율이 높았다(Taylor, Strike & Dabnichki, 2006; Mohr, Landis, Bracha &

Brugger, 2003; Vanden-Abeelee, 1978). 이와 같이 회전동작은 인간이 선호하는 방향을 선호손과 선호발에서 연관성을 찾는 다양한 연구가 있었지만, 회전선호도(rotational preference)에 다양한 조사로 Stochl & Croudace (2013)는 선호손, 선호발, 회전선호도, 전역적 및 국부적 움직임, 회전하는 인물에 대한 인식(회전하는 댄서 환상)을 연구한 결과, 회전하는 인물에 대한 인식(회전하는 댄서 환상)이 회전선호도와 관련이 가장 높았다고 보고하였다. 회전선호도는 다양한 내재적 요소와 관련이 있지만, 선호손이나 선호발과 같은 편측성(lateralization) 요소 외에는 독립적으로 고려될 수 없다(Mohr et al., 2003).

회전과 점프와 복합된 점프회전 동작은 고난도 기술에 해당된다고 볼 수 있다. 회전점프는 주로 회전점프 착지를 통하여 전방십자 인대 부상 예방 프로그램에 포함되기도 하지만(Bai, Okada, Fukumoto, Ogawa & Tanaka, 2019), 일반적으로 피겨스케이팅, 기계체조, 무용 등에서 사용되는 동작으로 고난도 기술에 필요한 동작이다. 이러한 종목들은 다양한 회전점프 수행이 필수적이므로 도약 시 회전을 위해 충분한 점프 높이, 회전속도, 착지 시 안정적인 자세가 요구된다. 수직

방향의 회전점프를 주로 사용하는 피겨스케이트는 2회전 이상의 점프 수행 시 필요한 회전을 완성하려면, 스케이터가 체공시간과 평균 각속도의 일정한 균형을 유지해야 한다(King, 2005). 피겨스케이팅에서 스핀동작을 수행할 때, 국내외 대부분의 선수들은 반시계 방향으로 회전을 수행하고 있지만, 극히 일부 국외선수(예: 미국의 Johnny Weir, 이탈리아의 Carolina Kostner) 등은 시계방향으로 스핀을 수행하고 있다. 하지만 대부분의 선수들은 개인의 회전방향 선호에 대한 배경없이 모두 동일한 반시계 방향으로 회전을 수행하는 것으로 나타나고 있다. 회전에 대한 신체 안정성은 일상 생활뿐만 아니라 다양한 스포츠에서도 필수적이다. 회전점프 시 방향의 선택은 점프와 착지수행에 영향을 미칠 것으로 판단되고, 적절한 회전방향 선정은 회전 후 착지 시 신체 안정성 유지에 도움이 될 것이다.

선행연구를 살펴보면, Woo & Shim (2017)은 시각정보 선택에 따른 회전점프-착지 시 압력중심(center of pressure: COP)의 변이계수에서 전후 변위가 좌우 변위보다 변이계수 크게 나타났고, 특히 오른쪽 회전에서 왼발의 변이계수가 더 큰 것으로 보고하였다. Park (2013)은 선호손과 발에 따른 좌우 방향 회전동작 시 선호발과 회전방향 간에 상호적인 영향이 나타났고, 디딤발이 아닌 회전하는 발이 선호발일 경우 회전면적이 작게 나타났지만, 압력중심에서는 선호발의 영향은 나타나지 않았다고 보고하였다. Koh, Cho, Moon, Lee & Lee (2011)은 시각정보의 차단 시 한발 착지에서 압력중심은 전후가 좌우보다 크게 나타난다고 보고하였다. 또한 Lemos, Rodrigues & Vargas (2014)의 연구에서 자세 동요 시 근전도와 압력중심 연관성의 변화가 수반된다는 결과를 토대로 회전점프 후 착지 시 압력중심과 근전도 결과를 통하여 안정성을 평가하였다.

다양한 선행연구들이 회전동작에 대한 결과를 제시하고 있지만, 손과 발의 선호도인 편측선호도(lateral preference)를 이용한 회전운동 착지 전략에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구의 목적은 좌우 방향의 회전점프 후 착지 시 압력중심과 근전도 분석의 결과를 토대로 회전방향의 안정성에 미치는 영향을 밝혀 회전점프를 주로 사용하는 스포츠 종목의 지도에 도움을 주고자 한다.

