

선호손과 발에 따른 제자리 회전 후 안정성에 미치는 영향

박준성^{1,*} · 우병훈^{2,†}

¹건국대학교 스포츠융복합연구소, 연구원

²경기대학교 체육학과, 교수

(2022년 7월 26일 접수: 2022년 8월 10일 수정: 2022년 8월 13일 채택)

Effects on stability of handedness and footedness preference after rotation in place

Jun-Sung Park¹ · Byung-Hoon Woo[†]

¹*Sports Convergence Institute, Konkuk Univ.*

²*Department of Physical Education, Kyonggi Univ.*

(Received July 26, 2022; Revised August 10, 2022; Accepted August 13, 2022)

요약 : 본 연구의 목적은 좌우 방향의 회전 후 직립자세 시 압력중심과 근전도 분석을 토대로 회전선호도가 신체 안정성에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 연구의 대상은 오른쪽 손과 발의 편측선호도가 높은 대상자 16명으로 3가지 회전방향 조건(QS: 직립자세, LT: 왼쪽 10바퀴, RT: 오른쪽 10바퀴)을 수행하였다. 회전 후 직립자세 시 안정성을 평가하기 위하여 압력측정판과 근전도를 이용하여 결과를 도출하여 분석하였다. 연구결과로 모든 압력중심 변인은 QS보다 LT, RT가 크게 나타났지만, 회전방향에 따른 차이는 보이지 않았다. 근전도 결과는 좌우 비복근에서 회전방향에 따라 RT가 QS보다 근활성도가 크게 발생되었다. 결론적으로 대상자가 모두 오른쪽 측면선호도가 높았지만 압력중심에서는 회전선호도의 영향이 없었고, 비복근에서는 회전선호도의 영향이 나타났다.

주제어 : 선호손, 선호발, 회전, 압력중심, 근전도

Abstract : The purpose of this study was to investigate the effect of rotational preference on body stability based on COP and EMG analysis in a quiet standing after turn in the left and right directions. The subjects of this study were 16 subjects with a high lateral preference for the right hand and foot. The subjects of this study were 16 subjects with high unilateral preference for the right hand and foot, and three rotational direction conditions (QS: quiet standing, LT: 10 turns on the left, RT: 10 turns on the right) were performed. In order to evaluate the stability in a quiet standing after turning, the results were derived and analyzed using a COP plate and an EMG. As a result of the study, LT and RT were larger than QS for all COP variables, but there was no difference according

[†]Corresponding author

(E-mail: woowoo@kgu.ac.kr)

to the direction of turning. In EMG, RT showed larger muscle activity than the QS according to the rotational direction in left and right gastrocnemius. In conclusion, although all subjects had a high right lateral preference, there was no effect of rotational preference in COP, and gastrocnemius showed the effect of rotational preference.

Keywords : *Handedness Preference, Footedness Preference, Rotation, COP, EMG*

1. 서론

인간은 좌우 두뇌 반구의 차별적 발달로 인해 기능적 비대칭성을 갖는 것으로 알려져 있다[1]. 주로 손이나 발과 같이 어느 한쪽이 생리적 우월성이 보이고, 눈과 귀에서도 이러한 현상이 나타난다[2, 3]. 이에 대해 많은 연구자들은 우세하거나 선호하는 손과 발 등을 선호손(handedness preference) 또는 우세손(dominant hand), 선호발(footedness preference) 또는 우세발(dominant foot) 등으로 표현하고 있다. 대부분의 연구에서 선호하는 손과 발은 모두 오른쪽 방향의 선호도가 상당히 높게 나타나는 것으로 보고되고 있다[4].

이러한 기능적 비대칭의 또 다른 표현은 이동이나 점프 시 오른쪽 회전(시계방향 회전) 또는 왼쪽 회전(반시계방향 회전)과 같은 회전선호도(rotational preference)이다. 회전선호도는 개인의 본질적인 감지능력[5], 기저핵 도파민 작용의 비대칭성(asymmetry of basal ganglia dopaminergic function)[6, 7], 담창구 크기(globus pallidus volume)[8], 전정 시스템의 비대칭성(asymmetry in the vestibular system)[9], 공간-시각 기능(visuospatial functioning)[10], 난소 호르몬의 변동(fluctuations in ovarian hormones)[6, 11] 등의 원인으로 설명되고 있지만, 편측성(lateralization)[8, 12]을 제외한 나머지 요소들은 독립적으로 고려되지 않는다[7]. 하지만 회전선호도의 원인이 되는 요소들은 회전훈련을 수행하지 않는 사람들에게 영향을 줄 수 있다[13].

