

스탠스 폭에 따른 신체 좌우 이동의 교육단서 제공을 위한 운동역학적 분석

Kinetic Analysis for Providing Education Cues on Left and Right Maneuvers of Body by Stance Width

이동진

충남대학교 체육교육과

Dong-Jin Lee(leedjdream@gmail.com)

요약

본 연구의 목적은 스탠스 폭에 따른 신체의 좌우방향 이동에 대한 동작을 비교, 분석하는데 있다. 이를 위해 남자 대학생 7명(평균 신장 174.9±4.8 cm, 평균 체중 70.9±6.6 kg)이 실험에 참여하였다. 실험을 위해 고속카메라 9대와 지면반력기 2대가 이용되었으며, 두 가지의 스탠스 폭은 좁은 보폭(평균 42.9cm)과 넓은 보폭(평균 65cm)으로 제한하여 실시하였다. 실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 좁은 보폭이 양발이 착지 후 오른발이 이지하는 순간까지, 즉 추진 구간의 소요시간에서 유의하게 짧은 시간이 소요되었다. 둘째, 스플릿 스텝 후 오른발 이동 변위는 좁은 보폭이 유의하게 길게 나타났다. 셋째, 신체무게중심 속도는 오른 발 이지 시와 최대 속도에서 두 보폭 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 오른발 이지 시 엉덩관절과 무릎관절의 각도는 좁은 보폭의 각도가 유의하게 더 크게 나타났다. 다섯째, 오른발 이지 시 지면반력 값은 두 보폭 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

■ 중심어 : | 스탠스 폭 | 좌우 이동 | 운동역학적 분석 | 교육 단서 |

Abstract

The purpose of this study was to analyzed body movement of the right and left directions relative to stance width. Seven college students(male, height 174.9±4.8 cm, weight 70.9±6.6 kg) participated in this study. For the purpose of this study, nine high-speed cameras and two force plates was utilized. Stance width was limited into small stance width(mean 42.9cm) and large stance width(mean 65cm). The results showed that (1) the small stance width took shorter time than the large stance during landing of the right feet to toe-off; (2) the small stance width was took longer movement of the right feet after split step comparing to the large stance; (3)there was no significant difference in the speed of center of gravity between toe-off and maximum speed; (4) the small stance width was greater angles to hip joint and knee joint during toe-off of the right feet comparing to the large stance; (5) the was no significant difference in values for force plates between the small stance and the large stance width during toe-off of the right feet.

■ keyword : | Stance Width | Left and Right Maneuvers | Kinetics Analysis | Education Cues |

* 이 논문은 2012년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012S1A5B5A07037599)

접수일자 : 2015년 07월 09일

심사완료일 : 2015년 07월 22일

수정일자 : 2015년 07월 22일

교신저자 : 이동진, e-mail : leedjdream@gamil.com

I. 서론

스포츠 활동에서 일반인들은 효율적인 스텝 자체를 모르고 운동을 수행하는 경우도 많으며, 전문 선수들도 효율적인 스텝에 대한 이해 부족의 상태에서 단순 훈련을 실시하는 경우가 많은데, 이는 곧 운동수행의 효율성 감소와 부상의 위험에 노출될 수 있는 것이다. 이와 같은 맥락에서 살펴보면, 스포츠에서의 스텝은 전문적인 선수들뿐만 아니라 스포츠를 즐기는 일반인들에게도 체력적인 문제와 더불어 운동 수행력 향상, 그리고 부상 예방 측면에서 기초적이면서도 중요한 기술이라 할 수 있다.

운동역학 분야의 연구 동향을 살펴보면, 운동 수행력을 극대화하기 위한 기술 분석의 연구에 비해 스포츠 활동에서 꼭 필요한 신체 이동에 대한 연구는 많이 이루어지지 않은 것이 현실이다. 신체 이동에 관한 연구는 점프 및 착지, 주행 중 방향전환과 관련한 분석이 대부분이며, 이러한 연구도 무릎이나 발목에 부하되는 부상과 관련한 연구가 주요 관심의 대상이었다. 즉, 수직 점프 및 착지, 방향전환 달리기 등에 대한 운동학 및 운동역학적 분석과 이를 통한 무릎이나 발목의 부상과 관련한 연구가 많이 이루어지고 있다[1-6]. 한편, 효율적인 움직임과 체력 향상을 위한 연구로 복합트레이닝, 플라이오메트릭 트레이닝과 같은 트레이닝 관련 연구가 이루어지고 있다[7][8].