METHOD

1. 대상자

본 연구의 대상자는 20~30대 남녀 성인을 대상으로, 6개월 이상 근골격계의 상해 병력이 없는 건강한 예비대상자 20명을 선정하였고, 선정된 대상자들을 선호손 테스트(Oldfield, 1971)와 선호발 테스트(Elias & Bryden, 1998)를 통하여 손과 발의 선호지수(Grud, Schulz, Cherkas & Ebers, 2006)를 산출하였다. 선호손 테스트는 손 선호지수(HPI: handedness preference index)를 구하기 위하여 15가지 항목(글쓰기, 그리기, 던지기, 가위로 종이 자르기, 손가락으로 식사하기, 망치 사용, 스포츠 라켓 사용, 빗자루 잡아서 쓸기-위쪽, 삼 머리 잡기, 성냥 불 붙이기, 병 뚜껑 열기, 카드 놀이, 실로 바늘 꿰기, 상자뚜껑 열기)에 5가지 선택점수(항상 오른쪽: +2, 보통 오른쪽: +1, 선호도 없음: 0, 보통 왼쪽: -1, 항상 왼쪽: -2)를 기입한 후 $HPI = (total\ score / 30) \times 100$ 으로 산출하였다(Grud et al., 2006). 선호발 테스트는 발 선호지수(FPI: footedness preference index)를 구하기 위하여 10가지 항목(공차기, 한

발로 뛰기, 한발로 모래 다듬기, 다리꼬기-위쪽 다리, 벌레 밟기, 발가락으로 구슬 줍기, 의자 위로 올라갈 때 첫발, 엄지발가락으로 모래에 이름쓰기, 삼 발기-누르기 위해, 한발로 서기)에 5가지 선택점수(항상 오른쪽: +2, 보통 오른쪽: +1, 선호도 없음: 0, 보통 왼쪽: -1, 항상 왼쪽: -2)를 기입한 후 $FPI = (total\ score / 20) \times 100$ 으로 산출하였다(Grud et al., 2006). 산출된 손과 발 선호지수는 -100 ~ +100 범위에서 +100에 가까우면 오른쪽, -100에 가까우면 왼쪽 선호도가 높다고 평가할 수 있다. 산출된 선호지수를 통하여 손과 발 모두 오른쪽 선호도가 높은 최종 대상자(HPI, FPI 모두 50 이상) 16명을 선정하였다. 선정된 대상자는 남자 4명, 여성 12명(연령: 24.13 ± 7.17 yrs, 신장: 169.24 ± 8.23 cm, 체중: 65.65 ± 13.88 kg)이 실험에 참여하였다. 모든 대상자들은 실험에 참여하기 전 실험과정에 대한 설명을 하고 참여의사와 동의를 받았다.

2. 측정도구 및 절차

회전점프 후 착지 시 안정성에 대한 평가는 압력중심과 근전도 측정을 통하여 실시하였다. 압력중심과 근전도 자료의 기준을 마련하기 위하여 직립자세에서 10초간 측정하여 기준을 자료를 산출하였다. 회전점프에 대한 조건은 스탠딩 점프(standing jump: SJ), 왼쪽방향 회전점프(left rotational jump: LRJ), 오른쪽방향 회전점프(right rotational jump: RRJ)로 분류하였다. 측정 시 각 조건에 따른 측정은 무작위로 실시하였고, 눈을 뜬 상태에서 양손은 가슴에 고정하였으며, 양발 사이의 거리는 각 대상자의 어깨넓이로 지정하였으며, 회전점프는 점프의 높이보다 빠른 회전을 요구하였다. 또한 회전점프에서 회전 각도는 180°로 제한하였고, 착지 시 양발이 측정판을 벗어나거나 중심을 잃는 등 자료 습득에 오류가 발생하면 재시도를 통하여 측정하였다. 압력중심과 근전도 측정은 대상자가 측정판 위에 양발이 착지 후 무릎이 완전히 신전된 이후 자료를 수집하였다. 모든 대상자는 각 조건마다 3번의 자료수집이 완료될 때까지 실시하였고, 각 시도마다 피로와 어지러움을 방지하기 위하여 충분한 휴식을 취하게 하였다.

