

허벅다리걸기 시 무릎 관절 부상이 운동역학적 요인들에 미치는 영향

윤 현[†]

용인대학교 유도학과, 교수
(2023년 7월 23일 접수: 2023년 8월 18일 수정: 2023년 8월 21일 채택)

Effect of Knee Joint Injury on Biomechanical Factors during the Uchi-mata

Hyun Yoon[†]

*Department of Judo, College of Martial Arts, Yongin University,
134 Yongindaehak-ro, Cheoin-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do 170-92, Korea
(Received July 23, 2023; Revised August 18, 2023; Accepted August 21, 2023)*

요약 : 본 연구의 목적은 허벅다리걸기 시 유도 선수들의 무릎 관절 부상 경험이 운동학적 요인과 압력 중심 요인들에 미치는 영향을 분석하는데 있었다. 본 연구에는 허벅다리걸기를 특기로 하는 오른손잡이 남자 대학 유도 선수 중 최근 2년 이내 무릎 관절 부상 경험이 있었던 13명(연령, 20.69.1±0.75 세; 신장, 172.85±4.81 cm; 체중, 74.92±5.51 kg; 경력, 8.92±0.95 세)과 상해 경험이 없었던 13명(연령, 21.08.1±0.76 세; 신장, 172.54±6.32 cm; 체중, 76.62±9.09 kg; 경력, 9.46±0.94 세)이 두 그룹으로 나뉘어 피험자로 참여하였다. 두 그룹의 발목, 무릎, 힙 관절각도 변인과 압력 중심 가동범위와 속도 요인들의 차이를 분석하였다. 그 결과, 부상 경험 그룹은 부상 경험이 없었던 그룹에 비해 허벅다리걸기 기술 발휘 시 한발 지지 구간 중 E3에서의 무릎 관절 굴곡 각도와 E4에서의 힙 관절 신전 각도에서 작은 수치를 나타내었다. 더불어 부상 경험 그룹은 부상 경험이 없었던 그룹에 비해 한발 지지 구간에서 압력 중심 가동범위와 전방 이동 속도 요인에서도 낮은 수치를 나타내었다.

주제어 : 허벅다리걸기, 무릎 관절 부상, 운동학적 요인, 관절각도, 압력 중심

Abstract : The purpose of this study was to analyze the effects of knee joint injury experiences of judo players on kinematic factors and center of pressure factors during uchimata. Among right-handed male college judo players specializing in uchimata, 13 people who had a knee joint injury experience(age, 20.69.1±0.75 years; height, 172.85±4.81 cm; body mass, 74.92±5.51 kg; and career, 8.92±0.95 years) and 13 people who did not have a knee joint injury experience(age, 21.08.1±0.76 years; height, 172.54±6.32 cm; body mass, 76.62±9.09 kg; and career, 9.46±0.94

[†]Corresponding author
(E-mail: juyh12345@daum.net)

* 이 연구는 2022년 용인대학교 학술연구조성비 재원으로 수행된 연구임

years) within the last 2 years were divided into two groups and participated as subjects. The two groups were evaluated for differences in ankle, knee, and hip joint angle variables, COP range, and velocity components during uchimata. As a result of the study, the EIG group showed smaller values in the knee joint flexion angle at E3 and the hip joint extension angle at E4 during uchimata than the NIG group. In addition, the EIG group showed lower values in the range of motion of the COP and forward movement velocity of the COP in the one-leg support phase than the NIG group.

Keywords : Uchimata, Knee joint injury, Kinematic factor, Joint angle, Center of pressure