스포츠 현장에서의 운동 기술은 순간적인 상황에 맞게 수행되어야 하지만 효율적인 움직임을 위해 적용되어야 하는 기본적인 원리는 같다고 할 수 있다. 한편, 신체 이동이라는 같은 운동기능이지만 움직임을 만들어 내야 하는 이유와 목표가 다를 수 있다. 따라서 목적이 다른 신체 이동을 위한 효과적인 자세 또한 달라야 한다고 할 수 있다. 많은 스포츠 현장에서 선수는 자신을 수직으로, 전후, 좌우로 끊임없이 이동시켜야 한다. 특히, 농구, 테니스, 배드민턴과 같은 구기 종목과 태권도, 펜싱과 같은 투기 종목에서 신체의 민첩한 이동은 경기를 지배하는데 필수불가결한 능력으로 볼 수 있다. 하지만, 선수가 자신을 이동시키는 목적이나 이동 방향은 종목의 특성에 따라 다른 것을 알 수 있다. 이러한

이유에서 신체 이동에 있어 이동 방향에 따른 구체적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 하지만, 신체 이동에 대한 선행 연구를 살펴보면 수직 점프에 대한 연구[9-15]가 주를 이루고 있다. 이러한 선행연구들은 수직점프와 같은 추진운동에서 사전 반동을 이용하였을 때 수행력이 보다 우수하며, 이러한 결과는 사전 동작에서 근육이 인위적으로 사전-스트레치 되었다가 구심성 수축을 하게 되는데, 이와 같은 Stretch-Shortening Cycle(SSC)이 단순히 구심성 수축만 하는 것에 비해 최종 국면에서 보다 큰 힘을 발현함으로써 최종 수행력의 증가에 기여하였기 때문이라고 보았다[16].

신체의 좌우 방향 이동에 대한 연구는 매우 한정적으로 이루어져 왔는데, 구체적으로 살펴보면 민첩하게 자신을 이동시키기 위한 준비자세로 스플릿 스텝(split step)에 대한 연구[17-19]가 이루어졌다. 이러한 연구들은 신체를 신속하게 이동시키기 위한 사전 준비 동작으로써 스플릿 스텝이 효율성이 있다는 결과를 제시하는 것으로, 위에서 언급한 기존의 국외 연구들을 지지하는 수준이라고 할 수 있다. 한편 Komi and Gollhofer[20]는 사전 스트레치의 효과를 극대화시킬 수 있는 조건에서 사전 동작의 형태나 특성에 따라 그 영향은 상이할 수 있음을 암시하였는데, 이는 스플릿 스텝 시 효율적인 자세나 사전 준비 동작인 스플릿 스텝 이후의 움직임에 대한 운동역학적인 관점에서의 분석이 필요하다고 할 수 있다. 즉, 많은 스포츠 활동에서 활용되어지는 스플릿 스텝 시 선수 개인에 맞는 스탠스 폭을 찾는 연구가 이루어져야 하며, 나아가 신체를 좌우 방향으로 이동시키는 움직임에 대해 운동역학적인 관점에서 동작을 규명할 필요가 있다.

따라서 본 연구의 목적은 신체의 신속한 이동을 위해 제시되고 있는 스플릿 스텝의 효율적인 스탠스 폭을 찾고자 하며, 이를 위해 스플릿 스텝의 스탠스 폭에 따른 신체의 좌우 방향의 움직임에 대한 변인들을 비교 분석을 하는 것이다. 이러한 연구 목적의 달성은 각 개인에 맞는 자세를 확립함과 동시에 신체 움직임에 대한 올바른 이해를 통한 운동 수행력의 향상을 가져올 것으로 기대된다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 목적을 달성하기 위해 스플릿 스텝을 이해하고 스플릿 스텝을 많이 이용하는 스포츠 종목을 규칙적으로 참가하는 대상으로 한정하였다. 이에 테니스와 핸드볼 종목의 규칙적인 운동을 하는 남자 대학생 7명(평균 신장 174.9 ± 4.8 cm, 평균 체중 70.9 ± 6.6 kg)을 대상으로 하였다.