손과 발의 선호도는 신경심리학적 연구분야에서 다양한 종류의 설문지가 손과 발의 선호 수준을 측정하기 위해 개발되었다(예: Edinburgh Handedness Inventory, Modified Waterloo footedness inventory). 이러한 검사들은 기존의 왼쪽과 오른쪽의 2집단으로만 나누던 방법이 아닌 중간에 위치하고 있는 것처럼 분명하지 않은

방향을 설정해 주었다. 기존연구에서는 오른쪽이나 왼쪽이 아니면 양손 또는 양발잡이로 평가하는 경우도 있었지만, 이를 세분화하여 평가할 수 있게 되었다. 만약 글쓰기와 그림은 오른손으로 하지만 왼손으로 도마 위에서 음식을 썰고, 공을 던지고, 가위를 쥐고 종이를 자르는 사람이라면 왼손잡이라고 말할 수 있을 것이다[14, 15]. 이렇듯 주관적인 선호손과 발의 결정보다 선호수준에 파악할 필요가 있다.

최근 회전선호도의 관한 연구들은 오른손잡이의 왼쪽 회전 선호에 대한 명확한 증거를 제시하고 있고 왼손잡이도 오른쪽 방향의 선호가 편향되어, 회전 시 방향에 대한 선호도는 선호 손과 발의 반대쪽으로 회전하는 것을 선호하였다[16, 17, 18]. 또한 오른손잡이는 오른쪽 회전과 비교할 때 왼쪽 회전을 더 빠르게 수행한다는 것을 발견하였고[19], 자세 유지는 오른발이 선호발일 때 왼발에 의지하였다[20]. 흥미롭게도 보행 시 방향 전환할 때 왼쪽 회전이 오른쪽 회전보다 선호하는 현상이 나타났고, 이는 달리기 동안 더 두드러지며 보행의 안정성과 에너지 요구량의 차이 때문이라고 보고하였다[21]. 선호손과 발, 회전방향에 따른 회전동작 후 압력중심은 회전방향과 선호손 간 상호적인 영향이 있었다[13]. 기계체조에서 측전(round off)과 직선 풀턴 점프를 통한 연구에서 기계체조 미숙련 대상자들은 편측 선호도(lateral preference)와 회전선호도의 관계에서 양의 상관관계를 보인다고 밝혔지만, 숙련자는 회전선호도와 전정척수 비대칭(vestibulo-spinal asymmetry)의 관계에서만 양의 상관관계가 나타난다고 보고하였다[22]. 축구 선수의 경우 선호발이 비선호발보다 발, 무릎, 골반의 운동학적인 변인에서 움직임이 크게 나타났고[23], 인간의 측면 선호를 바꾸는 것은 내재적 선호와 외재적으로 강요된 작업 제약 사이의 복잡한 상호 작용으로 나타난다고 보고하였다[21].

다양한 선행연구에서 나타난 바와 같이 손과

발의 편측선택도는 회전선택도와 관련이 있다고 볼 수 있다. 특히 회전 후 신체의 안정성은 스포츠뿐만 아니라 일상생활에서도 상해에 대해 중요한 요소로 판단될 수 있고, 회전선택도와 관련된 회전점프는 주로 회전점프-착지를 통하여 전방십자인대(ACL) 부상 예방 프로그램에 포함되기도 한다[24].

따라서 선행연구에서 보고된 결과를 통해 인간의 기능적 비대칭성에 따른 회전선택도가 특정 방향의 회전동작 후 신체의 안정성에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이에 본 연구의 목적은 오른쪽 손과 발 선택 수준이 높은 대상자들로 좌우 방향의 회전 후 직립자세 시 압력중심과 근전도 분석을 토대로 회전선택도가 신체 안정성에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 실험

2.1. 연구대상

본 연구의 대상자는 20-30대 남녀 성인을 대상으로 선택손 및 선택발 테스트(Table 1, 2)를 통하여 손과 발의 오른쪽 선택도가 높은 대상자

들을 모집하였다. 대상자들은 선택손 테스트[25]와 선택발 테스트[26]를 통하여 손과 발의 선택지수[27]를 산출하였고, 산출된 선택지수를 통하여 손과 발 모두 오른쪽 선택도가 높은 대상자(HPI, FPI 모두 50 이상) 16명을 선정하였다. 선정된 대상자는 남자 4명, 여성 12명(연령: 24.13 ± 7.17 years, 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 동의서를 받았다.