1. 서론

유도는 대표적인 올림픽 투기 종목 중 하나이다[1]. 시합에서 승리하기 위해서 선수들은 체력 향상 및 심리적 안정과 더불어 전략적으로 공격과 방어 기술에 대한 많은 훈련을 수행한다[2]. 일반적으로 유도 경기는 토너먼트 형태로 정규 시합 시간 4분 동안 상대로부터 득점을 획득함으로써 승리할 수 있다[3]. 유도 경기에서 사용되는 다양한 득점 기술들 중 메치기 기술은 누르기와 조르기, 꺾기 등의 기술들 비해 상대적으로 높은 득점 비중을 차지하고 있다[4]. 유도 선수들은 빠른 공수 전환 동작을 통해 유리한 잡기와 자세를 선점하는 것이 메치기 기술을 통한 득점에 중요한 요인이다[5]. 허벅다리걸기는 경기에서 약 23.6%의 한판 득점이 매우 높은 유도 메치기 기술로서 공격뿐만 아니라 기술의 잡기 특성상 상대 선수를 방어적으로 만들어 페널티 득점을 획득할 수도 있기 때문에 많은 선수들의 특기 기술로 이용되고 있다[6]. 허벅다리걸기 기술의 경우 지지하는 하지 관절들의 굴신 동작을 통해 신체 밸런스 유지와 걸기 구간에서 기술의 완성도를 증가시킬 수 있다[7]. 이러한 이유로 많은 허벅다리걸기와 관련된 운동역학 선행연구들은 기술 개선과 경기력 향상을 위한 자료를 제공하기 위하여 운동역학적 요인들을 중심으로 연구를 수행하여 왔다[5-6].

그리고 허벅다리걸기 기술은 신체의 회전 운동과 동시에 한발로 체중과 상대의 저항힘을 지지하며 동작을 수행함으로써 하지 관절의 운동성과 안정성의 기능의 차이에 의해 득점 획득에 차이를 보인다[1, 4]. 이에 허벅다리걸기를 특기 기술로 사용하는 유도 선수들에게 무릎 관절 부상은 신체 운동 수행 능력의 저하를 유발할 수 있는 매우 중요한 요인으로 작용할 수 있는 보고되고

있다[8]. 유도 선수들은 투기 종목의 특성상 부상의 위험에 많은 시간 노출된다[9]. 특히 무릎 관절의 부상은 신체 운동의 가속과 감속 그리고 밸런스를 유지 능력을 저하를 가져오기 때문에 유도 선수들 경기력에 많은 영향을 주는 것으로 보고되고 있다[10]. 더욱이 허벅다리걸기 기술 기술은 지지하는 다리의 무릎 관절 손상을 가져올 수 있는 위험성을 가지고 있다[11]. 유도 선수들은 다양한 신체 손상을 경험하게 되는데 무릎 관절의 인대 손상의 경우 재활기간을 증가시킬 뿐만 아니라 선수 경력 중단에도 많은 영향을 미치는 손상으로 보고되고 있다[12]. 유도 선수들은 무릎 관절 부상 후 관절에 작용하는 근력과 운동 가동 범위의 회복할 수 있는 다양한 재활 처치와 훈련을 수행한 후 선수로서 경력을 연장할 수 있다[8]. 운동 시 발생하는 신체 부상은 신체의 운동 기능을 제한할 뿐만 아니라 향후 경기 수행 능력에도 많은 영향을 미친다[13-14].

인체 운동 시 압력 중심(COP: center of pressure)에 관한 요인들은 신체 안정성과 운동 기능성을 평가하는데 있어서 중요한 요인으로 인식되어 왔다[15]. 압력 중심의 가동범위와 이동경로는 인체 운동 시 신체 밸런스와 운동 수행 자세의 변화를 평가하여 신체의 자세와 운동의 안정성을 평가하게 되며 더 나아가 근신경계의 작용과의 연관성에 관해서도 설명할 수 있다[16-17]. 유도 선수들의 경우 상대와 맞잡은 상태에서 힘과 기술을 겨루기 때문에 신체 밸런스 유지는 반드시 필요한 신체 운동 기능이기 때문에 이를 평가하기 위해서 압력 중심 요인들을 사용하여 왔다[18]. 신체 밸런스 능력은 운동 수행 결과와 관련성이 높으며, 운동 선수들이 수행하는 기술의 완성도를 위해서도 필수적인 신체 기능 중 하나이다[19]. 유도 선수들의 밸런스 기능은 선수의 자세, 신체 구성, 운동 경험, 피로도 등의