한편, 대상자들에게 실험에 대한 목적과 방법을 충분히 설명을 한 후 자발적으로 동의한 대상자들에게 실험에 참여하도록 하였다.

2. 실험 장비 및 절차

본 실험에 사용된 주요 장비는 (주)비술의 고속카메라(Motion Master 100) 9대와 미국 AMTI사의 지면반력기(OR6-5) 2대를 사용하였으며, 지면반력기의 안정 및 대상자의 동작 수행에 방해가 되지 않도록 지면반력기와 동일한 크기의 보조판 10개를 사용하였다.

본 실험의 설계는 주요 변인인 스플릿 스텝 시 양발의 폭을 두 가지 보폭으로 설정하여 실험을 진행하였다. 좁은 보폭은 대상자의 어깨 넓이를 기준으로 약 100%(평균 42.9 cm)의 보폭으로, 넓은 보폭은 어깨 넓이 기준으로 약 140%(평균 65 cm)의 넓이로 하였으며, 양발 폭의 변화 없이 제자리에서의 스플릿 스텝 후 신체를 이동시키는 동작을 수행하게 하였다. 이 때, 신체 이동은 왼발을 축으로 하여 오른발을 이동시켜 우측으로 이동하는 동작으로 한정하였다. 두 가지 보폭에 대하여 각각 3회의 동작을 실시하여, 그 중 연구자와 피험자가 영상을 보고 잘 수행하였다고 판단한 1회의 동작에 대하여 분석하였다.

본 연구를 수행할 실험 공간에 지면반력기 2대와 보조판을 설치한 후 영상촬영을 위해 9대의 고속카메라를 대상자의 동작을 완전히 포함할 수 있도록 설치하였다.

실험 장비를 세팅한 후 3차원 공간좌표의 계산을 위해 대상자의 동작을 완전히 포함하도록 가변형 통제점들을 실험 공간에 배치하고 5초간 촬영 후 제거하였다.

한편, 고속카메라의 영상을 시간적으로 일치시키기 위해 동조용 LED 2대를 카메라 영상에 들어오도록 위치시키고, 또한 지면반력기와 동조를 위해 A/D box의 트리거 신호를 이용해 동조용 LED와 동조될 수 있도록 하였다. 실험 준비 동안 대상자들에게 준비운동과 실험 동작에 대한 예비 연습을 20분간 실시하였다. 실험 대상자의 정확한 운동학적 변인의 산출을 위해 수영복만 착용한 후, 일관된 디지털타이징 및 관절 중심점을 계산하기 위해 인체 주요 부위에 정적 자세에서 28개, 실험 동작 시 24개의 반사마커를 부착하였다. 한편, 관절중심점은 분절에 부착된 외부 마커의 좌표값을 활용하여 추정하였는데, 엉덩관절은 Tylkowski-Andriacchi 방식(Bell, Pedersen & Brand, 1990)으로 무릎과 발목관절은 midpoint 방식으로 산출 하였다.

영상촬영을 위한 9대의 고속카메라의 노출시간은 1/600s, 촬영속도는 100 frame/s로 설정하여 촬영하였다. 지면반력기의 측정은 대상자의 운동 수행에 대한 데이터가 충분히 포함될 수 있도록 자료수집 시간은 4초로 하고, 시작 신호, 스플릿 스텝 및 오른발 착지 순간에 맞춰 동조용 트리거 신호를 발생시켰다. 지면반력기의 샘플링 속도는 1000Hz로 설정하고, 지면반력기에서 얻은 자료는 A/D변환기로 디지털 자료화하였다.

3. 자료처리 및 분석

본 실험에서 촬영된 영상에 대한 편집, 디지털타이징, 자료처리 및 분석과 지면반력과의 동조, 데이터 처리 및 분석은 Kwon3D XP 프로그램을 이용하였다.

본 연구의 정확한 분석을 위해 실험 동작에 대해 3개의 이벤트와 2개의 구간으로 설정하였다. 이벤트 1(E1)은 스플릿 스텝을 하여 양발이 지면에 착지하는 순간, 이벤트 2(E2)는 사이드 스텝을 위해 오른발이 지면에서 이지하는 순간, 이벤트 3(E3)은 사이드 스텝 후 오른발이 지면에 착지하는 순간으로 설정하였다. 이벤트의 정확한 설정을 위해 영상과 지면반력기의 수직힘(Fz)을 함께 활용하였다. 그리고 2개의 구간은 이벤트 1에서 이벤트 2까지를 1구간, 이벤트 2에서 이벤트 3까지를 2구간으로 설정하였다.

