

무릎 슬리브 착용과 골지 건 기관 자극이 한 발 서기 동작과 고유수용성 감각에 미치는 영향

The Effects of Knee Sleeve with a Stimulation of Golgi Tendon Organ on One Leg Standing and Proprioception

정보라*, 장윤희, 김규석, 류제청, 고창용

B. Jeong, Y. Chang, G. S. Kim, J. Ryu, C. Y. Ko

요 약

무릎 슬리브는 재활뿐만 아니라 스포츠 활동 시 손상 예방의 목적으로도 사용되고 있다. 무릎 슬리브의 스포츠 손상 예방을 정의하기 위해서는 고유수용성감각으로부터 기인하는 균형을 평가하는 것이 중요한 요소이다. 본 연구의 목적은 골지 건 기관 자극 패드 무릎 슬리브의 효과를 분석하는 것이다. 5명의 건강한 성인 남성이 본 연구의 실험대상자로 참여하였다. 실험대상자들은 일반 무릎 슬리브와 자극 패드 슬리브를 착용한 상태에서 각각 BIODEX에서 설정된 타겟(Target) 각도를 재연하였고, 한 발 서기 동작을 수행하였다. 각도 재연성 평가의 결과를 보면, 5명의 실험대상자 중 4명의 실험대상자는 무릎 슬리브를 착용했을 때 보다 자극 패드 슬리브 착용 시 %Target angle이 증가하는 결과를 보였다. 한 발 서기 동작 수행 시 무릎 슬리브 착용 시 보다 자극 패드 슬리브 착용 시 유지 시간(duration time)이 증가했으며 x, y 방향에서 COP 길이가 모두 감소했다 (COPx - 무릎 슬리브: 162.06 ± 58.99 mm, 자극 패드 무릎 슬리브: 149.03 ± 45.30 mm; COPy - 무릎 슬리브: 310.79 ± 115.89 mm, 자극 패드 무릎 슬리브: 291.57 ± 76.53 mm). 초기 전이구간, 정적 구간, 말기 전이구간이 차지하는 비율은 무릎 슬리브 착용 시와 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시에 유의한 차이를 보였다 (all, $p < 0.05$). 본 연구의 결과로부터 골지 건 기관 자극 패드 무릎 슬리브 착용이 고유수용성 감각과 균형에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

Knee sleeve has been used for prevention of sport injuries as well as rehabilitation. To investigate prevention of sport injuries of knee sleeve, it is important to evaluate balance associated with proprioception. The aim of this study was to evaluate the effects of a knee sleeve with a pad that stimulate to golgi tendon organ (GTO_PAD) on proprioception and balance ability. Five healthy males were participated for the study. They were asked to reenact target angle with Biodex and perform one leg standing with knee sleeve and knee sleeve with GTO_PAD. There was no significant difference in %Target angle, but the value of %Target angle was higher in subjects wearing knee sleeve with GTO_PAD than only knee sleeve, except for one subject. During one leg standing, time duration was increased in subjects wearing knee sleeve with GTO_PAD. The length of center of pressure in x-axis (COPx) and COP in y-axis (COPy) were decreased when wearing knee sleeve with GTO_PAD (COPx : 162.06 ± 58.99 mm in knee sleeve vs. 149.03 ± 45.30 mm in knee sleeve with GTO_PAD, COPy : 310.79 ± 115.89 mm in knee sleeve, 291.57 ± 76.53 mm in knee sleeve with GTO_PAD). There was significant differences in INI_transition, steady, and LAT_transition phase (all, $p < 0.05$). These findings support that wearing knee sleeve with GTO_PAD might enhance proprioception and balance.

Keyword : Knee sleeve, Proprioception, Joint position sense, One leg standing, center of pressure

접 수 일 : 2017.08.11
심사완료일 : 2017.10.25
게재확정일 : 2017.11.06

* 정보라 : 근로복지공단 재활공학연구소 연구원
jeongbora77@kcomwel.or.kr (주저자)
장윤희 : 근로복지공단 재활공학연구소 책임연구원

1. 서론

무릎 보조기/슬리브 착용시 보행 시 무릎 관절의 운동형상학적 및 운동학적 특성에 긍정적인 효과를 보인다. Amber (2014)의 연구에서는 퇴행성관절염 환자의 보행 시 무릎 슬리브를 착용했을 경우 입각기 동안 무릎 관절의 굴곡 각도가 증가하며, 뒤꿈치 초기 접지 직후의 굴곡 모멘트는 감소했다 [1]. 뿐만 아니라 Schween et al. (2015)의 연구에서는 퇴행성관절염 환자의 보행 시 무릎 슬리브를 착용했을 경우 무릎 관절의 내반 각도 및 모멘트가 줄어들었다. 무릎 관절의 과도한 모멘트는 무릎 관절염의 악화 요인이기 때문에 위와 같은 결과는 무릎 슬리브 착용이 재활이 필요하거나 병의 진행을 막아야 하는 환자들에게 긍정적인 요인으로 작용한다 [2].