2.1.1. 선택손 테스트(Edinburgh Handedness Inventory)[25]

설문지의 각 항목은 특정 운동에 대해 자가 보고된 손사용 동작을 선택할 수 있다(Table 1)

손 선택 지수(HPI: handedness preference index)는 15개의 항목의 점수를 합한 총점을 30으로 나누어 산출하였다[27]. 산출 후 손 선택도는 -100 ~ +100 범위에서 +100에 가까우면, 오른손, -100에 가까우면 왼손 선택도가 높다고 평가할 수 있다.

$$HPI = (\text{total score} / 30) \times 100$$

Table 1. Handedness preference test

1. handwriting	6. using a spoon for eating	11. striking a match
2. drawing	7. using a hammer	12. unscrewing the lid of a jar
3. throwing	8. using a sports racket (e.g., for tennis)	13. dealing playing cards
4. using scissors for cutting paper	9. holding a broom for sweeping (upper hand)	14. holding thread to thread a needle
5. brushing your teeth with a toothbrush	10. holding the top of a shovel	15. opening the lid of a box

always right: +2, usually right: +1, no preference: 0, usually left: -1, always left: -2

Table 2. Footedness preference test

1. Kicking a ball	6. Picking up a marble with your toes
2. Hopping on one foot	7. Stepping up onto a chair(foot which goes up first)
3. Smooth sand with one foot	8. Writing your name in the sand with a big toe
4. Crossing your legs(leg on top)	9. Stepping on a shovel(to push down)
5. Step on a bug Write name in sand	10. Standing on one foot

always right: +2, usually right: +1, no preference: 0, usually left: -1, always left: -2

2.1.2. 선호발 테스트(Modified Waterloo footedness inventory)[26]

설문지의 각 항목은 특정 운동에 대해 자가 보고된 발사용 동작을 선택할 수 있다<Table 1>

발 선호 지수(FPI: footedness preference index)는 10개의 항목의 점수를 모두 합한 총점을 20으로 나누어 산출하였다[27]. 산출 후 발 선호도 지수(-100 ~ +100)는 +100에 가까우면 오른발, -100에 가까우면 왼발 선호도가 높다고 평가할 수 있다.

$$FPI = (\text{total score} / 20) \times 100$$

2.2. 측정도구 및 절차

회전방향에 대한 3가지 조건은 다음과 같다.

QS(quiet standing): 측정판 위에서 직립자세

LT(left turn): 왼쪽으로 10바퀴 회전 후 측정판 위에서 직립자세

RT(right turn): 오른쪽으로 10바퀴 회전 후 측정판 위에서 직립자세

2.2.1. 압력중심(COP: center of pressure)

먼저 직립자세에서 압력중심의 측정은 2대의 KFORCE Plates(K-Invent Biomecanique, Orsay, France, sampling rate: 75 Hz) 위에서 양발을 접촉한 후 10초간 실시하였다. 이후 회전동작에 따른 압력중심 측정을 위하여 측정판 앞에서 제자리 회전동작을 수행한 후 즉시 측정판 위로 올라가 10초간 압력중심을 측정하였다. 제자리 회전동작 시 선행연구[13]를 토대로 메트로놈을 이용하여 대상자가 스스로 소리를 들으면서 40 bmp의 속도로 10바퀴 제자리 회전을 실시하였고, 좌우 방향으로 각각 3번씩 수행하였다. 좌우 방향의 간섭을 방지하기 위하여 총 10번의 회전은 무작위로 실시하였고, 각 시도가 끝난 후에는 어지러움을 방지하기 위하여 충분한 휴식을 취하게 하였다. 측정 시 양발이 측정판에 들어오지 않거나, 넘어지는 경우 등 자료 수집에 문제가 발생했을 때 다시 수행하도록 하였다. 측정 시 팔동작의 개입을 막기 위하여 양손은 가슴에 고정하고 눈은 뜬 상태에서 실시하였다.

2.2.2. 근전도

회전동작 후 직립자세 시 하지 근육의 활성도를 밝히기 위해 무선 근전도에서 8쌍의 표면 전극(WEMG-8, LAXTHA, Daejeon, Korea: sampling frequency = 1024 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 하지 관절의 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.

2.3. 자료처리

본 연구에서는 회전방향의 조건에 따라 직립자세 시 10초간 지면에 유지된 상태에서 압력중심 변인과 근전도 자료를 수집하여 분석하였다.

