

호핑시 착지 방법에 따른 하지 근전도 분석 Lower Extremity EMG Analysis on Various Landing Methods During Hopping

*김정윤¹, #김영호^{2,3}

*J. Y. Kim¹, #Y. H. Kim(youngbokim@yonsei.ac.kr)^{2,3}

¹ 연세대학교 대학원 의공학과, ² 연세대학교 의공학과, ³ 연세의료공학연구원

Key words : Hopping, Shock absorbtion, Landing, EMG

1. 서론

호핑 동작은 작은 움직임으로 몸무게를 띄워 올리고 착지하며 충격을 흡수하는 등 여러 기능들을 반복적으로 수행하여야한다[1]. 이런 호핑 동작 중에도 착지 방법에 따라 충격 흡수 방법이 달라지고, 환자의 경우 착지 방법이 정상인과 달라질 수 있다. 따라서 여러 가지 착지 방법에 따른 충격 흡수 방법의 분석이 이루어져야 한다.

선행 논문을 살펴보면, Devita 등[2] 이 경성, 연성 착지를 실시하여 역동역학 방법으로 하지관절의 모멘트와 파워를 비교분석 하였고, Zatsiorsky 등[3] 은 역동역학방법으로 모멘트와 기계적 에너지를 구하여 경성 착지와 연성 착지를 비교하였다. 이러한 연구들은 일정 높이에서 뛰어내리는 방법을 사용하였고, 일반적으로 많이 사용되는 연성과 경성 착지에 대해서만 분석하였다. Hobara 등[4] 은 호핑시 근육 활성화에 따른 다리의 stiffness 변화를 분석하였다. 이 연구는 호핑시 완전히 착지하지 않고 다시 뛰어오르는 동작을 분석하여 착지 이전에 대한 분석은 되지 않았다.

이 연구에서는 연성, 경성, 뒤꿈치 착지의 세가지 착지 방법에 대하여 근전도 분석을 하였다.

2. 방법

건강한 성인 남성 10 명을 대상으로 hopping 동작을 수행하는 동안 tibialis anterior(TA), gastrocnemius(GCM), rectus femoris(RF), biceps femoris(BF)에 근전도 전극(MA300, Motion Lab., 미국)를 부착하여 좌우 총 8 개의 근육에서 신호를 측정하였다.[5]

호핑 중 착지방법은 세 가지로 무릎을 굽히면서 착지하는 연성 착지, 무릎을 굽히지 않고 착지하는 경성착지, 발목을 사용하지 않고 뒤꿈치부터 떨어지는 뒤꿈치 착지이다. 호핑시 상체의 움직임을 고정하기 위해서 팔을 상체에 고정된 자세를 유지하였다.[6] 호핑동작은 메트로놈을 이용하여 일정 속도에 맞추어 행해졌다. 연성 착지와 경성 착지는 0.3Hz, 뒤꿈치 착지는 0.25Hz 의 속도로 각각 5 세트, 3 세트씩 행하여졌다. 피험자는 실험 전 충분한 연습을 통해서 실험방법을 숙지하였다.

근전도 데이터는 측정된 Low 데이터를 Noraxon 프로그램을 사용하여 10 ~ 500Hz 까지 bandpass 필터링하고, RMS 구간을 100ms 로 하였다.[7]

3. 결과

근전도 신호는 각 사람의 자료를 각 사람마다 특성이 있기 때문에[5], 대표적인 한사람의 근전도 신호를 표시하였다.

모든 근전도에서 공통적으로 착지 순간에 발목과 무릎 근육들이 co-contraction 을 일으켜서 관절의 stiffness 를 증가시키는 것이 보인다.[6].

정상 착지인 연성 착지(Fig. 1) 의 경우 GCM 활성화가 멈춘 약 5%이후 TA 가 계속 활성화 되어 있는 것은 무릎이 굴곡됨으로 인해 체중심이 너무 뒤로가는 것을 방지하기 위하여 발목을 배굴시켜 체중심을 앞으로 끌어오기 위

함이다. 선행 연구 논문에 의하면 연성 착지 이전에 GCM 만 먼저 활성화 된다는 논문이 있었다.[4] 하지만 우리 실험에서는 대부분의 근육들이 착지 이전에 활성화 되는 것을 볼 수가 있다.