1) 압력중심 측정

기준 자료를 측정하기 위하여 직립자세에서 압력중심의 측정은 2대의 KFORCE Plates (K-Invent Biomechanique, Orsay, France, sampling rate: 75 Hz) 위에서 양발을 접촉한 후 10초간 실시하였다. 기준수축(reference voluntary contraction: RVC)은 10초 중 중간부분인 4~7초 사이의 값을 추출하여 평균 근전도값을 산출하였다.

2) 근전도 측정

근전도 측정은 압력중심 측정과 동시에 실시하였다. 근전도 측정을 위하여 8쌍의 무선 표면 전극(WEMG-8, LAXTHA, Daejeon, Korea: sampling frequency = 1,024 Hz, input impedance > 10 Ω, CMRR > 100 dB)을 이용하였고, 분석은 TeleScan software (ver. 3.15, LAXTHA, Daejeon, Korea)를 이용하였다. 측정 전 하지의 주요 근육에 8쌍의 표면 전극은 하지관절의 주동근으로 근활성도가 가장 큰 좌우 대퇴직근(right and left rectus femoris), 좌우 대퇴이두근(right and left biceps femoris), 좌우 전경골근(right and left tibialis anterior), 좌우 비복근(right

and left gastrocnemius)에 부착하였다. 이후 압력중심 측정과 동시에 측정을 하였다.

3. 자료처리

본 연구에서는 회전점프 조건에 따라 수집된 압력중심과 근전도 자료는 평균을 이용하여 분석하였다.

1) 압력중심 변인

압력중심 변인은 KFORCE Plates의 제어 프로그램인 Kforce Pro를 이용하여 다음과 같은 자료를 수집하였다.

- Longitudinal amplitude for both foot (cm): 양발에서 발생된 전후 방향의 진폭
- Lateral amplitude for both foot (cm): 양발에서 발생된 좌우 방향의 진폭
- COP surface for both foot (cm²): 양발에서 발생된 전후, 전후 방향의 진폭을 통한 면적
- Longitudinal amplitude for left foot (cm): 왼발에서 발생된 전후 방향의 진폭
- Lateral amplitude for left foot (cm): 왼발에서 발생된 좌우 방향의 진폭
- COP surface for left foot (cm²): 왼발에서 발생된 전후, 전후 방향의 진폭을 통한 면적
- Longitudinal amplitude for right foot (cm): 오른발에서 발생된 전후 방향의 진폭
- Lateral amplitude for right foot (cm): 오른발에서 발생된 좌우 방향의 진폭
- COP surface for right foot (cm²): 오른발에서 발생된 전후, 전후 방향의 진폭을 통한 면적
- Total Displacement (cm): 양발에서 발생된 전체 변위
- Mean Velocity (cm/s): 양발에서 발생된 움직임의 평균속도

2) EMG

근전도 신호의 표본추출률(sampling rate)은 1,024 Hz로 설정하였다. 수집된 근전도 신호의 자료처리는 필터링으로 대역통과필터(Butterworth, 25~500 Hz), 노치필터(notch filter, 60 Hz)와 전파정류(full-wave rectification)를 사용하였고, 스무딩(smoothing)은 평균제곱근(root mean square: RMS 100 ms)으로 하였다. 이후 직립자세를 RVC로 선정하여 %RVC 방법(Cram, Kasman & Holtz, 1998)을 사용하여 근전도 신호를 표준화 처리하였다.