요인들과 관련성이 있지만 더욱 많은 영향을 미치는 것은 무릎 관절의 부상이다[12, 20, 21]. 이와 같이 유도 선수들의 무릎 관절 부상 경험이 신체 안정성과 운동의 기능에 많은 영향을 미치는 요인임에도 불구하고 이에 대한 신체 운동과 압력 중심 요인들에 미치는 영향에 대한 정량적 분석은 여전히 부족한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 한발로 지지하여 기술을 수행하는 허벅다리걸기 동작 시 유도 선수들의 무릎 관절의 부상 경험이 운동학적 요인과 압력 중심 요인들에 미치는 영향을 분석하고 한다. 이를 통해 유도 선수들의 무릎 관절 부상 경험과 허벅다리걸기 기술 발휘 시 기술의 기능성과 신체 밸런스 능력과의 관련성을 객관적으로 설명할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 연구방법

2.1. 연구 대상

본 연구에는 허벅다리걸기를 주특기로 하는 오른손잡이 남자 대학 유도 선수 26명을 피험자로 선정하였다. 병력조사를 통하여 최근 2년 이내 무릎 관절 부상 경험이 있었던 대학 선수 13명과 상해 경험이 없었던 13명으로 구분하였다. 실험 전 모든 대상자들에게 실험의 내용과 목적을 충분히 설명하고 실험 참여 동의서를 받은 후, 신체적 특성을 세밀하게 측정하고 실험에 참여하였다. 구체적인 연구대상자의 특성은 아래 <Table 1>과 같다.

2.2. 실험 절차 및 장비

본 실험에 참여한 대학 유도 선수들의 허벅다리걸기 동작을 분석하기 위해서 7대(MX-motion capture camera, Vicon, UK; sampling rate:

120 Hz) 적외선 모션 캡처 카메라를 이용하여 촬영하였으며, 이를 통해 3차원 동작 분석을 실시하였다. 그리고 압력 중심 요인들을 분석하기 위하여 스트레인게이지 타입의 지면반력 측정 시스템 1대(AMTI OR6-7, AMTI Inc., Watertown, MA, USA; sampling rate: 1200Hz)를 지면에 설치하여 동작 수행 시 발생하는 지면반력의 수평과 전후축 상에서의 압력 중심 요인들을 수집하였다.

Vicon에서 제공하는 T-wand를 이용하여 NLT(nonlinear transformation) 방법을 사용하여 각 카메라에 대한 캘리브레이션을 실시한 후 L-frame을 지면반력기의 원점에 정렬하고 공간상에 전역좌표계와 지면반력의 전역좌표계 원점을 정렬시켜 공간상의 3차원 전역좌표계를 설정하였다. 3차원 좌표값은 3차원 영상촬영 프로그램인 nexus 1.7(Vicon, UK)을 통해서 획득하였다. 전역좌표계 설정은 기술을 받아주는 수비자를 중심으로 전방 방향을 Y축, 지면에 대하여 수직 방향을 Z축, 좌우 방향을 X축으로 정의하였다.

피험자인 대학 유도 선수들이 익숙하지 않은 공간에서 허벅다리기술을 수행하여야 했기 때문에 발생할 수 있는 부상의 위험성을 최소화하기 위하여 5분간의 준비운동과 10분간의 동작 연습을 실시하도록 하였다. 준비가 완료된 피험자들은 몸무게와 신장 측정 후 면 소재의 반바지 타이즈만을 착용하게 하였고 이 후 신체에 Vicon plug-in-gait 모델을 기반으로 제작된 총 47개의 반사마커(직경 14mm)를 부착하였다. 정적 자세 촬영을 위해 피험자가 지면반력기 위에 올라가서 해부학적 자세를 취하고 3초간 촬영을 실시한 후 동작에 불편함을 주는 내측 마커를 제거하였다. 피험자와 수비자 모두 준비된 상태에서 연구자의 신호가 전달되면 허벅다리걸기 동작을 실시하였고 총 5회의 동작을 수집하였으며, 이 중 3개의

Table 1. Characteristics of subjects

Variables	Non-injury group Mean±SD	Experience Injury group Mean±SD
Age (years)	20.69.1±0.75	21.08.1±0.76
Height (cm)	172.85±4.81	172.54±6.32
Body mass (kg)	74.92±5.51	76.62±9.09
Career (years)	8.92±0.95	9.46±0.94

Data presented as mean ± standard deviation(SD)

자료를 연구를 위해 분석하였다.