2.3.1. 압력중심

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

- longitudinal amplitude for both foot (cm): 양발에서 발생된 전후방향의 진폭
- lateral amplitude for both foot (cm): 양발에서 발생된 좌우방향의 진폭
- COP surface for both foot (cm²): 양발에서 발생된 전후, 전후방향의 진폭을 통한 면적
- longitudinal amplitude for left foot (cm): 왼발에서 발생된 전후방향의 진폭
- lateral amplitude for left foot (cm): 왼발에서 발생된 좌우방향의 진폭
- COP surface for left foot (cm²): 왼발에서 발생된 전후, 전후방향의 진폭을 통한 면적
- longitudinal amplitude for right foot (cm): 오른발에서 발생된 전후방향의 진폭
- lateral amplitude for right foot (cm): 오른발에서 발생된 좌우방향의 진폭
- COP surface for right foot (cm²): 오른발에서 발생된 전후, 전후방향의 진폭을 통한 면적
- Total Displacement (cm): 양발에서 발생된 전체 변위
- Mean Velocity (cm/s): 양발에서 발생된 움직임의 평균 속도

2.3.2. 근전도

근전도 신호의 표본추출률(sampling rate)은 1024 Hz 로 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 기준수축(RVC: reference voluntary contraction)으로 선정하여 %RVC 방법[28]을 사용하여 근전도 신호를 표준화 처리하였다.

2.4. 통계처리

본 연구의 통계처리는 오른쪽 측면선호도가 높은 대상자들을 대상으로 3가지 제자리 회전방향 조건(QS, LT, RT)에 따라 직립자세 시 압력중심 변인과 근전도 변인을 비교 분석하였다. 압력중심의 변인은 정규성 검정이 만족되지 않아, 비모수 방법인 프리드만 검정(Friedman test)을 실시하였고, 사후검정은 윌콕슨의 부호 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 실시하였다. 근전도 변인은 3가지 회전방향과 8개의 근육에 따른 차이를 비교하기 위하여 반복측정 이원변량 분산 분석(repeated measure Two-Way ANOVA)을 실시하였고, 주효과(main effect)에 대한 사후검정은 Scheffe로 실시하였다. 모든 통계처리는 SPSS 23.0(IBM, USA)을 이용하였고, 통계치의 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 압력중심의 변인

회전방향에 따른 압력중심 변인의 결과는 <Table 3>과 같다.

압력중심의 변인에서 양발의 전후변위($X^2=18.667$, $p=.000$), 좌우변위($X^2=18.167$, $p=.000$), 면적($X^2=19.500$, $p=.000$)은 회전방향에 따라 차이가 나타났고, 사후검증 결과 LT, RT가 QS보다 양발의 변위와 면적이 크게 발생되었다. 왼발의 전후변위($X^2=18.667$, $p=.000$), 좌우변위($X^2=15.167$, $p=.000$), 면적($X^2=15.500$, $p=.000$)은 회전방향에 따라 차이가 나타났고, 사후검증 결과 왼발의 변위와 면적이 크게 발생되었다. 오른발의 전후변위($X^2=18.667$, $p=.000$), 좌우변위($X^2=13.167$, $p=.001$), 면적($X^2=18.167$, $p=.000$)은 회전방향에 따라 차이가 나타났고, 사후검증 결과 LT, RT가 QS보다 오른발의 변위와 면적이 크게 발

생되었다. 또한 총 변위($X^2=18.667$, $p=.000$)와 평균속도($X^2=18.766$, $p=.000$)에서도 회전방향에 따라 차이가 나타났고, 사후검증 결과 LT, RT가 QS보다 총 변위와 평균속도가 빠르게 나타났다.