$$\%RVC = \frac{EMG_{raw}}{EMG_{RVC}}$$

4. 통계처리

본 연구의 통계처리는 SPSS 23.0 (IBM, USA)을 이용하였고, 압력중심

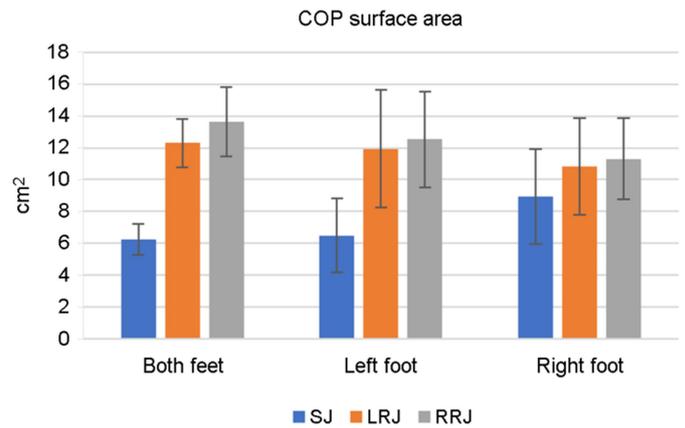


Figure 1. Result of COP surface area

의 변인은 정규성 검정이 만족되지 않아, 비모수 방법인 프리드만 검정(Friedman test)을 실시하였고, 사후검정은 윌콕슨의 부호 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)를 실시하여, 회전방향(SJ, LRJ, RRJ)에 따른 차이를 비교하였다. 근전도는 근육 별 회전방향에 따른 차이를 비교하기 위하여 반복측정 일원변량 분산분석(repeated measure One-Way ANOVA)을 실시하여, 주효과(main effect)에 대한 사후검정은 Scheffe로 실시하였다. 모든 통계치의 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

RESULTS

1. 압력중심 변인의 결과

압력중심의 변인에서 양발의 면적 [$\chi^2=6.857, p=.032$]과 왼발의 면적 [$\chi^2=6.143, p=.046$]은 회전방향에 따라 차이가 나타났고, 사후검증 결과 LRJ, RRJ가 SJ보다 움직임 면적이 크게 발생되었다(Table 1) (Figure 1).

2. 근전도 변인의 결과

회전방향에 따라 하지 근육 별 반복측정 결과, 오른쪽 비복근에서만 차이가 나타났고 [$F=5.440, p=.021$], 사후검증 결과 LRJ, RRJ가 SJ보다 근활성도가 크게 발생되었다(Table 2) (Figure 2).

DISCUSSION

본 연구에서는 좌우 방향의 회전점프-착지 시 압력중심과 근전도 분석을 통하여 안정성을 분석하였다.

연구 결과, 압력중심 변인은 양발의 면적과 왼발의 면적에서 SJ보다 LRJ, RRJ일 때 움직임이 크게 나타났다. 하지만, 왼발의 전후 진폭, 좌우 진폭, 오른발의 전후 진폭, 좌우 진폭, 면적에서는 차이가 나타나지 않았고, 총 변위와 평균속도에서도 차이를 보이지 않았다. 선행연구에서 Park (2013)은 남자 대학생을 대상으로 주 사용 손발과 회전방향성에 따른 분석을 통하여 압력중심에서 오른손잡이(왼쪽 회전), 오른손잡이(오른쪽 회전), 왼손잡이(오른쪽 회전), 왼손잡이(왼쪽 회전) 순으로 평형능력이 큰 것으로 보고하였다. Laws & Sugano (2008)는 무용 학

Table 1. Result of COP variables

Variables	Rotational direction	M ± SD	χ^2	p	Post-hoc
Longitudinal amplitude for both feet (cm)	SJ	1.96±0.72	2.714	.257	-
	LRJ	2.34±0.92			
	RRJ	2.47±1.16			
Lateral amplitude for both feet (cm)	SJ	0.38±0.09	1.286	.526	-
	LRJ	0.62±0.29			
	RRJ	0.57±0.27			
COP surface for both feet (cm ²)	SJ	6.24±3.36	6.857	.032*	SJ < LRJ, RRJ
	LRJ	12.29±8.95			
	RRJ	13.62±10.34			
Longitudinal amplitude for left foot (cm)	SJ	14.13±2.16	2.714	.257	-
	LRJ	13.90±1.98			
	RRJ	14.32±1.95			
Lateral amplitude for left foot (cm)	SJ	7.66±0.96	1.286	.526	-
	LRJ	7.64±1.35			
	RRJ	8.51±1.21			
COP surface for left foot (cm ²)	SJ	6.50±5.28	6.143	.046*	SJ < LRJ, RRJ
	LRJ	11.94±13.41			
	RRJ	12.52±10.52			
Longitudinal amplitude for right foot (cm)	SJ	13.14±1.28	2.714	.257	-
	LRJ	12.82±1.88			
	RRJ	13.91±1.69			
Lateral amplitude for right foot (cm)	SJ	24.02±0.71	1.857	.395	-
	LRJ	23.60±0.96			
	RRJ	24.41±1.17			
COP surface for right foot (cm ²)	SJ	8.93±7.53	4.429	.109	-
	LRJ	10.84±10.62			
	RRJ	11.30±8.91			
Total displacement (cm)	SJ	14.95±1.74	4.000	.135	-
	LRJ	17.55±4.70			
	RRJ	16.76±2.41			
Mean velocity (cm/s)	SJ	1.48±0.17	5.286	.071	-
	LRJ	1.75±4.64			
	RRJ	1.66±0.24			