본 실험을 통해 촬영된 영상에서 분석된 운동학적 변

인은 동작 수행의 소요시간, 오른발 이동 변위, 주요 순간 신체무게중심 속도, 오른발 이지 시 관절 각도에 대해 분석하였다. 한편, 지면반력기를 이용하여 실험 동작의 수행 동안 주요 이벤트에서의 수직 힘과 합성 힘을 분석하였다.

4. 통계처리

연구문제를 해결하기 위해 SPSS 21.0 통계프로그램을 이용하여 대상자들의 스플릿 스텝 시 양발의 보폭에 따른 변인들의 차이를 분석하기 위해 대응표본 t-test를 실시하였으며, 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

본 연구 방법을 바탕으로 수행한 실험의 연구 결과는 다음과 같다.

1. 동작 수행의 소요시간

스플릿 스텝 후 사이드 스텝에 대한 동작의 소요시간 결과는 [표 1]과 같다. 시작 신호를 인지한 후 스플릿 스텝을 실시하여 양발이 지면에 착지하는 순간(이벤트 1)을 기준으로 구간별 소요시간을 계산하였다.

표 1. 구간별 소요시간 (unit: s)

구분	1구간	2구간	합계
좁은 보폭	0.10±0.02	0.24±0.02	0.34±0.02
넓은 보폭	0.14±0.03	0.23±0.04	0.36±0.03
t	-3.351	1.127	-1.871
p	.015	.303	.111

* $p < .05$

양발이 착지한 후 오른발이 이지하는 순간까지의 소요시간(1구간)에서 좁은 보폭은 평균 0.10 s, 넓은 보폭은 평균 0.14 s가 소요되어 좁은 보폭이 더 짧게 나타났으며, 두 보폭 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p=.015$). 2구간인 오른발 이지부터 사이드 스텝을 하여 다시 오른발이 착지하는 순간까지의 소요시간은 좁은 보폭이 평균 0.24 s, 넓은 보폭이 평균 0.23 s로써 스플릿 스텝의 보폭에 상관없이 거의 유사하게 나타나 두

보폭 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구 동작의 전체 소요시간은 좁은 보폭이 평균 0.34 s, 넓은 보폭이 평균 0.36 s로 나타나 좁은 보폭이 조금 짧게 나타났지만, 두 보폭 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2. 스플릿 스텝 후 오른발 이동 변위

두 보폭 간의 스플릿 스텝 후 오른발이 이동한 변위에 대한 결과는 [표 2]와 같다. 이지 순간과 착지 순간의 오른발의 위치는 발의 분절 중심을 기준으로 측정하였으며, 스플릿 스텝 시 좁은 보폭이 평균 58.9 cm, 넓은 보폭이 평균 50.8 cm 이동한 것으로 나타나 좁은 보폭에서의 오른발 이동 변위가 더 길게 나타났으며, 두 보폭 간에 유의한 차이가 나타났다($p=.039$).

표 2. 오른발 이동 변위 (unit: cm)

구분	좁은 보폭	넓은 보폭	t	p
이동 변위	58.9±5.8	50.8±3.7	2.623	.039

* $p < .05$

3. 신체 무게중심 속도

두 보폭 간에 스플릿 스텝 후 오른발이 이지하는 순간의 신체 무게중심 속도와 사이드 스텝 과정 중의 신체 무게중심 최대 속도에 대한 결과는 [표 3]과 같다.

양 발 착지 후 오른발을 이지하는 순간의 신체 무게중심 속도는 좁은 보폭이 평균 0.96 m/s, 넓은 보폭이 평균 0.98 m/s로 나타나 거의 유사한 속도를 나타냈으며, 두 보폭 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 오른발 이지 후 신체 무게중심의 최대 속도는 좁은 보폭이 평균 1.53 m/s, 넓은 보폭이 평균 1.44 m/s로 나타나 좁은 보폭의 수행에서 신체 무게중심의 최대속도가 조금 빠른 것으로 나타났지만 두 보폭 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표 3. 신체 무게중심 속도 (unit: m/s)

구분	이지 시 속도	최대 속도
좁은 보폭	0.96±0.08	1.53±0.18
넓은 보폭	0.98±0.11	1.44±0.22
t	-.907	1.562
p	.399	.169

4. 오른발 이지 시 관절각도

스플릿 스텝 후 신체 이동을 위해 오른발이 지면에서 떨어지는 순간의 우측 엉덩관절과 무릎관절의 상대각에 대한 두 집단의 결과는 [표 4]와 같다.