또한 무릎 보조기/슬리브 착용은 관절에 물리적인 지지를 가하여 무릎관절의 제어 효율을 높여 관절의 안정성(stability)를 높여주며 [3], 통증을 감소시키고 증상을 완화시킨다 [4-6]. 이러한 효과로 인해 재활 분야에서 많이 사용되고 있다. 뿐만 아니라 무릎 보조기/슬리브는 부상 예방의 목적으로도 다양하게 사용되고 있어 스포츠활동을 즐기는 정상인에게도 스포츠 활동 및 기능에 대한 긍정적인 영향을 미친다 [7-10].

이와 같은 무릎 보조기/슬리브의 부상예상에 대한 효과에 대하여 기전을 연구하기 위하여 무릎 보조기/슬리브가 고유수용성 감각에 미치는 영향에 대한 연구는 많이 이루어지고 있다. 고유수용성감각은 중추신경계에 의해 관절의 움직임과 위치를 인지하는 능력으로써 근육의 움직임을 제어하여 관절의 움직임을 최적화함으로써 과도한 변형으로부터 보호한다 [4, 11]. 고유수용성감각은 관절의 안정성과 제어에 관여하기 때문에 이 감각의 결여는 관절의 불안정성을 야기하고 결과적으로 관절의 부상으로 이어질 가능성이 높다 [12, 13]. 그러므로 고유수용성감각은 부상 방지에서 매우 중요한 요소다 [14]. 하지만, 무릎 보조기/슬리브가 고유수용성감각에 미치는

영향에 대한 연구의 결과는 다양하다. Kaminski et al. (1996)의 연구에서는 무릎 보조기/슬리브 사용이 사용자의 균형감각에는 긍정적인 영향을 미치는데 반해 관절 위치 감각에 미치는 영향은 미미하다 [15]. McNair et al. (1996)의 연구에서는 무릎 보조기/슬리브 사용이 사용자의 관절 위치 감각에 긍정적인 영향을 주었다 [16]. 반면 Bottoni (2013)의 연구에서는 정상인을 대상으로 무릎 보조기/슬리브 사용이 관절 위치 감각에 미치는 영향은 미미하였다 [4].

이와 같이 다양한 결과는 직접적으로 고유수용성 감각을 자극 시킬 수 있는 방법이 부족하기 때문에 여겨진다 [17, 18]. 이에 따라 본 연구에서는 무릎의 골지 건 기관(Golgi tendon organ, GTO)을 직접적으로 자극할 수 있는 패드를 부착한 무릎 슬리브 착용시 각도 재연성에 대하여 평가를 통하여 GTO 자극 패드의 유무에 따른 무릎 슬리브 착용이 관절 위치 감각 (Joint position sense)에 미치는 영향에 대하여 평가하였다. 또한 한 발 서기 평가(one leg standing test, OLS)를 통하여 균형감각에 미치는 영향에 대하여 평가하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구에서는 신경근골격계에 이상이 없는 정상 성인 남성 5명을 연구대상자로 선정하였다. 또한, 모든 연구대상자는 근로복지공단 재활공학연구소 기관생명윤리위원회의 심의에 따른 연구 참여 동의를 얻은 후 본 연구에 참여하였다.

표 1. 연구 대상자 정보

Table 1. General information of subjects

	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD
n = 5	24.3 \pm 0.5	173.2 \pm 3.8	68.5 \pm 3.0

2.2 실험절차

본 연구에 사용된 무릎 슬리브(medi, Germany)는 천 재질의 슬리브로, 고유수용성 감각 촉진 효과를 위한 실리콘 재질의 자극 패드(Figure. 1)를 추가하였다. 고유수용성 감각 촉진효과를 검증하기 위한 방법으로 각도 재연성 및 관절의 안정성 및 균형감각을 평가하였으며, 모든 실험 진행에 있어 무릎 슬리브 및 자극 패드 무릎 슬리브는 연구대상자의 우측 다리에 착용하였다.

yhchang2@kcomwel.or.kr (공동저자)

김규석 : 근로복지공단 재활공학연구소 연구위원

gskim7379@kcomwel.or.kr (공동저자)

류제청 : 근로복지공단 재활공학연구소 소장

korec9121@kcomwel.or.kr (공동저자)

고창용 : 근로복지공단 재활공학연구소 책임연구원

cyko@kcomwel.or.kr (교신저자)

* 본 논문은 문화관광부가 지원하는 산업핵심기술개발사업 (No.10048732, 생활스포츠에 필요한 스포츠기어의 설계 변수 도출 및 스포츠 재활훈련 프로토타입 개발)을 통해 개발된 결과임을 밝힙니다.