2.3. 변인분석

본 연구에서 유도 허벅다리걸기 기술에 대한 하지 관절의 운동학적 요인들을 분석하여 위하여 5개의 중요 이벤트 시점을 정의하였으며, COP 요인들의 분석을 위해 한발 지지국면을 정의하였다[6]. Event 1은 상대를 맞잡은 상태에서 오른발이 지면과 이지하는 최초시점으로 정의하였으며, Event 2는 공격자의 왼발이 지면에서 떨어지는 시점으로 정의하였으며, Event 3는 기술 시전자의 지지발(왼발)이 지면에 다시 접촉하는 순간으로 정의하였으며, Event 4는 상대의 양발이 지면에서 이지하는 순간으로 정의하였으며, Event 5는 상대자의 신체가 지면과 접촉하는 순간으로 정의하였다. 한발 지지국면은 Event 3시점에서 Event 5까지의 구간으로 정의하였다.

대학 유도 선수들의 허벅다리걸기 동작 수행 시 각 피험자들의 3 차원 자료와 COP 자료들은 MX control과 MX net(Vicon, UK)을 이용하여 동기화 후 컴퓨터에 저장한 후 모든 자료들은 Vicon nexus 1.7(Vicon, UK) 프로그램을 이용하여 신호처리를 실시하였다. 3차원 마커 데이터 자료들은 fourth-order butterworth filter(6Hz)로 필터링하였으며, 지면반력기에서 수집된 COP 자료들은 fourth-order low-pass butterworth filter(50Hz)로 필터링하였다. 필터링 후 피험자들의 3차원 데이터와 COP 자료들은 C3d 파일로 저장하였다. 운동학적 데이터를 위해 Kwon 3d 3.1 software(visol Inc, Korea)에서 피험자들의 C3d 자료들을 불러와서 데이터를 변화하고 Kwon 3d 인체 모델링을 통해 인체 분절들의 지역좌표계(X축: 좌/우 축, Y축: 전/후 축, Z 축: 분절의 장축)를 재설정한 후 cardan orientation 방법에 의해 하지 관절의 각도를 산출하였다. 본 연구에서 허벅다리걸기 동작 시 하지 관절인 발목, 무릎, 힙 관절의 각도는 해부학적 자세를 기준으로 정의하였으며, 발목 관절과 힙 관절의 X축(+: Flexion, -: Extension), 무릎 관절의 X축(-: Flexion, +: Extension)으로 굴곡과 신전 각도를 각 이벤트별로 분석하였다. 지면반력기에 의해 압력 중심(COP: center of pressure)을 산출하여 국면별 COP 이동범위를 분석하였다[22]. 허벅다리걸기 동작 시 동적 안정성 요인을 분석하기 위하여 COP 95% confidence ellipse area를 산출하여 COP 궤적들의 95%를 포함하는 장

축과 단축의 반지름을 가지는 타원 면적과 COP 속도 요인들을 분석하였다[18].

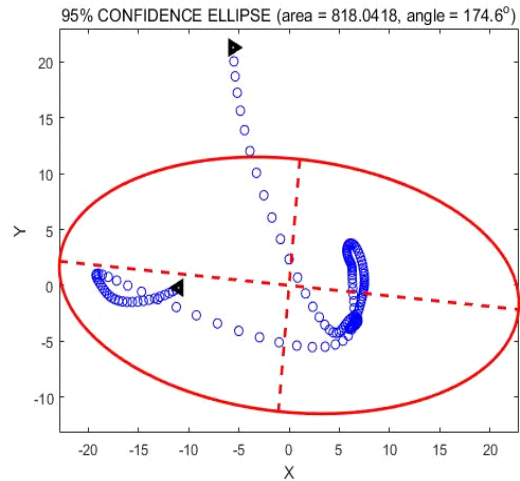


Fig. 2. 허벅다리걸기 동작 시 COP 95% confidence ellipse area.