양 발을 착지 후 오른발을 이지하여 우측으로 이동하는 순간의 신체 자세에 대한 결과로써 엉덩관절의 각도는 좁은 보폭이 평균 137.9°, 넓은 보폭이 평균 122.0°로 나타나 좁은 보폭의 수행일 때 엉덩관절의 상대각이 더 크게 나타났으며, 두 보폭 간에 유의한 차이가 나타났다(p=.001). 그리고 무릎관절 각도에 대한 결과는 좁은 보폭이 평균 125.0°, 넓은 보폭이 평균 114.1°로 나타나 엉덩관절과 마찬가지로 좁은 보폭의 수행에서 무릎관절의 상대각이 더 크게 나타났으며, 두 보폭 간에 유의한 차이가 나타났다(p=.002).

표 4. 오른발 이지 시 하지 관절각도 (unit: deg.)

구분	엉덩관절	무릎관절
좁은 보폭	137.9±9.6	125.0±6.00
넓은 보폭	122.0±7.1	114.1±4.5
t	5.702	5.143
p	.001	.002

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

5. 지면반력

두 보폭 간의 스플릿 스텝 후 신체 이동을 위해 오른발을 이지하는 순간에 왼발의 수직 지면반력과 지면반력 합성 값에 대한 결과는 [표 5]와 같다.

스플릿 스텝 후 이동을 위해 오른발을 이지하는 순간의 왼발의 추진력으로써 수직 지면반력 값에 대한 결과는 좁은 보폭이 평균 1.54 BW, 넓은 보폭이 평균 1.53 BW로 나타나 거의 같은 수직 힘을 보였으며, 두 보폭 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 또한 오른발이 이지하는 순간 합성 지면반력은 좁은 보폭이 평균 1.62 BW, 넓은 보폭이 평균 1.59 BW로 나타나 합성 지면반력도 거의 같은 결과를 보였으며, 두 보폭 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 5. 오른발 이지 시(E2) 지면반력 (unit: BW)

구분	수직 지면반력(Fz)	합성 지면반력(Fr)
좁은 보폭	1.54±0.20	1.62±0.20
넓은 보폭	1.53±0.26	1.59±0.26
t	.068	.155
p	.948	.882

IV. 논의

본 연구는 신체의 좌우 방향으로의 이동 시 스텝 폭에 따른 소요시간, 이동 변위, 신체 무게중심 속도, 하지 관절각도, 그리고 지면반력의 차이를 비교 분석했다.

1. 소요시간

본 연구에서 동작 수행의 소요시간에 대해 스플릿 스텝 후 오른발이 이지하는 순간까지의 추진구간과 오른발이 이지하여 다시 착지하는 순간까지의 이동구간으로 나누어 분석하였다. 그 결과 추진 구간에서는 좁은 보폭이 통계적으로 유의하게 짧은 소요시간을 나타냈지만, 이동구간과 전체 소요시간에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

신체 이동과 관련한 선행연구의 결과를 살펴보면, 김용운, 윤태진, 서정석[18]은 이동을 위해 신체중심의 높이가 최저에 이른 시점에서 지면에서 이지하는 시점까지, 즉 추진 구간에서의 소요시간이 호핑 유형의 경우 평균 0.19 s, 반동 유형은 평균 0.24 s가 소요되었다고 보고하였다. 즉, 스플릿 스텝 형태의 호핑 유형이 더 짧은 소요시간을 나타냈으며, 이는 결국 제한된 시간 내에 폭발적인 움직임이 이루어져야 하는 반응 추진운동에서 반동을 이용하는 호핑 유형이 가장 유리한 동작 형태라고 주장하였다. 소요시간에 대해 본 연구 결과와 비교하면 추진구간에서의 소요시간이 본 연구의 결과보다 길게 나타났는데, 이는 연구 설계에서 본 연구와 다르게 신호 제시에 의한 수동적 움직임과 이동 거리의 차이에 의한 동작 수행 방법의 차이에 따른 것으로 판단된다. 한편, 테니스의 발리나 서비스 리턴, 축구의 골키퍼 동작 등과 같이 상대나 볼의 움직임에 적절하면서