각도 재연성 평가를 위해 무릎 슬리브를 착용하고 등속성 운동평가시스템 (Biodex, USA)를 사용하여 앉은 상태에서 무릎을 신전시켜 목표각도를 재연하는 검사를 실시하였다. 무릎을 각속도 5°/sec의 속도로 신전시켜 자극지점(stimulus point)에서 3초간 자세를 유지하는 동안 피검자가 자극지점에 대하여 위치를 기억하도록 지시하고, 피검자가 인지한 각도를 재연하도록 하였다. 목표각도는 30~60°사이의 각도를 무작위로 선정하였으며, 리턴 후 5초 휴식을 취한 후 동일하게 5번 반복 측정하였다. 이후 자극 패드 무릎 슬리브를 착용한 상태로 동일한 실험을 수행하였다.

안정성 및 균형감각 평가를 위해 무릎 슬리브를 착용한 상태에서 힘 측정판 외부에서부터 눈을 감고 힘 측정판 내부로 들어와 한 발로 최대한 유지하는 OLST를 수행한 후, 자극 패드 무릎 슬리브를 착용한 상태에서 동일한 동작을 수행하였다. 각 3회씩 반복 수행하였으며, 한 발로 서서 최대한 유지하는 평균 시간과 COP(Center Of Pressure)궤적을 이용한 X, Y 방향의 평균 COP길이 및 지면 반발력을 분석하였다. 실험을 진행하는 동안 한 대의 힘 측정판(5233A2, Kistler Instrument AG, Switzerland)을 사용하여 120Hz의 샘플링율로 운동역학적 데이터를 획득하였다.

2.3 분석방법

각도 재연검사 평가를 위하여 각각의 데이터 분석은 5번 측정값 중 최대값과 최소값을 제한 후, 나머지 3번 측정치에 대한 평균값을 사용하였으며, 100%를 기준으로 목표각도에 대한 재연각도의 %수준을 분석하였고 이 때 100%에 가까울수록 재연성이 높음을 의미한다.

OLST 평가 시 힘 측정판에 발이 닿는 시점부터 최대한 한 발로 버티는 동작을 수행한 후 힘 측정판에서 발이 떨어지는 시점까지를 해당 구간으로 선정하였으며, 해당 구간의 시간(time duration)과 COP 궤적(COPx, COPy)의 길이(Length)를 분석하였다. 총 5번의 실험을 진행하여 데이터를 획득한 후, Time duration을 평균값과 표준편차로 나타내었다. 또한 COP Length는 X(Anterior-posterior), Y(Medial-lateral) 방향의 최소값과 최대값의 차이에 절대값을 취하여 분석하였으며, 평균값과 표준편차로 나타내었다. 균형 감각 평가를 위해 Anterior-posterior 방향의 지면반발력을 분석하였다. OLST 동작 수행 시 초기에는 정지상태서 한발

서기 동작으로 상태가 전이되며, 이후 한발로 서기 동작이 유지되는 상태가 지속된다. 마지막으로 한발서기 동작에서 정지상태로 상태가 전이된다. 이에 따라 결과 분석 시 그림 1과 같이 전체 구간을 100%로 정규화 하여 초기 전이구간(INI_transition, 두발서기에서 한발 서기로), 정적 구간 (steady), 말기 전이구간(LAT_transition, 한발서기에서 두발서기로 전환)로 분석하였다. INI_transition 구간은 처음 도입 지점부터 지면반발력의 임펄스(impulse)가 0에 가장 가까워지는 지점까지로 분석하였고, steady 구간은 그 이후부터 지면반발력의 임펄스가 급격히 커지기 시작하는 지점까지로 분석하였으며, LAT_transition 구간은 그 이후부터 종료 지점까지로 분석하였다. 무릎 슬리브를 착용했을 때와 자극 패드 무릎 슬리브를 착용했을 때 각 구간이 각각 차지하는 비율을 비교하여 분석하였다.