경성착지의 경우(Fig. 2) 착지 후 TA 와 BF 의 활성화가 연성착지보다 먼저 낮아진다. 이는 무릎을 굴곡시키지 않으므로 발목의 배굴과 무릎 굴곡을 시킬 필요가 없기때문으로 보인다. 또한 착지 직전에 무릎 신전근인 RF 의 활성화도가 증가함을 보인다. 이는 피험자가 무릎을 굽히지 않기 위해 미리 신전 모멘트를 발생시키는 것으로 생각된다.

Heel IC 근전도를 보면 GCM 의 활성화도가 연성에 비해서 낮다. 그래서 착지 시에 Heel IC 발목 저굴 모멘트가 연성과 비해 낮은 것을 확인 할 수 있었다. 무릎 관절 근육이 연성과 경성에 비해 많이 활성화 되는 것은 발목에서 충격을 흡수해주지 못하고 바로 무릎으로 충격이 올라오므로 co-contraction 을 통하여 무릎 stiffness 를 증가시키기 때문으로 보인다.

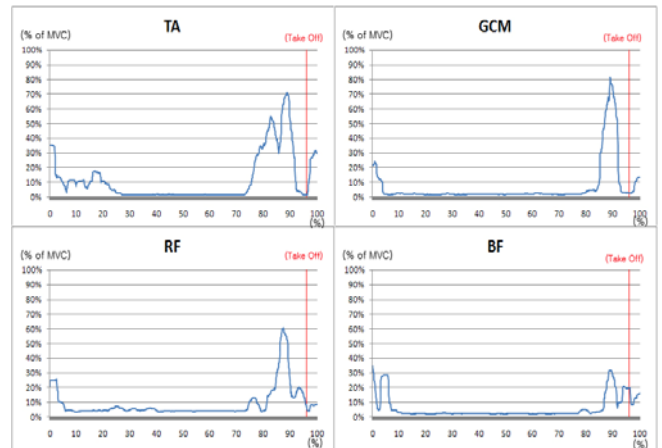


Fig. 1 Soft landing EMG signal

Table 1 Soft landing EMG Onset & Offset Time.(s(%))

	TA	GCM	RF	BF
Onset	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Offset	0.97(30)	0.14(4)	0.28(9)	0.34(11)
Onset	2.31(73)	2.95(92)	2.5(78)	3.01(94)
Offset	2.5(78)	3.01(94)	2.42(75)	3.04(95)
Onset	2.45(77)	2.45(77)	2.45(77)	2.45(77)
Offset	2.98(93)	3.2(100)	3.04(95)	3.2(100)
Onset	3.04(95)	3.2(100)	3.06(96)	3.2(100)
Offset	3.2(100)	3.2(100)	3.2(100)	3.2(100)

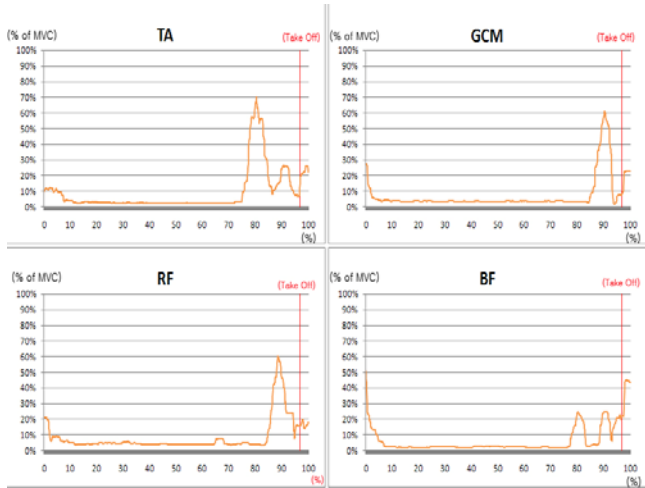


Fig. 2 Stiff landing EMG signal

Table 2 Stiff landing EMG Onset & Offset Time.(s(%))