2.5. 통계 분석

본 연구의 통계처리는 SPSS version 24.0(IBM Inc., USA)을 사용하여 평균과 표준오차(mean±SEs)를 산출하였고, 허벅다리걸기 동작 시 E1에서 E5까지 이벤트 별 NIG와 EIG 두 그룹의 발목, 무릎, 힙 관절각도 변인과 E3에서 E5까지의 COP 95% confidence ellipse area 분석을 통해 산출된 COP range와 velocity 요인들의 차이를 검증하기 위하여 독립표본 t-test을 실시하였다 ($\alpha = .05$).

3. 결과 및 고찰

본 연구에는 무릎 관절 부상 경험 유, 무에 따라 부상 경험 그룹(EIG: experience injury group)과 부상 경험이 없었던(NIG: non injury group) 두 그룹의 대학 유도 선수들이 대상으로 참여하였다. 본 연구에 참여한 대상자들의 무릎 관절 부상 유·무에 따른 두 그룹의 이벤트별 하지 관절의 각도 변인 분석 결과는 <Table 2>와 같다. 발목 관절의 이벤트별 각도 요인은 E1($t=1.374$, $p=.182$), E2($t=-0.064$, $p=.950$), E3($t=-1.616$, $p=.119$), E4($t=-0.531$, $p=.600$), E5($t=0.398$, $p=.694$)시점에서 NIG와 EIG 그룹

간 통계적인 차이를 나타내지 않았다. 무릎 관절의 이벤트별 각도 요인에서는 E3($t=-8.414$, $p=.000$)에서 EIG 그룹의 무릎 굴곡 각도 (-21.06 ± 4.65)가 NIG 그룹(-41.93 ± 7.94)에 비해 통계적으로 적은 수치를 나타내었다. 하지만 E1($t=1.522$, $p=.141$), E2($t=0.096$, $p=.925$), E4($t=-0.470$, $p=.643$), E5($t=1.149$, $p=.262$) 시점에서는 NIG와 EIG 그룹 간 무릎 관절 각도에서의 통계적인 차이는 나타나지 않았다. 힙 관절의 이벤트별 각도 요인에서는 E1($t=-2.168$, $p=.040$) 지점에서는 EIG 그룹(-10.27 ± 10.05)의 힙 관절 각도가 NIG 그룹(-20.80 ± 4.85)에 비해 통계적으로 작은 신전 각도 수치를 나타내었고, E4($t=4.236$, $p=.000$)에서 EIG 그룹(29.68 ± 20.51)의 힙 굴곡 각도가 NIG 그룹(59.88 ± 15.50)에 비해 상대적으로 작은 수치를 나타내었다. 하지만 E2($t=0.854$, $p=.401$), E3($t=2.011$, $p=.056$), E5($t=0.732$, $p=.471$) 시점에서는 NIG와 EIG 그룹 간 힙 관절 각도에서의 통계적인 차이는 나타나지 않았다.

위의 연구결과에 나타난 바와 같이 EIG 유도

선수들의 최대 무릎 굴곡 각도가 NIG 유도 선수들에 비해 작은 수치를 나타내었다. 허벅다리걸기 동작 시 무릎 관절의 최대 굴곡 각도는 공격자의 지지발이 지면에 다시 접촉하는 순간인 Event 3 시점에서 나타나는데 이는 상대보다 신체 무게 중심을 낮추기 위해 그리고 기술 발휘 순간의 운동성을 향상시키기 위한 동작이다[1]. 허벅다리걸기를 특기 기술로 사용하는 유도 선수들의 경우 무릎 관절의 부상으로 인해 운동 수행 능력에 많은 제약을 받게 되며 이는 경기력의 저하를 가져오게 된다[11]. 허벅다리걸기 기술의 경우 한발로 지지하는 구간이 존재하게 되며 지지하는 하지의 무릎 관절 부상은 상대의 저항과 역공에 의해 주로 발생한다[22]. 수비자가 지면으로 양발이 떨어지는 순간인 Event 4는 상대가 공중에 떠 있는 상태이기 때문에 공격자가 신체의 회전 운동을 통해 상대를 메치는 연속적인 동작을 수행하여야 한다. 상대를 성공적으로 메치기 위해서는 공격자가 무게 중심의 가용성과 신체 회전 운동을 효과적으로 이용하여야 한다[23]. 이러한 관점에서 EIG의 경우 NIG에 비해 힙 관절이 상대적으로