그림 1. 자극패드
Fig. 1. Stimulation pad

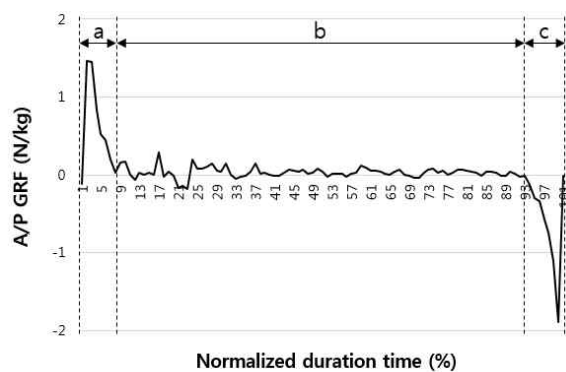


그림 2. 전체 동작 유지시간 중 각 구간 정의
Fig. 2. Definition of phase (a=INI_transition, b=steady, c=LAT_transition)

무릎 슬리브와 자극 패드 무릎 슬리브 착용에 따른 결과를 비교하기 위해 Wilcoxon 검정을 실시하였다. IBM SPSS Statistics (Version 20, IBM, USA)을 사용하였으며, 이 때 통계적 유의수준은 p = 0.05로 정하였다.

3. 연구결과

3.1 각도 재연성 평가

표 2는 각도 재연성 평가 결과를 나타낸다. 무릎 슬리브를 착용했을 경우 %Target angle은 101.6 ± 13.4%로 나타났으며 자극 패드 무릎 슬리브를 착용했을 경우 %Target angle은 99.0 ± 5.0% 였으나 유의한 차이는 없었다 (p > 0.05). 하지만 C를 제외한 나머지 피검자에서 무릎 슬리브 착용 시 보다 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시에 100%에 가까운 결과를 나타냈다 (A-전: 113%, 후: 102%, B-전: 89%, 후: 102%, D-전: 89%, 후: 94%, E-전: 118%, 후: 93% vs. C-전: 99%, 후: 104%) (Figure 3).

표 2. 각도 재연성 평가
Table 2. Reenactment of target angle

	No brace mean ± SD	With brace mean ± SD	p-value
%Target angle (%)	101.6 ± 13.4	99.0 ± 5.0	0.723

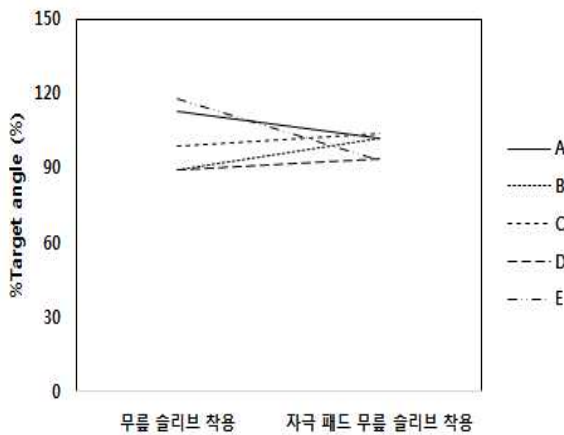


그림 3. 각도 재연성 결과 (%Target angle)
Fig. 3. Reenactment of target angle (%Target angle)

3.2 One Leg Standing Test (OLST)

Figure 4와 표3은 OLST 동작 수행 시 무릎 슬리브 착용 시와 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시의 Time duration을 나타낸다. 무릎 슬리브 착용 시에는 10.05 ± 10.05 sec, 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시에는 13.28 ± 11.15 sec 로 나타났으나, 유의한 차이는 없었다 (p > 0.05).

표 3. 한 발 서기 동작 수행 유지시간 및 COP 길이
Table 3. Time duration and length of COP during one leg standing

	No brace mean ± SD	With brace mean ± SD	p-value
Time duration (sec)	10.05 ± 10.05	13.28 ± 11.15	0.232
COP_X (mm)	162.06 ± 58.99	149.03 ± 45.30	0.582
COP_Y (mm)	310.79 ± 115.89	291.57 ± 76.53	0.545