Note. significant at * $p < .05$

생 그룹에서 한 명의 댄서만이 일관된 왼쪽 회전선호도를 보인 반면 나머지 댄서는 오른쪽 회전선호도를 보였는데 일반적으로 무용 학생들이 오른쪽으로 삐루엣을 수행하도록 요청되기 때문에 이러한 결과 패턴이 훈련 이력과 지지 다리의 선택 때문일 수 있다고 결론지었다.

Nyabenda, Briart, Deggouj & Gersdorff (2004)은 회전선호도를 설명할 수 있는 요인으로 전정-척수 시스템의 비대칭을 고려하였다. 예를 들어, 사람들에게 눈을 감고 제자리에서 반복적으로 걸으라는 요청을 받으면 그들은 옆으로 치우쳐 장축을 중심으로 회전하고 앞으로 움직이

Table 2. Repeated one-way ANOVA of EMG (unit: %RVC)

Muscle	Rotational direction	M±SD	F	p	Post-hoc
LQ	SJ	141.53±70.19	.754	.492	-
	LRJ	144.42±83.92			
	RRJ	159.08±80.95			
LH	SJ	133.65±47.71	1.107	.346	
	LRJ	132.50±42.58			
	RRJ	148.53±61.15			
LP	SJ	149.55±52.68	1.327	.283	
	LRJ	141.49±50.88			
	RRJ	158.39±69.21			
LG	SJ	126.48±23.69	1.141	.352	
	LRJ	127.38±26.55			
	RRJ	143.43±46.93			
RQ	SJ	141.77±61.57	.984	.402	
	LRJ	146.33±75.50			
	RRJ	162.40±93.11			
RH	SJ	139.56±71.83	1.489	.244	
	LRJ	154.23±102.24			
	RRJ	162.13±107.43			
RP	SJ	149.93±61.56	.795	.462	
	LRJ	147.21±71.33			
	RRJ	161.93±78.74			
RG	SJ	114.11±28.24	5.440	.021*	SJ < LRJ, RRJ
	LRJ	135.74±45.61			
	RRJ	139.68±62.73			

Note. significant at * $p < .05$

는 경향이 있기 때문이라고 하였다. Brown, Tolsma & Kamen (1983)는 대상자(체조 선수 51명, 비선수 120명)의 회전선호도를 4가지 간단한 체조동작으로 평가하였고, 선호손과 선호눈과 같은 편측성을 평가하였다. 선수 표본에서 트램폴린의 회전하는 엉덩이 동작으로 측면 선호도와 회전점프 사이의 관계와 선호손과 회전선호도 사이의 관계가 관찰되었다. Vanden-Abeeke (1978)는 시계방향 회전과 비교할 때 오른손잡이는 반시계 방향으로 축 방향의 신체 회전을 더 빠르게 한다는 것을 발견하였다. 압력중심은 불안정한 신체중심에 대한 근신경의 반응을 나타내는 것으로(Winter, 2009), 연구 결과에서 나타난 바와 같이, 좌우 방향의 회전점프-착지 시 압력중심에서 양발과 왼발의 면적에서 움직임이 크게 발생되었다. 선행연구에 따르면 선호손과 선호발과 반대방향으로 회전선호도가 높다는 결과를 바탕으로 본 연구의 회전점프-착지 시에도 동일한 결과를 예상하였고, 모든 대상자들이 손과 발에서 오른쪽방향의 선호도가 높기 때문에 좌우 방향에 따른 회전점프-착지 시 특정 방향에서의 안정성이 높거나 낮은 안정성을 기대하였다. 기준이 되는 자세인 직립자세의 압력중심 보다 좌우 회전방향의 회전점프-착지 시 압력중심 변인에 영향을 미쳤지만, 좌우 회전방향 사이에는 차이를 보이지 않았다. 이는 Park (2013)의 연구 결과에서 나타났던 선호손과 회전방향성 사이에서 오른손잡이는 오른쪽 회전보다 왼쪽 회전 시 평형능력이 좋은 것으로 밝히고 있지만, 제자리에서 10바퀴 회전을 인한 차이로, 좌우 회전방향의 점프 시 180°로 회전량을 제한하였기 때문에 귀속에서 평형감각을 담당하는 전정기관의 혼란을 초래하지 못하여 손과 발의 편측성에 대한 영향이 없는 것으로 판단된다.