Table 2. Lower extremity joints angle between 2 condition during the Uchi mata (Unit: deg)

Variables	Event	Non-injury group Mean \pm SD	Experience injury group Mean \pm SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Ankle Joint Angle	E1	94.53 \pm 1.94	92.48 \pm 4.49	1.374	.182
	E2	95.13 \pm 8.03	95.33 \pm 8.20	-0.064	.950
	E3	109.55 \pm 8.32	114.85 \pm 8.61	-1.616	.119
	E4	104.85 \pm 8.91	106.10 \pm 11.24	-0.531	.600
	E5	92.39 \pm 5.90	91.34 \pm 7.39	0.398	.694
Knee Joint Angle	E1	5.62 \pm 5.07	2.79 \pm 4.37	1.522	.141
	E2	-23.65 \pm 17.59	-24.16 \pm 7.73	0.096	.925
	E3	-41.93 \pm 7.94	-21.06 \pm 4.65	-8.414	.000
	E4	-21.78 \pm 10.31	-19.89 \pm 10.25	-0.470	.643
	E5	-3.25 \pm 17.74	-11.63 \pm 23.94	1.149	.262
Hip Joint Angle	E1	-20.80 \pm 4.85	-10.27 \pm 10.05	-2.168	.040
	E2	10.27 \pm 10.06	7.13 \pm 8.61	0.854	.401
	E3	2.29 \pm 11.11	-5.41 \pm 8.20	2.011	.056
	E4	59.88 \pm 15.50	29.68 \pm 20.51	4.236	.000
	E5	69.59 \pm 11.10	64.37 \pm 23.16	0.732	.471

* $p < .05$,

신전된 상태이기 때문에 신체의 회전 운동을 통해 상대를 메치는데 효과성이 낮은 것으로 판단된다.

허벅다리걸기 기술 발휘 시 NIG와 EIG 대학 유도 선수들의 한발 지지 구간에서 95% confidence ellipse sway 분석 방법을 이용한 ML과 AP 방향의 COP range와 Velocity 요인들을 분석한 결과는 <Table 3>와 같다. 좌·우(ML) 방향의 압력 중심의 범위는 EIG 그룹(24.73 ± 1.07)은 NIG 그룹(26.31 ± 1.12)에 비해 통계적으로 적은 수치를 나타내었고($t=3.695$, $p=.001$), 전·후(AP) 방향의 압력 중심의 범위에서도 EIG 그룹(25.38 ± 1.06)은 NIG 그룹(26.87 ± 1.03)에 비해 통계적으로 적은 수치를 나타내었다($t=3.620$, $p=.001$). 좌·우(ML) 방향의 압력 중심 이동속도 요인에서는 EIG 그룹과 NIG 그룹 간에 비해 통계적인 차이는 나타나지 않았지만($t=1.979$, $p=.059$), 전·후(AP) 방향의 압력 중심의 범위에서는 EIG 그룹(12.73 ± 0.38)은 NIG 그룹(13.26 ± 0.30)에 비해 통계적으로 적은 수치를 나타내었다($t=3.920$, $p=.001$). 이러한 결과를 종합해 보면, 허벅다리걸기 시 한발 지지 구간에서 EIG 유도 선수들의 경우 NIG 선수들에 비해 COP의 운동 범위가 상대적으로 작았으며, 전후 방향으로의 COP 속도도 느리게 나타났다. 허벅다리걸기 시 상대 저항에 따른 공격자의 신체 무게 중심 운동에 대한 연구에서 상대의 저항이 강할수록 공격자의 무게 중심 이동 이동범위가 작아지는 것으로 보고하였다[3]. 정적 자세는 상대적으로 낮은 수치의 압력 중심 이동범위와 이동속도를 나타내는 것이 밸런스 능력과 관련성을 가지고 있는 것으로 해석된다[17, 19, 20]. 허벅다리걸기 동작 시 한발 지지 구간은 동적 구간이기 때문에 기저면 상에서 압력 중심을 기저면의 가