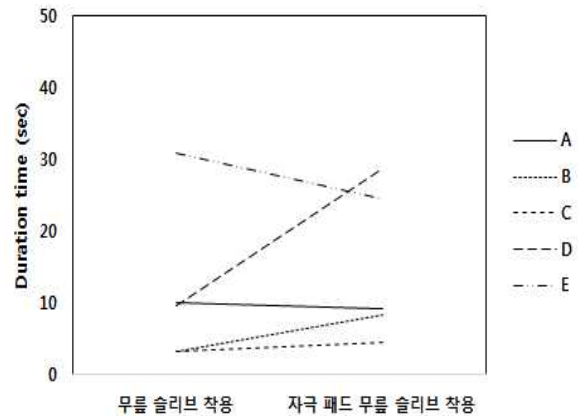
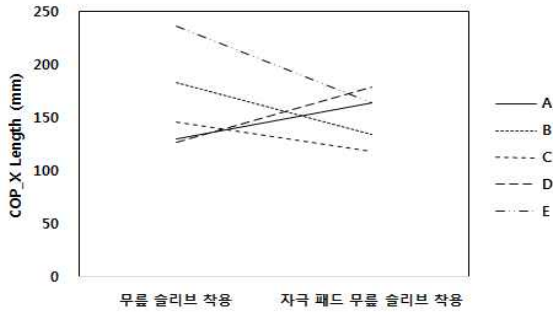


그림 4. 한 발 서기 동작 수행 유지 시간
Fig. 4. Time duration during one leg standing

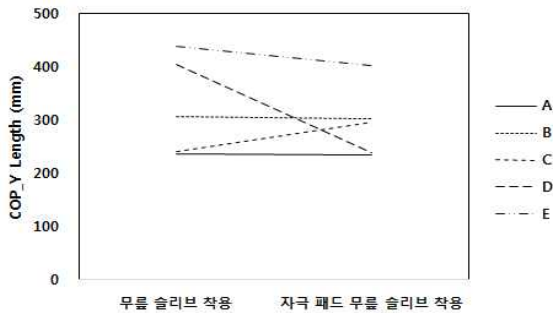
Figure 5와 표3은 OLST 동작 수행 시 COPx와 COPy의 길이를 나타낸다. COPx는 무릎 슬리브 착용 시 162.06 ± 58.99 mm, 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시에는 149.03 ± 45.30 mm로 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시, X 방향의 COP 길이가 감소하는 경향을 보였지만, 유의한 차이는 없었다 (p > 0.05). COPy의 경우 무릎 슬리브 착용 시 길이가 310.79 ± 115.89 mm, 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시 길이는 291.57 ± 76.53 mm로 나타났으며, 이는 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시 Y 방향의 COP 길이가 감소하는 경향을 보였지만, 유의한 차이는 없었다 (p > 0.05).

Figure 6와 표 4는 OLST 동작 수행 시 전후 방향의 지면반발력을 세 구간으로 나누어 각 구간이 차지하는 비율을 분석한 결과를 나타낸다. INL_transition 구간은 무릎 슬리브 착용 시와 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시 각각 전체의 22.6%, 15.2%를 차지했으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (p < 0.05). steady 구간은 무릎 슬리브 착용 시와 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시 각각 전체의 57.0%와 71.4%를 차지했으며, 이 구간 또한 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (p < 0.05). 뿐만 아니라 LAT_transition 구간에서도 무릎 슬리브 착용

시와 자극 패드 무릎 슬리브 착용시 각각 전체의 20.4%와 13.4%를 차지했으며, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p < 0.05$).



(a)



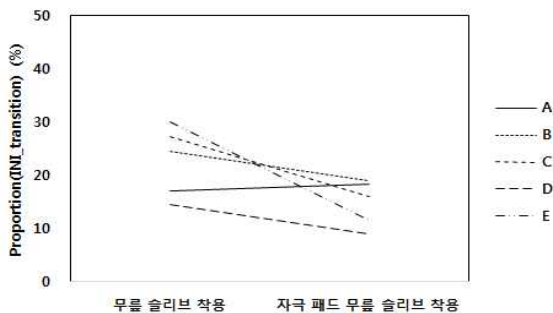
(b)

그림 5. 한 발 서기 동작 수행 시 COP 길이 (a) x 방향 (b) y 방향

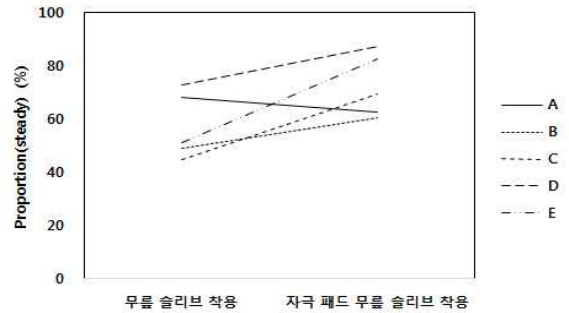
Fig. 5. COP length during one leg standing (a) x direction (b) y direction