근전도 분석에서는 근육 별 회전방향에 따라 오른쪽 비복근에서만 LRJ, RRJ가 SJ 보다 근활성도가 크게 나타났다. 선행연구를 살펴보면, Bai et al. (2019)는 180°와 360° 회전점프 착지 시 사전 근활동 시기 조사하는 연구에서 180°, 360° 회전점프 후 착지에서 햄스트링이 대퇴사두근보다 빠른 근수축이 발생한다고 보고하였다. Singh (1970)은 미는 동작에서 다리의 힘을 연구한 결과 오른손잡이의 좌우 다리 근력에 차이가 없는 사실을 발견했지만 왼손잡이는 오른쪽 다리보다 왼쪽 다리가 더 강하다는 것을 보여주었고, Cavanagh, Pollock & Landa (1977)는 엘리트 장거리 육상선수들이 중거리 선수보다 다리 근력의 대칭성

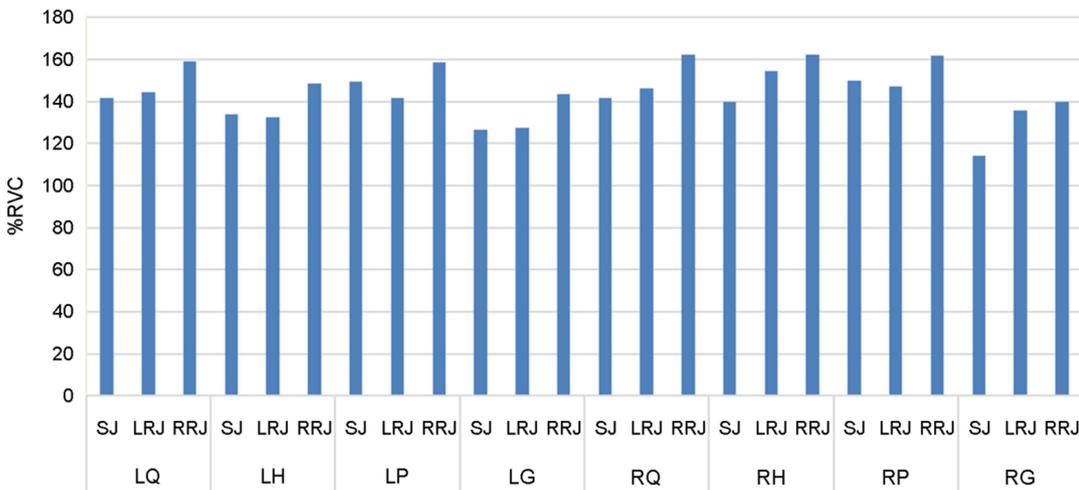


Figure 2. Results of EMG

이 더 크다는 것을 발견하였다. 특히 Czabanski & Koszycz (1979)는 속도와 정확성을 요구하는 움직임은 오른쪽 다리에서 시작되고 더 큰 힘이 필요한 움직임은 왼쪽 다리에서 시작된다는 것을 발견하였다. 이 발견이 러너에게 적용된다면, 일부 양측 차이는 러너의 선호 다리 (Schieb, 1987)와 다리 근력 대칭(Cavanagh et al., 1977)에 의해 설명될 수 있고, 선호손도 관련될 수 있다고 보고하였다. 하지만 Coleman & Dupler (2005)는 미국 메이저리그 야구에서 오른손잡이와 왼손잡이 타자들이 홈에서 1루까지 달리는 속도에는 차이가 없다는 사실을 발견하여 더 많은 연구의 필요성을 시사하였다.