장자리로 빠르게 운동시키는 것이 중요하다[22]. 신체의 동적 안정성을 확보하기 위한 보다 빠르게 압력 중심을 운동 방향으로 이동시킴으로서 상대를 보다 효과적으로 메칠 수 있다[24]. 하지만 EIG 유도 선수들의 경우 무릎 관절의 부상 경험으로 인해 허벅다리걸기 기술 발휘 시 상대에게 기술을 수행하는 결기와 메치기 구간에서 COP 운동 범위와 전방으로의 COP 속도가 상대적으로 낮게 나타났으며, 이로 인해 NIG 유도 선수들의 허벅다리걸기 기술 성공률을 감소시킬 수 있는 결과를 가져올 수 있는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 허벅다리걸기 기술 발휘 시 무릎 관절의 부상 경험이 운동역학적 요인들에 미치는 영향을 분석하는데 목적이 있었다. 이를 위하여 허벅다리걸기 동작 시 신체 운동에 영향을 미치는 지지 하지 관절들의 각도와 동적 안정성을 판단할 수 있는 COP 요인들을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. EIG 그룹은 NIG 그룹에 비해 허벅다리걸기 기술 발휘 시 한발 지지 시점인 E3에서 지지발의 무릎 관절 굴곡 각도와 E4에서 힙 관절의 신전 각도에서 작은 수치를 나타내어 관절의 가동성 측면에서 상대적으로 기능이 낮음을 알 수 있었다. 더불어 EIG 그룹은 NIG 그룹에 비해 한발 지지구간에서 COP 가동범위와 전방으로의 COP를 이동시키는 속도 요인에서도 낮은 수치를 나타내었다. 그러므로 허벅다리걸기 시 무릎 관절 부상은 지지하는 다리의 무릎 관절의 가동범위와 신체 운동의 동적 안정성 요인들에 부정적인 영향을 주어 기술 성공률에 낮출수 있는

Table. 3. COP factors between 2 condition during the uchi mata (Unit: cm)

Variables	Direction	Non-injury group Mean±SD	Experience injury group Mean±SD	t-value	p-value
COP Range	ML	2.63±0.11	2.47±0.11	3.688	.001
	AP	2.69±0.10	2.54±0.11	3.620	.001
COP Velocity	ML	12.32±0.32	12.04±0.39	1.979	.059
	AP	13.26±0.30	12.73±0.38	3.920	.001

* $p<.05$, COP=Center of Pressure, ML=Medial Lateral, AP = Anterior Posterior

요인으로 작용할 수 있을 것으로 판단된다.