오른손잡이들의 왼쪽 선호에 대한 선행연구로, 대상자들이 방에서 앞뒤로 걷도록 한 결과 오른손잡이는 왼쪽 회전 선호를 보인 반면 비-오른손잡이는 선호가 없음을 발견하였고[8], 선호손과 회전방향성 사이에서 오른손잡이는 왼쪽 회전 시 평형능력이 좋은 것으로 보고하였다[13]. 이와 같이 다양한 선행연구들은 측면선호도와 회전선호도는 관계에서 서로 반대되는 방향의 선호로 나타난다고 보고되고 있다. 하지만 또 다른 연구들은 측면선호도와 회전선호도 사이의 관계에 대하여 일치된 결과를 도출하지 못한 상태이다. 시각이나 청각 정보없이 수행된 720° 회전숫에서 오버 또는 언더숫을 측정하여, 여성 오른손잡이들은 시계 방향(오른쪽)의 회전을 선호하였지만, 왼손잡이들은 왼쪽을 선호한다고 보고하였다[12]. 기계체조에서 회전선호도와 측면선호도 또는 전정-척수 비대칭(vestibulo-spinal asymmetry)과 같은 다른 요인 간의 관계에 대한 명확한 증거가 없었다고 보고하였지만[29], 회전선호도를 설명할 수 있는 요인으로 전정-척수 시스템의 비대칭을 고려하였다[30]. 기계체조 선수들의 정보를 통하여 5개의 다른 체조 기술에서 트위스트 방향과 관련하여, 트위스트(twisting), 서머솔트(somersault), 점프턴(jump turn), 삐루엣(pirouette), 측전(round-off) 시 좌우 방향에 대한 선호에는 차이가 없음을 발견하였지만, 측전의 트위스트 방향은 나머지 4개 기술의 트위스트 방향에 대한 중요한 예측 변수로 판단하였다[31]. 측전 중 오른쪽으로 회전하는 체조 선수는 나머지 4개 기술에서 왼쪽으로 더 자주(약 74%), 그 반대로(약 64%) 회전하여 회전선호도의 관계에 대해 설명하였다. 이외에도 측면선호도와 회전선호도 관계에 대해 대부분의 무용수들이 오른쪽으로 삐루엣(pirouettes)을 수행하는 연습과정과 지지 다리의 선택으로 인하여 무용수들은 오른쪽 회전의 선호도가 높다고 보고하고 있어, 측면선호도와 관계없이 관행적이고 일률적으로 연습을 수행하는 것으로 판단하였다[32].

이와 같이 선행연구에 따르면 측면선호도와 회전선호도 사이의 관계에 대하여 일관된 결과를 도출하지 못한 상태에서, 본 연구와 유사한 연구에서 압력중심의 변인에서 차이가 나타났다고 보

Table 3. Result of COP variables

variables	rotational direction	M±SD	χ^2	<i>p</i>	post-hoc
longitudinal amplitude for both foot (cm)	QS	1.17±0.24	18.667	.000***	ST < LT, RT
	LT	3.02±0.97			
	RT	2.90±0.88			
lateral amplitude for both foot (cm)	QS	0.32±0.10	18.167	.000***	ST < LT, RT
	LT	0.69±0.22			
	RT	0.71±0.31			
COP surface for both foot (cm ²)	QS	2.95±1.10	19.500	.000***	ST < LT, RT
	LT	17.18±7.98			
	RT	17.31±11.69			
longitudinal amplitude for left foot (cm)	QS	1.48±0.37	18.667	.000***	ST < LT, RT
	LT	3.42±1.00			
	RT	3.11±1.01			
lateral amplitude for left foot (cm)	QS	0.22±0.09	15.167	.000***	ST < LT, RT
	LT	0.38±0.12			
	RT	0.51±0.33			
COP surface for left foot (cm ²)	QS	2.92±1.65	15.500	.000***	ST < LT, RT
	LT	10.15±3.48			
	RT	14.96±15.41			
longitudinal amplitude for right foot (cm)	QS	1.03±0.29	18.667	.000***	ST < LT, RT
	LT	2.95±0.93			
	RT	3.02±0.81			
lateral amplitude for right foot (cm)	QS	0.19±0.06	13.167	.001***	ST < LT, RT
	LT	0.45±0.25			
	RT	0.52±0.35			
COP surface for right foot (cm ²)	QS	1.69±0.90	18.167	.000**	ST < LT, RT
	LT	12.22±10.08			
	RT	15.11±4.21			
Total Displacement (cm)	QS	12.85±1.40	18.667	.000***	ST < LT, RT
	LT	29.84±9.43			
	RT	23.61±6.26			
Mean Velocity (cm/s)	QS	1.27±0.14	18.766	.000***	ST < LT, RT
	LT	2.75±0.94			
	RT	2.33±0.62			

****p*<.001

고하였다[13]. 하지만 측면선호도 결정방법이 대상자의 주관적 판단, 연구대상자 수 부족(오른손 선호: 7명, 왼손 선호: 4명, 오른발 선호: 6명, 왼발 선호: 5명) 등으로 추가연구가 필요한 상태였다. 비록 본 연구의 압력중심 결과에서는 손과 발 모두 오른쪽 선호가 높은 대상자만 선정하여 오른쪽 측면선호도가 높았지만, 좌우 회전방향에 따른 차이가 나타나지 않았다. 압력중심은 불안정한 신체중심에 대한 근신경의 반응을 나타내는 것으로[33], 손과 발의 선호도인 측면선호도와 회전선호도의 관계에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

3.2. 근전도 변인

회전방향에 따른 근전도 결과는 <Table 4>와 같다.