본 연구의 근전도 분석에서는 오른쪽 비복근에서만 좌우 방향 모두 회전점프-착지 시 큰 근활성도가 나타났다. 이는 선행연구에서 제시된 선호가 높은 손과 발의 방향과 동일한 방향의 회전 시 불안정성이 증가한다는 결과와 일부 상이한 결과가 나타났다. 대상자들이 모두 손과 발에서 높은 오른쪽 선호로 인하여 왼쪽방향의 회전 시 근활성도가 특정 근육에서 증가할 것으로 예상했지만, 오른쪽 비복근에서만 좌우 방향 회전 모두 증가한 것으로 나타났다. 이는 회전량의 제한으로 인해 좌우 방향에서 차이가 나타나지 않았던 압력중심의 변인과 함께 근전도에서도 좌우 방향 사이의 차이는 보이지 않았다. 하지만 오른쪽 선호도 높은 대상자들을 통하여 오른쪽 비복근이 회전점프-착지 시 안정성 유지를 위해 신체의 제어를 담당하는 근육으로 판단할 수 있었고, 손과 발의 선호도에 따른 편측성이 회전선호도에 절대적인 영향은 없는 것으로 사료된다.

이 연구를 통해 압력중심은 좌우 방향의 회전-착지 시 회전량에 기인될 수 있었지만, 근전도는 편측성이 회전선호도를 반드시 결정되는 요인으로 볼 수 없었다. 회전점프를 이용하는 스포츠에서는 회전점프 시 효율적인 착지를 위하여 낮은 근활성도를 고려할 수 있는 편측선호도를 고려해 볼 수는 있지만 절대적인 요인이 아니므로 추가적인 연구를 통하여 회전선호도의 원인을 밝힐 필요가 있을 것으로 사료된다.

CONCLUSION

본 연구의 목적은 좌우 방향의 회전점프 후 착지 시 압력중심과 근전도 분석의 결과를 토대로 회전방향의 안정성에 미치는 영향을 밝히는데 있으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 압력중심 변인 중 양발의 면적과 왼발의 면적은 SJ보다 LRJ, RRJ가 크게 나타났다.

둘째, 근전도 결과는 오른쪽 비복근에서만 차이가 나타났고, 회전방향에 따라 RRJ, LRJ가 SJ 보다 근활성도가 크게 발생되었다.

향후 연구에서는 선호손과 선호발에 따른 제자리 회전 및 회전점프 시 회전량과 회전속도와 관련된 연구를 통하여 안정성에 미치는 영향을 명확히 밝힐 필요가 있을 것이다.

REFERENCES

Adrian, M. J. & Cooper, J. M. (1995). *The biomechanics of human movement*. Indianapolis, Indiana: Benchmark Press.

Bai, D., Okada, Y., Fukumoto, T., Ogawa, M. & Tanaka, Y. (2019). The muscle pre-activity timing of the hamstrings and quadriceps during

180 and 360 rotational jump landings in healthy female subjects. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, 25, 17: 16-20.

Boyas, S., Remaud, A., Bisson, E. J., Cadieux, S., Morel, B. & Bilodeau, M. (2011). Impairment in postural control is greater when ankle plantarflexors and dorsiflexors are fatigued simultaneously than when fatigued separately. *Gait & Posture*, 34(2), 254-259.

Brown, J., Tolsma, B. & Kamen, G. (1983). Relationships between hand and eye dominance and direction of experienced gymnasts and non-athletes. *Percept Motor Skill*, 57, 470.

Cavanagh, P. R., Pollock, M. L. & Landa, J. (1977). A biomechanical comparison of elite and good distance runners. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 301, 328-345.

Coleman, A. U. & Dupler, T. L. (2005). Differences in running speed among Major League Baseball players in game situations. *JEP-Online*, 8(2), 10-15.