References

1. E. H. Kim, S. S. Kim, C. W. Chung, "A case study on center of gravity analysis when performing uchimata by posture and voluntary resistance levels of uke in judo [III]", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol.15, No.1 pp. 237-257, (2005).
2. E. H. Kim, D. H. Cho, M. S. Kwon, "A kinematic analysis of uchi - mata (inner thigh reaping throw) by kumi-kata types in judo[I]", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol.12, No.1 pp. 83-107, (2002).
3. E. H. Kim, H. Yoon, S. S. Kim, "A case study on kinematical traits analysis when performing of uchi-mata (inner thigh reaping throw) by posture and voluntary resistance levels (VRL) of uke in judo [I]" *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol.14, No.3 pp. 235-257, (2004).
4. T. W. Kim, S. H. Lee, "Study for analyzing world judo player's technical type and time", *Korean Journal of Sport Science*, Vol.31, No.3 pp. 557-570, (2020).
5. Y. C. Lee, D. Y. Lee, C. K. Kim, "Biomechanical Analysis of the Determinant Factors on Uchi-Mata in Judo Performance", *Korean Society of Sport and Leisure Studies*, Vol.54, No.2 pp. 1073-1080, (2013).
6. M. S. Kwon, H. W. Kim, D. H. Cho, "A kinematics analysis of uchi-mata(inner thigh reaping throw) by kumi-kata types and two different opponent's height in judo[III]", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol.12, No.2 pp. 143-157, (2002).
7. S. H. Shin, M. S. Son, W. S. Kim, S. P. Choi, "Kinematical analysis of uchimata in judo", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol.8, No.2 pp. 103-123, (1998).
8. M. H. Chun, H. Jung, "The effect of the reconstruction and the pre-operative rehabilitation after the anterior cruciate ligament injury for judo players", *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, Vol.15, No.1 pp. 13-23, (2013).
9. Y. W. Jin, S. H. Kwon, "Research on the protection from exercise injury of high school judo player", *Korea Sport Research*, Vol.17, No.3 pp. 27-42, (2006).
10. E. Pocecco, G. Ruedl, N. Stankovic, S. Sterkowicz, F. B. Del Vecchio, C. Gutierrez-Garcia, R. Rousseau, M. Wolf, M. Kopp, B. Miarka, V. Menz, P. Krüsmann, M. Calmet, N. Malliaropoulos, M. Burtscher, "Injuries in judo: a systematic literature review including suggestions for prevention", *British journal of sports medicine*, Vol.47, No.18 pp. 1139-1143, (2013).
11. R. Prill, H. A. Coriolano, "The influence of the special throwing technique on the prevalence of knee joint injuries in judo", *Archives of Budo*, Vol.10, pp. 211-216, (2014).
12. W. Blach, P. Smolders, J. Simenko, K. Mackala, "Diagnostics of tissue involved injury occurrence of top-level judokas during the competition: Suggestion for prevention", *PeerJ*, Vol.10, pp. e13074, (2022).
13. B. Hang, "Acute sports-related lower extremity injuries", *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, Vol.14, No.4, pp. 304-317, (2013).
14. U. M. Kujala, S. Taimela, I. Antti-Poika, S. Orava, R. Tuominen, P. Myllynen, "Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data", *British Medical Journal*, Vol.311, pp. 1465-1468, (1995).
15. M. Roerdink, P. Hlavackova, N. Vuillerme, "Center-of-pressure regularity as a marker

- for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures”, *Human movement science*, Vol.30, No.2, pp. 203–212, (2011).
16. Y. Ivanenko, V. S. Gurfinkel, “Human postural control”, *Frontiers in neuroscience*, Vol.12, pp. 171, (2018).
 17. F. Quijoux, et al., “A review of center of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code”, *Physiological reports*, Vol.9, No.22, pp. e15067, (2021).
 18. R. L. Kons, R. L. Sakugawa, M. Rossato, F. Diefenthaler, D. Detanico, “Neuromuscular and postural control in visually and nonvisually impaired judo athletes: case study”, *Journal of exercise rehabilitation*, Vol.15, No.1, pp. 60, (2019).
 19. S. Cankaya, B. Gokmen, M. Y. Tasmektepligil, M. Con, “Special balance developer training applications on young males’ static and dynamic balance performance”, *The Anthropologist*, Vol.19, No.1, pp. 31–39, (2015).
 20. B. F. Jeronymo, et al., “The relationship between postural stability, anthropometry measurements, body composition, and sport experience in judokas with visual impairment”, *Asian Journal of Sports Medicine*, Vol.11, No.3, pp. 1–6, (2020).
 21. A. Ghram, J. D. Young, R. Soori, D. G. Behm, “Unilateral knee and ankle joint fatigue induce similar impairment to bipedal balance in judo athletes”, *Journal of Human Kinetics*, Vol.66, pp.7–18, (2019).
 22. D. Barbado, A. Lopez-Valenciano, C. Juan-Recio, C. Montero-Carretero, J. H. van Dieen, F. J. Vera-Garcia, “Trunk stability, trunk strength and sport performance level in judo”, *PloS one*, Vol.11, No.5, pp. e0156267, (2016).
 23. A. Gutierrez-Santiago, I. Prieto, O. Camerino, M. T. Anguera, “Sequences of errors in the judo throw Morote Seoi Nage and their relationship to the learning process”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, Vol.227, No.1, pp. 57–63, (2013).
 24. R. T. Imamura, A. Hreljac, R. F. Escamilla, W. B. Edwards, “A three-dimensional analysis of the center of mass for three different judo throwing techniques”, *Journal of sports science & medicine*, Vol.5, No.CSSI, pp. 122–131, (2006).