회전방향에 따른 각 하지근전도의 반복측정 일원변량 분산분석 결과, 좌우 대퇴직근, 좌우 대퇴이두근, 좌우 전경골근은 회전방향에 따른 차이가 나타나지 않았지만, 좌우 비복근은 회전방향에 따라 차이가 나타났고(왼쪽 비복근: $F=6.097$, $p=.008$, 오른쪽 비복근: $F=5.295$, $p=.013$), 사후검증 결과 좌우 비복근 모두 RT가 QS보다 크게 발생되었다.

Table 4. Result of EMG

unit: %RVC					
muscle	rotational direction	M±SD	F	p	post-hoc
LRF	QS	110.64±17.03	.774	.473	-
	LT	119.27±38.70			
	RT	127.66±54.71			
LBF	QS	108.27±22.68	1.437	.283	-
	LT	108.47±37.29			
	RT	140.33±68.29			
LTA	QS	105.91±22.02	1.543	.261	-
	LT	116.86±37.78			
	RT	160.26±151.39			
LG	QS	101.70±13.49	6.097	.008**	QS < RT
	LT	114.20±28.19			
	RT	127.58±30.41			
RRF	QS	106.87±15.46	1.486	.272	-
	LT	119.59±41.22			
	RT	138.00±70.59			
RBF	QS	112.79±26.01	2.141	.168	-
	LT	122.19±36.80			
	RT	151.22±87.67			
RTA	QS	108.56±31.43	1.628	.244	-
	LT	124.68±49.23			
	RT	172.48±177.15			
RG	QS	98.72±16.29	5.295	.013*	QS < RT
	LT	120.85±42.74			
	RT	138.15±52.61			

LRF: left rectus femoris, LBF: left biceps femoris, LTA: left tibialis anterior, LG: left gastrocnemius, RRF: right rectus femoris, RBF: right biceps femoris, RTA: right tibialis anterior, RG: right gastrocnemius

* $p<.05$, ** $p<.01$

선행연구에서 전정 정보는 시각을 대신하여 착지 전 기간 동안 근전도 활동의 타이밍과 진폭을 조절하는 역할을 할 수 있다고 제안하였다[34]. 미는 동작에서 다리의 힘을 측정한 연구에서 오른손잡이의 좌우 다리 근력에 차이가 없는 사실을 발견했지만 왼손잡이는 오른쪽 다리보다 왼쪽 다리가 더 강하다는 것을 보여주었고[35], 180°와 360° 회전 점프 착지 시 사전 근활동 타이밍을 조사하는 연구에서 햄스트링이 대퇴사두근보다 빠른 근수축이 발생한다고 보고하였다[24]. 본 연구의 하지근전도 결과 좌우 비복근에서만 회전방향의 영향이 발생하였고, 오른쪽 측면선호도가 강한 대상자들이 오른쪽 회전 시 평형능력이 떨어진다는 선행연구[13]의 결과와 동일하게 나타났다. 이와 같이 근전도에 대한 측면선호도와 회전선호도 관계에 대한 선행연구는 찾아보기 어려웠지만, 본 연구의 근전도 결과에서는 측면선호도와 회전선호도의 관계가 비복근에서 성립되는 것으로 판단된다.

결과를 종합해 보면, 본 연구에서는 오른쪽 측면선호도가 높은 대상자들로 구성되었지만 압력중심 변인에서 좌우 회전선호도의 영향이 없었고, 근전도는 좌우 비복근에서 오른쪽 방향 회전 시 근활성도가 크게 나타났다. 다시 말해 오른쪽 방향으로 회전 시 근활성도는 크게 발생되면서 신체 안정성을 위한 보상작용으로 수행되어 압력중심 변인에 차이가 나타나지 않은 것으로 보인다. 이는 선호손과 발의 방향과 반대되는 방향으로 회전을 선호한다는 선행연구[13, 16, 20]와 일부 동일한 결과가 도출된 것을 의미한다. 왼쪽 회전은 오른쪽 회전보다 에너지 소모가 적다는 이론을 제시하였고[21], 다양한 이유과 과학적 내용 등으로 육상의 트랙경기, 빙상, 사이클, 야구 베이스 돌기 등 대부분 스포츠에서도 왼쪽 방향으로 달리는 규정이 존재한다. 이는 오른쪽 편측선호도인 높아서 왼쪽방향으로 달릴 때 추진력을 위하여 오른쪽 팔이 더 많이 사용하는 이유도 들 수 있고, 이외에도 왼쪽 하지는 지지기능, 오른쪽 하지는 추진기능이 우세하다는 설도 존재한다. 따라서 대상자들의 오른쪽 편측선호도가 높기 때문에 오른쪽 방향의 회전에서는 불안정성이 야기될 수 있을 것으로 사료된다. 이를 통해 편측선호도의 일부는 회전선호도에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 이 연구를 통해 압력중심과 근전도의 결과가 일치되지 않았지만, 압력중심 변인에 영향을 미치지 않기 위하여 근활성도는 편측선호