표 4. 전체 시간 중 각 구간이 차지하는 비율
Table 4. Proportion of INI_transition, steady, and LAT_transition phase during whole normalized duration time

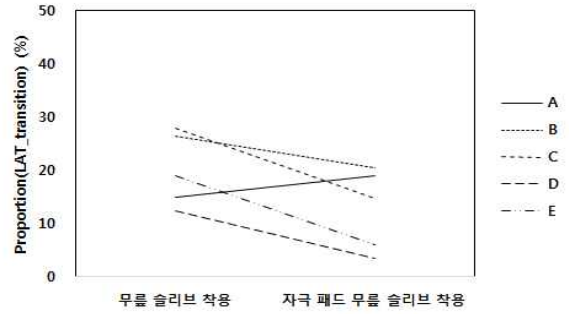
	No brace mean \pm SD	With brace mean \pm SD	p-value
INI_transition (%)	22.6 \pm 7.3	15.2 \pm 6.5	0.006
Steady (%)	57.0 \pm 13.5	71.4 \pm 15.3	0.016
LAT_transition (%)	20.4 \pm 7.8	13.4 \pm 8.9	0.023



(a)



(b)



(c)

그림 6. 전체 시간 중 각 구간이 차지하는 비율 (a) 초기 전이구간, (b) 정적 구간 (steady), (c) 말기 전이구간

Fig. 6. Proportion of INI_transition, steady, and LAT_transition phase during whole normalized duration time (a) INI_transition, (b) steady, (c) LAT_transition

4. 토의

본 연구에서는 자극 패드 무릎 슬리브 착용이 무릎의 위치 감각과 무릎 관절의 안정성 및 균형감각에 미치는 영향을 분석하였다. 무릎 관절의 위치 감각에 미치는 영향을 분석하기 위해 각도 재연성을 평가하였으며, 안정성 및 균형감각에 미치는 영향을 분석하기 위해 OLST 동작 특성에 대하여 평가하였다.

각도 재연성 결과의 경우, GTO 자극 패드 유무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 확인하기 어려웠다. 하지만, 5명의 피검자 중 4명의 피검자는 각도 재연성이 증가하는 경향을 보임을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 GTO 자극 패드가 고유수용성 감각을 향상시킬 가능성이 있는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과는 고유수용성 감각의 개인차가 있음을 보여주고 있다.

OLST 결과 무릎 슬리브 착용 시 보다 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시에 Time duration이 약 32% 수준 증가하는 결과를 나타냈다. 이와 같은 결과로

부터 고유수용성 감각을 자극하여 촉진시키는 자극 패드 무릎 슬리브 착용이 관절의 안정성 및 균형 감각을 증가시키는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 기존의 무릎 슬리브 착용이 착용자의 균형 감각에 미치는 영향에 대해 연구한 선행연구와 유사한 결과를 나타냈다 [15]. 뿐만 아니라, OLST 동작 수행 시 COP 길이의 결과를 보면 앞뒤-좌우 방향 모두 무릎 슬리브를 착용했을 때 보다 자극 패드 무릎 슬리브 착용 시에 길이가 감소하는 결과를 보였다. 앞뒤-좌우 방향의 COP 길이는 해당 방향에 대해 길이가 짧을수록 움직임이 적으며, 균형 감각이 높다고 해석할 수 있다. 이러한 결과는 OLST 동작 수행 시 자극 패드 무릎 슬리브 착용이 무릎관절의 안정성에 영향을 미쳤으며, 균형 감각을 향상시키는데 기여했다고 보인다. OLST 동작 수행 시 정지 상태에서 OLST 동작으로 상태가 전이되거나, OLST 동작에서 정지 상태로 상태가 전이될 때 안정화된 균형이 불균형/불안정화된 상태로 전환된다. 또한 한 발로 자세를 유지하는 것은 쉽지 않다. 이러한 균형의 변화는 지면반발력의 가변성(variability)으로 분석할 수 있으며, 지면반발력을 측정해서 균형을 평가하는 방법에 대한 신뢰도는 검증되었다 [19]. 본 연구에서 OLST 동작 수행 시 전후 방향의 지면반발력은 무릎 슬리브를 착용했을 때 보다 자극 패드 무릎 슬리브를 착용 했을 때 상태 전이 구간은 유의한 차이로 짧으며 Steady 구간은 유의한 차이로 길어지는 결과를 보였다. 무릎 슬리브를 착용 했을 때 보다 자극 패드 무릎 슬리브를 착용 했을 때 INL_transition 구간이 상대적으로 짧고, Steady 구간이 상대적으로 길다는 것은 OLST 동작 수행 시 안정적인 상태가 될 때까지 소요되는 시간이 짧다는 것을 의미하며, 안정적인 상태를 오랜 시간 동안 유지했다고 볼 수 있다. 뿐만 아니라, 무릎 슬리브를 착용 했을 때 보다 자극 패드 무릎 슬리브를 착용 했을 때 LAT_transition 구간이 상대적으로 짧다는 것은 안정적인 상태에서 균형이 흐트러지는 순간부터 다른 발을 지면에 닿게 함으로써 안정기를 찾아가는 시간이 짧다는 것을 의미하는데, 자극 패드 무릎 슬리브 착용이 상대적으로 빠르게 안정적인 상태로 복귀하는데 기여했다고 볼 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 자극 패드 무릎 슬리브 착용이 균형 감각을 향상시키고 유지하는데 긍정적인 영향을 미친 것으로 여겨진다.