신속하게 대응하여야 하는 동작에서는 짧은 추진 시간과 이지 순간 빠른 속도가 수행력에 유리하다고 할 수 있는데, 본 연구 결과를 바탕으로 살펴보면 추진구간에서 소요시간이 짧게 나타난 좁은 보폭에서의 운동 수행이 위의 예와 같은 동작을 함에 있어 유리할 것으로 사료된다.

2. 운동학적 변인

본 연구에서 실험의 결과론적 변인인 이동 변위에 대한 결과는 좁은 보폭의 수행이 이동 변위가 통계적으로 유의하게 길게 나타났다. 즉, 좁은 보폭으로 스플릿 스텝을 한 후에 이동을 하였을 때에 더 멀리 이동한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 좌우 방향으로의 움직임에 있어서 좁은 보폭의 스플릿 스텝이 유리하다고 할 수 있다. 다시 말해, 테니스의 발리, 배드민턴의 풋워크, 야구나 축구의 수비 동작 등의 실제 스포츠 현장에서는 상대나 볼의 움직임에 대응하여 특정한 방향으로 가능한 짧은 시간에 폭발적인 움직임을 수행해야 하는 경우가 빈번하게 발생한다. 이 때 추진 속도를 크게 함과 함께 외부 정보에 대응하여 특정한 방향으로 동작을 신속히 완료해야 하는데, 본 연구 결과는 유사한 시간에 더 먼 거리를 이동했기 때문에 동작을 신속하게 완료해야 하는 상황에서는 조금 더 유리하다고 판단된다.

한편, 신체 무게중심의 속도는 이지 순간의 속도에서 두 보폭 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 구체적으로 살펴보면, 이지는 두 보폭 간에 거의 유사한 신체 무게중심 속도를 보였으며, 이동 중 최대 속도에서는 좁은 보폭에서 조금 더 빠르게 나타났지만 유의한 차이는 없었다. 이지 시점에서의 신체 중심의 속도는 추진국면 동안 발현된 추진의 결과라고 할 수 있다. 이와 관련된 선행연구[18]의 결과를 살펴보면, 이지 시점의 합성속도는 반동 유형이 평균 2.52 m/s, 호핑 유형이 평균 2.51 m/s로 나타났다고 보고하였는데, 본 연구와 비교하면 큰 속도 차이가 나타났다. 이러한 차이는 실험 설계(이동해야 할 좌우 거리 차)의 차이에 의한 것으로 판단된다.

그리고 스플릿 스텝 후 이지 시 엉덩관절과 무릎관절의 각도는 좁은 보폭에서 이동할 때가 통계적으로 유의

하게 크게 나타났다. 다시 말해, 넓은 보폭의 경우보다 상체가 세워지고 무릎을 더 작게 구부린 것으로 나타났다. 이는 신체의 좌우 이동을 할 때에 엉덩관절의 굴곡을 작게 하여 상체를 좀 더 세움으로써 신체를 좌우로 기울여 이동하는 움직임에 있어 관성모멘트 측면에서 유리한 자세에서 수행한 것이라고 판단된다. 한편, 좁은 보폭에서의 이동에서 무릎관절의 굴곡이 작은 것으로 나타났는데, 이는 사전 스트레치에 이은 신속한 구심성 수축과 연관지어 생각할 수 있다. 즉, Komi and Gollhofer[20]는 사전 스트레치의 효과를 극대화시킬 수 있는 조건으로 짧은 시간 안에 빠르게 이루어지는 사전-스트레치와 원심성 국면에서 구심성 국면으로의 빠른 전환 등을 보고하였는데 이러한 주장과 일치하는 결과라고 사료된다.