도에 의해 회전선호도가 일부 결정되는 것을 예상해 볼 수 있다. 따라서 회전을 수행하는 다양한 스포츠에서는 편측성을 고려한 회전방향 선정이 필요할 것으로 사료된다.

4. 결론

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

첫째, 모든 압력중심 변인은 QS보다 LT, RT가 크게 나타났지만, 회전방향에 따른 차이는 보이지 않았다.

둘째, 근전도 결과는 회전방향에 따라 좌우 비복근에서 RT가 QS보다 근활성도가 크게 발생되었다.

종합해 보면 본 연구에서는 오른쪽 측면선호도가 높은 대상자들로 구성되었지만 압력중심에서는 좌우 회전선호도의 영향이 없었고, 비복근에서는 회전선호도의 영향이 나타났다.

향후 연구에서는 손과 발의 선호수준에 따라 회전 시 미치는 운동학 및 운동역학적 변인 분석을 통하여 안정성을 위한 신체 보상작용에 관한 분석이 필요할 것이다.

References

1. S. Coren, "Measurement of handedness via self-report: The relationship between brief and extended inventories". *Perceptual And Motor Skills*, Vol.76(3 Pt 1), pp. 1035-1042, (1993).
2. K. Y. Ha, H. W. Suh, B. Y. Kim, T. Y. Kim, S. G. Park, "Correlation analysis of ocular dominance and levator palpebrae superioris muscle function". *Journal of the Korean Society of Plastic and Reconstructive Surgeons*, Vol.37, No.3 pp. 265-270, (2010).
3. J. H. Han, D. S. Kim, J. C. Shin, "Ocular dominance determined by near point of convergence test in intermittent exotropia". *Journal of the Korean Ophthalmological*

- Society*, Vol.47, No.7 pp. 1592-1596, (2000).
4. C. Barut, C. M. Ozer, O. Sevinc, M. Gumus, Z. Yuntun, "Relationships between hand and foot preferences". *International Journal of Neuroscience*, Vol.117, No.2 pp. 177-185, (2007).
 5. I. Dumontheil, P. Panagiotaki, A. Berthoz, "Dual adaptation to sensory conflicts during whole-body rotations". *Brain Research*, Vol.1072, No.1 pp. 119-132, (2006).
 6. H. S. Bracha, D. J. Seitz, J. Otemaa, S. D. Glick, "Rotational movement (circling) in normal humans: Sex difference and relationship to hand, foot and eye preference". *Brain Research*, Vol.411, No.2 pp. 231-235, (1987).
 7. C. Mohr, T. Landis, H. S. Bracha, P. Brugger, "Opposite turning behavior in right-handers and non-right-handers suggests a link between handedness and cerebral dopamine asymmetries". *Behavioral Neuroscience*, Vol.117, No.6 pp. 1448-1452, (2003).
 8. M. Y. Yargan, J. F. Leckman, B. E. Wexler, "A direct observational measure of whole body turning bias". *Cortex*, Vol.32, No.1 pp. 173-176, (1996).
 9. F. H. Previc, J. C. Saucedo, "The relationship between turning behavior and motoric dominance in humans". *Perceptual and Motor Skills*, Vol.75(3 Pt 1), pp. 935-944, (1992).
 10. H. W. Gordon, E. C. Busdiecker, H. S. Bracha, "The relationship between leftward turning bias and visuospatial ability in humans". *International Journal of Neuroscience*, Vol.65(1-4), pp. 29-36, (1992).
 11. L. A. Mead, E. Hampson, "Turning bias in humans is influenced by phase of the menstrual cycle". *Hormones and Behavior*, Vol.31, No.1 pp. 65-74, (1997).
 12. J. L. Bradshaw, J. A. Bradshaw, "Rotational and turning tendencies in human: An analog of lateral biases in rats". *International Journal of Neuroscience*, Vol.39(3-4), pp. 229-232, (1988).
 13. Y. S. Park, "An analysis of turning area and balance by hand dominance, foot dominance, and turning direction". *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.21, No.2 pp. 101-107, (2013).
 14. Y. W. Kang, "Who is left-handed? : Measurement of handedness in Koreans". *Korean Journal of Clinical Psychology*, Vol.13, No.1 pp. 97-113, (1994).
 15. S. I. Kim, W. S. Kim, K. J. Cho, "The type of handedness and correlation analysis of handedness assessment items on university students in korea". *The Korean Journal of Physical Anthropology*, Vol.21, No.3 pp. 245-253, (2008).
 16. M. J. D. Taylor, S. C. Strike, R. Dabnichki, "Turning bias and lateral dominance in a sample of able-bodied and amputee participants". *Laterality*, Vol.12, No.1 pp. 50-63, (2006).
 17. C. Mohr, H. S. Bracha, "Compound measure of handfooteye-preference masked opposite turning behaviour in healthy right-handers and nonright-handers: technical comment on Mohr et al. (2003)". *Behavioral Neuroscience*, Vol.118, No.5 pp. 1145-1146, (2004).
 18. C. Mohr, P. Brugger, H. S. Bracha, T. Landis, I. Viaud-Delmon, "Human side preferences in three different whole-body movement tasks". *Behavioural Brain Research*, Vol.151(1-2), pp. 321-326, (2004).
 19. J. Vanden-Abeeel, "Comparison of interlateral differences in gross motor skills and their relationship with handedness and footedness", in: *Proceedings of the International Congress on Physical Activity Sciences*, Quebec City, 57-62, (1976).
 20. N. L. Erber, J. B. Almerigi, T. J. Carbary, L. J. Harries, "The contribution of