Cram, J. R., Kasman, G. S. & Holtz, J. (1998). *Introduction to surface electromyography*. Maryland, MD: Aspen.

Czabanski, B. & Koszycz, T. (1979). *Relationship between stroke asymmetry and speed of breaststroke swimming*. In J. Terauds & E. W. Bedingfield (Eds.), *Swimming III*. Baltimore, MD: University Park Press. pp. 148.

Elias, L. J. & Bryden, M. P. (1998). Footedness is a better predictor of language lateralisation than handedness. *Laterality*, 3(1), 41-51.

Gurd, J. M., Schulz, J., Cherkas, L. & Ebers, G. C. (2006). Hand preference and performance in 20 pairs of monozygotic twins with discordant handedness. *Cortex*, 42, 934-945.

Jo, S. C. (1999). Biomechanical analysis of bare foot landing and shod foot landing in drop jump. *Journal of Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*, 38(3), 715-725.

King, D. L. (2005). Performing triple and quadruple figure skating jumps: implications for training. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(6), 743-753.

Koh, Y. C., Cho, J. H., Moon, G. S., Lee, H. D. & Lee, S. C. (2011). Effects of visual information blockage on landing strategy during drop landing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21(1), 31-38.

Laws, K. & Sugano, A. (2008). *Physics and the art of dance: Understanding movement (2nd ed.)*. New York, NY: Oxford University Press.

Lemos, T., Rodrigues, E. C. & Vargas, C. D. (2014). Motor imagery modulation of postural sway is accompanied by changes in the EMG-COP association. *Neuroscience Letters*, 577, 101-105.

Mohr, C., Landis, T., Bracha, H. S. & Brugger, P. (2003). Opposite turning behavior in right-handers and non-right-handers suggests a link between handedness and cerebral dopamine asymmetries. *Behavioral Neuroscience*, 117(6), 1448-1452.

Nyabenda, A., Briart, C., Deggouj, N. & Gersdorff, M. (2004). A normative study of the vestibulospinal and rotational tests. *Advances in Physiotherapy*, 6(3), 122-129.

- Oldfield, R. C. (1971). The assessment of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Park, Y. S. (2006). *The effects of turn motion to kinematic factors and vestibular system*. Unpublished Doctoral Thesis, Graduate school of HanYang University, Seoul, Korea.
- Park, Y. S. (2013). An analysis of turning area and balance by hand dominance, foot dominance, and turning direction. *The Korean Journal of Growth and Development*, 21(2), 101-107.
- Schieb, D. A. (1987). *Bilateral characteristics of running mechanics*. In L. Tsarouchas, J. Terauds, B. A. Gowitzke, & L. E. Holt (Eds.), 5 International Symposium on Biomechanics in Sports. Athens: International Society of Biomechanics in Sports. 414-421.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H. (2000). *Motor control: Theory and practical Applications (2nd ed)*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Singh, I. (1970). Functional asymmetry in the lower limbs. *Acta Anatomica*, 77, 131-138.
- Stochl, J. & Croudace, T. (2013). Predictors of human rotation. *Laterality*, 18(3), 265-281.
- Taylor, M. J. D., Strike, S. C. & Dabnichki, R. (2006). Turning bias and lateral dominance in a sample of able-bodied and amputee participants. *Laterality*, 12, 50-63.
- Vanden-Abeeel, J. (1978). *Comparison of interlateral differences in gross motor skills and their relationship with handedness and footedness*. In F. Landry & W. A. R. Orban (Eds.), *Motor learning, sports psychology, pedagogy and didactics*. Miami, FL: Symposia Specialists.
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and Motor control of Human Movement. 4th edition*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Woo, B. & Shim, J. Y. (2017). Effects of Body Stability in Sequential Rotation Jumping-landing on Visual Information Selection. *Journal of Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*, 56(5), 715-724.
- Yeow, C. H., Lee, P. V. & Goh, C. H. (2011). An investigation of lower extremity energy dissipation strategies during single-leg and double-leg landing based on sagittal and frontal plane biomechanics. *Human Movement Science*, 30(3), 624-635.
- Zhang, S., Bates, B. T. & Dufek, J. (2000). Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(4), 812-819.