본 연구에서는 고유수용성 감각을 촉진하는 자극 패드 무릎 슬리브 사용이 정상인의 무릎관절 고유수용성 감각에 미치는 영향에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구에는 몇 가지 제한이 있었는데, 첫 째

는 무릎 슬리브에 적용할 충분한 시간을 제공하지 못했다. 둘째는 연구대상자의 수가 5명으로 통계적 파워가 약하며, 정상인을 대상으로 연구를 진행하였다. 그러므로 추후 연구에서는 정상인 연구대상자를 추가하고, 무릎관절에 부상을 입은 연구대상자에 대해 무릎 슬리브가 고유수용성 감각 촉진에 미치는 영향에 대해 연구할 필요가 있다고 여겨진다. 이에 따라 본 연구의 결과를 일반화 하는 것이 어렵다.

5. 결론

본 연구에서는 건강한 성인 남성이 골지 건 기관 자극 패드가 부착된 무릎 슬리브 착용이 고유수용성 및 균형에 미치는 영향에 대하여 평가하였다. 고유수용성 감각을 평가하기 위하여 무릎각도를 30°~60° 사이에 대한 재현성 실험을 수행하였다. 또한 균형에 대해서는 OLST 동작 후 시간, COP 및 지면반발력 특성에 대하여 평가하였다. 무릎 각도 재현은 골지 건 기관 자극 패드 유무에 따라 유의한 차이가 없었으나, 대부분의 피검자가 자극 패드가 있을 경우 향상되는 경향을 보였다. OLST 동작에서는 골지 건 자극 패드 유무에 따라 시간, COP 특성이 차이 나는 경향을 보였지만, 유의한 차이를 보이지는 못했다. 하지만, 전후 방향 지면반발력 특성의 경우 자극 패드가 있는 경우 지면과 닿는 한발이 더 빨리 안정화 단계에 도달하며, 안정화 기간이 길며, 안정화 이후 균형이 무너지는 불안정화 단계가 빨리 되는 특성을 보였다. 이와 같은 결과로부터 골지 건 기관 자극 패드가 부착된 무릎 슬리브의 경우 고유수용성 감각을 향상시키는 경향을 보였으며, 또한 균형 특성이 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- [1] A. Collins, T. Blackburn, C. Olcott et al., "A kinetic and kinematic analysis of the effect of stochastic resonance electrical stimulation and knee sleeve during gait in osteoarthritis of the knee," *Journal of applied biomechanics*, vol. 30, no. 1, pp. 104-112, 2014.
- [2] R. Schween, D. Gehring, and A. Gollhofer, "Immediate effects of an elastic knee sleeve on frontal plane gait biomechanics in knee osteoarthritis," *PloS one*, vol. 10, no. 1, pp. e0115782, 2015.