3. 지면반력

스플릿 스텝 후 오른발 이지 시 추진력을 만들기 위한 왼발의 지면반력 결과는 수직반력(F_z)이 평균적으로 체중의 약 1.53-1.54 배로 거의 유사한 값을 나타냈으며, 합성 지면반력(F_r)도 체중의 약 1.59-1.62배로 거의 유사한 값을 나타냈으며, 두 변인 모두 보폭 간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 결과 값과 관련한 선행연구를 살펴보면, 박은정, 이용석, 임비오, 김용운, 이기광[22]은 여자 축구선수의 전력질주 후 45° 사이드 커팅 동작에서 수직 지면반력 값이 평균 2.73 BW가 나타났다고 보고하였다. 본 연구 결과와 비교하면 매우 큰 차이를 보이는데, 이는 실험 설계가 전력 질주 후 사이드 커팅 동작으로 본 연구와 사전 동작의 차이에서 나타나는 결과로 판단된다.

신체를 신속히 이동시켜야 하는 수행 측면에서 살펴보면, 파워의 출력은 추진력으로써의 지면반력 값과 신체 중심 속도의 내적에 의해 산출이 가능한데, 본 연구의 지면반력과 신체 중심 속도의 결과를 바탕으로 어느 정도 유추가 가능하다고 할 수 있다. 다시 말해, 이상의 결과를 바탕으로 실제로 자신의 신체를 좌우 방향으로 이동시킬 수 있는 파워는 좁은 보폭이나 넓은 보폭이나 거의 비슷한 결과를 보였다고 할 수 있다. 하지만 신체를 추진하는 시기인 오른발이 이지하는 순간까지의 소

요시간을 비교했을 때는 좁은 보폭이 신속한 동작의 시작에서 유리하다고 할 수 있다. 또한 오른발이 이지하여 이동한 거리의 결과 측면에서도 좁은 보폭이 실제 움직임에 있어 보다 효율적이라고 사료된다. 그리고 하지 관절의 각도를 바탕으로 제시할 수 있는 것은 자세 측면에서도 엉덩관절과 무릎관절을 더 작게 굴곡하는 좁은 보폭에서의 신체 이동이 신체에 무리가 덜 가면서 효율적인 움직임을 할 수 있다고 사료된다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 스탠스 폭에 따른 신체의 좌우 이동에 대한 수행을 비교 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 좁은 보폭이 양발이 착지 후 오른발이 이지하는 순간까지, 즉 추진 구간의 소요시간에서 유의하게 짧은 시간이 소요되었다. 둘째, 스플릿 스텝 후 오른발 이동 변위는 좁은 보폭이 유의하게 길게 나타났다. 셋째, 신체 무게중심 속도는 이지 시와 최대 속도에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 오른발 이지 시 엉덩관절과 무릎관절의 각도는 좁은 보폭에서의 관절각도가 유의하게 더 크게 나타났다. 다섯째, 오른발 이지 시 왼발의 지면반력 값은 두 보폭 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이상의 결론을 바탕으로 좌우 방향으로의 신속한 신체 이동은 어깨 넓이 정도의 좁은 보폭의 사전 동작이 움직임에 유리한 것으로 판단된다.

한편, 본 연구결론에 비추어 다음과 같이 제언하고자 한다. 향후 신체 자세에 대한 다양한 분석과 근 활동을 규명하기 위한 근전도 분석을 통해 그 원인에 대한 보다 구체적인 연구와 함께 스플릿 스텝의 크기와 형태를 보다 세분화하여 실제 각종 스포츠 현장에서 적용될 수 있는 최적의 동작 형태를 찾는 노력이 필요할 것으로 본다.