- postural bias to lateral preferences for holding human infants". *Brain Cognition*, Vol.48(2-3), pp. 352-356, (2002).
21. M. Lenoir, S. Van Overschelde, M. De Rycke, E. Musch, "Intrinsic and extrinsic factors of turning preferences in humans". *Neuroscience Letters*, Vol.393(2-3), pp. 179-183, (2006).
 22. T. Heinen, D. Jeraj, P. M. Vinken, K. Velentzas, "Rotational preference in gymnastics". *Journal of Human Kinetics*, Vol.33, pp. 33-43, (2012).
 23. H. C. Drge, T. B. Andersen, H. Sorensen, E. Simonsen, "Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg". *Journal of Sports Sciences*, Vol.20, No.4 pp. 293-299, (2002).
 24. D. Bai, Y. Okada, T. Fukumoto, M. Ogawa, Y. Tanaka, "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*, Vol.17, pp. 16-20, (2019).
 25. R. C. Oldfield, "The assessment of handedness: The Edinburgh Inventory". *Neuropsychologia*, Vol.9, No.1 pp. 97-113, (1971).
 26. L. J. Elias, M. P. Bryden, "Footedness is a better predictor of language lateralisation than handedness". *Laterality*, Vol.3, No.1 pp. 41-51, (1998).
 27. J. M. Gurd, J. Schulz, L. Cherkas, G. C. Ebers, "Hand preference and performance in 20 pairs of monozygotic twins with discordant handedness". *Cortex*, Vol.42, No.6 pp. 934-945, (2006).
 28. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to surface electromyography*. pp.111-113, Aspen, (1998).
 29. T. Heinen, P. M. Vinken, K. Velentzas, "Does laterality predict twist direction in gymnastics?" *Science of Gymnastics Journal*, Vol.2, No.1 pp. 5-14, (2010).
 30. A. Nyabenda, C. Briart, N. Deggouj, M. Gersdorff, "A normative study of the vestibulospinal and rotational tests". *Advances in Physiotherapy*, Vol.6, No.3 pp. 122-129, (2004).
 31. W. Sands, "Twist direction". *Technique*, Vol.20, No.2 pp. 5-7, (2000).
 32. Laws K, Sugano A. *Physics and the art of dance: Understanding movement (2nd ed.)*. pp.62-72, Oxford University Press, (2008).
 33. Winter DA. *Biomechanics and motor control of human movement (4th ed.)*. pp.127-128, John Wiley & Sons, (2009).
 34. M. Santello, M. J. McDonagh, "The control of timing and amplitude of EMG activity in landing movements in humans". *Experimental Physiology*, Vol.83, No.6 pp. 857-874, (1998).
 35. I. Singh, "Functional asymmetry in the lower limbs". *Acta Anatomica*, Vol.77, No.1 pp. 131-138, (1970).