- [3] I. Hanzlíková, J. Richards, M. Tomsa et al., "The effect of proprioceptive knee bracing on knee stability during three different sport related movement tasks in healthy subjects and the implications to the management of Anterior Cruciate Ligament (ACL) injuries," *Gait & posture*, vol. 48, pp. 165-170, 2016.
- [4] G. Bottoni, A. Hertzen, P. Kofler et al., "The effect of knee brace and knee sleeve on the proprioception of the knee in young non-professional healthy sportsmen," *Knee*, vol. 20, no. 6, pp. 490-2, Dec, 2013.
- [5] J. Beaudreuil, S. Bendaya, M. Faucher et al., "Clinical practice guidelines for rest orthosis, knee sleeves, and unloading knee braces in knee osteoarthritis," *Joint Bone Spine*, vol. 76, no. 6, pp. 629-636, 2009.
- [6] K. Krohn, "Footwear alterations and bracing as treatments for knee osteoarthritis," *Current opinion in rheumatology*, vol. 17, no. 5, pp. 653-656, 2005.
- [7] B. D. Beynnon, S. H. Ryder, L. Konradsen et al., "The effect of anterior cruciate ligament trauma and bracing on knee proprioception," *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 27, no. 2, pp. 150-155, 1999.
- [8] B. D. Beynnon, L. Good, and M. A. Risberg, "The effect of bracing on proprioception of knees with anterior cruciate ligament injury," *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, vol. 32, no. 1, pp. 11-15, 2002.
- [9] J. Jerosch, and M. Prymka, "Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears, taking special account of the effect of a knee bandage," *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, vol. 115, no. 3-4, pp. 162-166, 1996.
- [10] R. Perla, C. Frank, and G. Fick, "The effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population," *The American journal of sports Medicine*, vol. 23, no. 2, pp. 251-255, 1995.
- [11] H. Sadeghi, M. N. Hakim, T. A. Hamid et al., "The effect of exergaming on knee proprioception in older men: A randomized controlled trial," *Archives of Gerontology and Geriatrics*, vol. 69, pp. 144-150, 2017.
- [12] S. Lephart, and F. Fu, "The role of proprioception in the treatment of sports injuries," *Sports Exercise and Injury*, vol. 1, no. 2, pp. 96-102, 1995.
- [13] S. M. Lephart, D. M. Pincivero, and S. L. Rozzi, "Proprioception of the ankle and knee," *Sports medicine*, vol. 25, no. 3, pp. 149-155, 1998.
- [14] A. J. de Vries, I. van den Akker-Scheek, R. L. Diercks et al., "The effect of a patellar strap on knee joint proprioception in healthy participants and athletes with patellar tendinopathy," *Journal of science and medicine in sport*, vol. 19, no. 4, pp. 278-282, 2016.
- [15] T. W. Kaminski, and D. H. Perrin, "Effect of prophylactic knee bracing on balance and joint position sense," *Journal of athletic training*, vol. 31, no. 2, pp. 131, 1996.
- [16] P. J. McNair, S. N. Stanley, and G. R. Strauss, "Knee bracing: effects on proprioception," *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 77, no. 3, pp. 287-289, 1996.
- [17] K. T. Chew, H. L. Lew, E. Date et al., "Current evidence and clinical applications of therapeutic knee braces," *American journal of physical medicine & rehabilitation*, vol. 86, no. 8, pp. 678-686, 2007.
- [18] N. Rishiraj, J. E. Taunton, R. Lloyd-Smith et al., "The potential role of prophylactic/functional knee bracing in preventing knee ligament injury," *Sports Medicine*, vol. 39, no. 11, pp. 937-960, 2009.
- [19] E. Jonsson, Å. Seiger, and H. Hirschfeld, "One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness?," *Clinical biomechanics*, vol. 19, no. 7, pp. 688-694, 2004.

정 보 라(BoRa Jeong)



현재 근로복지공단 재활공학연구소
2014년 2월 연세대학교 의공학과 졸업 (공학석사)

Interest: Biomedical engineering, Motion analysis

장 윤 희(YoonHee Chang)



현재 근로복지공단 재활공학연
구소
2012년 2월 삼육대학교 물리치료
학과 졸업 (박사)

Interest: Bio mechanics, Gait analysis,
Physical therapy and rehabilitation

류 제 청(JeiCheong Ryu)



현재 근로복지공단 재활공학연
구소 소장
1992년 2월 중앙대학교 대학원
기계공학과 졸업 (공학박
사)

Interest: Rehabilitation engineering,
Rehabilitation Robot, Biomechanics

김 규 석(GyuSeok Kim)



현재 근로복지공단 재활공학연
구소
2008년 2월 연세대학교 기계공학
과 졸업 (공학박사)

Interest: Rehabilitation engineering,
Rehabilitation Robot

고 창 용(Chang-Yong Ko)



현재 근로복지공단 재활공학연
구소
2011년 2월 연세대학교 대학원
의공학과 졸업 (공학박사)

Interest: Rehabilitation Engineering, Biomechanics,
Biomedical engineering