참고 문헌

- [1] 권오복, 정철정, 박기자, 권문석, 신성휴, “방향전환 각도에 따른 하지관절 움직임과 모멘트 분석”, 한국체육학회지, 제46권, 제2호, pp.451-459, 2007.
- [2] 김미영, “사춘기 중, 후 여성들의 사이드 스텝 시 하지의 운동학 및 운동역학적 변인의 차이 규명”, 한국사회체육학회지, 제42권, pp.965-973, 2010.
- [3] A. M. Hanson, D. A. Padua, J. T. Baackbum, W. E. Prentice, and C. J. Hirth, “Muscle activation during side-step cutting maneuvers in male and female soccer athletes,” *Journal of Athletic Training*, Vol.43, No.2, pp.133-143, 2008.
- [4] J. D. Chappell, B. Yu, D. T. Kirkendall, and W. E. Garrett, “A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks,” *American Journal of Sports Medicine*, Vol.30, pp.261-267, 2002.
- [5] M. K. Dayakidis and K. Boudolos, “Ground reaction force data in functional ankle instability during two cutting movements,” *Clinical Biomechanics*, Vol.21, pp.405-411, 2006.
- [6] S. M. Sigward and C. M. Powers, “The influence of gender on knee kinematics, kinetics and muscle activation patterns during side-step cutting,” *Clinical Biomechanics*, Vol.21, pp.41-48, 2006.
- [7] 유영규, “근력과 순발력 강화를 위한 복합트레이닝의 1일 운동강도 부하방법이 체육전공 여대생의 근기능에 미치는 영향”, *운동과학*, 제16권, 제3호, pp.291-304, 2007.
- [8] D. R. Wilderman, S. E. Ross, and D. A. Padua, “Thigh muscle activity, knee motion, and impact force during side-step pivoting in agility-trained female basketball players,” *Journal of Athletic Training*, Vol.44, No.1, pp.14-25, 2009.
- [9] 이기광, 권선옥, “수직점프 시 연령에 따른 남녀

- 어린이들의 지면반력 발달 경향”, 한국발육발달 학회지, 제12권, 제4호, pp.125-134, 2004.
- [10] 이형섭, 주명덕, “고등학생의 성별에 따른 수직 점프 유형별 운동역학적 분석”, 한국운동역학회지, 제16권, 제4호, pp.153-164, 2006.
- [11] 김용운, “하지의 비대칭성이 수직점프의 수행력에 미치는 영향”, 한국운동역학회지, 제18권, 제1호, pp.179-190, 2008.
- [12] F. C. Anderson and M. G. Pandy, “Storage and utilization of elastic strain energy during jumping,” *Journal of Biomechanics*, Vol.26, pp.1413-1427, 1993.
- [13] I. Kollias, V. Hatzitaki, G. Papaikovou, and G. Giatsis, “Using principal components analysis to identify individual differences in vertical jump performance,” *Research Quarterly for Exercise & Sport*, Vol.72, No.1, pp.63-67, 2001.
- [14] M. F. Bobbert, W. W. de Graaf, J. N. Jonk, and L. J. Richard Casius, “Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping,” *Journal of Applied Physiology*, Vol.100, No.2, pp.493-499, 2006.
- [15] D. Hay, V. A. de Souza, and S. Fukashiro, “Human bilateral deficit during a dynamic multi-joint leg press movement,” *Human Movement Science*, Vol.25, No.2, pp.181-191, 2006.
- [16] M. F. Bobbert, K. G. M. Gerritsen, M. C. A. Litjens, and A. J. Van Soest, “Why is countermovement jump height greater than squat jump height?,” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.28, pp.1402-1412, 1996.
- [17] 이중숙, “준비동작의 형태 변화에 따른 신체 움직임의 운동역학적 분석”, 한국운동역학회지, 제12권, 제2호, pp.179-195, 2002.
- [18] 김용운, 윤태진, 서정석, “사전동작이 좌우 반응 추진운동의 수행력에 미치는 영향”, 한국운동역학회지, 제15권, 제3호, pp.9-19, 2005.
- [19] 김용운, “사전 동작을 이용한 좌우 추진 과제에 대한 운동역학적 분석”, 한국운동역학회지, 제17권, 제2호, pp.187-196, 2007.
- [20] P. V. Komi and A. Gollhofer, “Stretch reflex can have an important role in force enhancement during SSC exercise,” *Journal of Applied Biomechanics*, Vol.13, pp.451-460, 1997.
- [21] A. L. Bell, D. R. Pedersen, and R. A. Brand, “A comparison of the accuracy of several hip center location prediction methods,” *Journal of Biomechanics*, Vol.23, No.6, pp.617-621, 1990.
- [22] 박은정, 이용석, 임비오, 김용운, 이기광, “여자 축구선수의 사이드 커팅 동작 시 방향 예측과 피로가 하지관절의 부하에 미치는 영향”, 대한스포츠의학회지, 제29권, 제1호, pp.26-36, 2011.

저 자 소 개

이 동 진(Dong-Jin Lee)

정희원



- 2009년 2월 : 충남대학교 대학원 (이학박사)
- 현재 : 충남대학교 체육교육과 강사

<관심분야> : 운동역학, 스포츠 기술분석