TA	GCM	RF	BF
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
0.48(15)	0.2(6)	0.32(10)	0.3(9)
2.45(75)	3.1(95)	2.82(86)	2.51(77)
(100)	3.17(97)	3.19(97)	2.61(80)
	3.28(100)	3.28(100)	2.87(88)
			3.28(100)

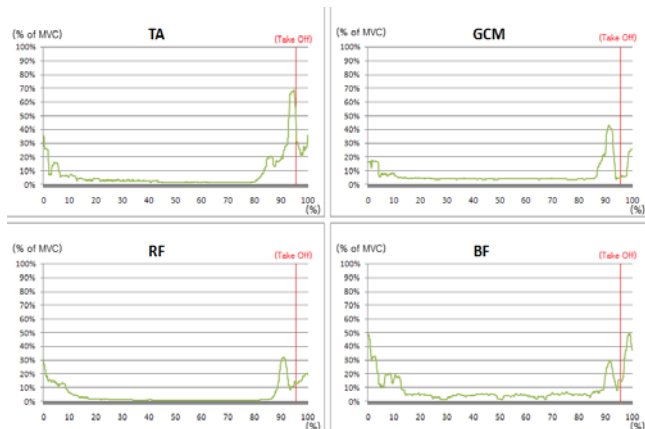


Fig. 3 Heel landing EMG signal

Table 3 Stiff landing EMG Onset & Offset Time.(s(%))

TA	GCM	RF	BF
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
1.61(38)	0.62(15)	0.73(17)	0.6(14)
3.16(74)	3.42(80)	3.43(81)	3.67(86)
(100)	3.75(88)	4.26(100)	4.26(100)
	3.76(88)	4.26(100)	

4. 결론

이 연구에서는 호핑시 착지 방법에 따른 근전도 신호를 분석하는 것이었다. 결과 연성 착지 시에 GCM 이 먼저 활동성이 멈추고 RF, BF, TA 순으로 활동성이 줄어드는 것을 볼 수 있다. TA 와 BF 는 무릎을 굴곡시킬 때 체중 심이 뒤로 넘어가지 않게 하기 위하여 오랫동안 활성화 되어 있는 것으로 보인다. 경성 착지 시 착지 후 TA 와 BF 활성도가 줄어들고 착지 직전 RF 의 활성도가 늘어나는 것을 확인하였다. 이는 충격흡수와는 관계 없이 연성과 경성 착지의 모양을 만들기 위해 피험자가 의식한 탓

으로 보인다.

발뒤꿈치 착지의 경우 무릎관절 근육의 co-contraction 이 많이 일어나는 것을 확인 할 수 있다. 또한 이전연구[8] 를 살펴보면 발뒤꿈치 착지의 지면반발력의 최대값이 큰 것을 확인 할 수 있다. 이는 수직 지면반발력으로 인해 전해진 충격이 클수록 체중심이 흔들리는 것을 막기 위해 하지 관절들이 co-contraction 하여 균형을 잡으려 하는 것으로 보인다.

차후 편마비환자군의 호핑동작을 측정하여 충격 흡수와 균형 회복에 관한 기전을 알아 낸다면 보다 나은 재활 훈련법이나 보조기 개발에 도움이 될 것이다.

참고문헌

1. 김승재, 최지영, 김로빈, "호핑동작과 달리기동작의 운동역학적 비교 분석," 한국스포츠리서치, 14, 6, 2043-2056, 2003.
2. Devita, p., and Skelly, W., "Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity," Medicine and Science in Sports and Exercise, 24, 1, 108-115, 1992.
3. Zatsiorsky, V, and Prilutsky, B., "Soft and stiff landings," Biomech X-B, 837-847, 1987.
4. Hobara, H., Kanosue, K., and Suzuki, S., "Changes in muscle activity with increase in leg stiffness during hopping," Neuroscience Letters, 418, 1, 55-59, 2007.
5. 김기형, 김진욱, 김성일, 권순욱, "최적화 기법을 이용한 수직점프 동작중 하지 주요근육의 힘 추정" 한국체육학회지, 42, 4, 687-696, 2004.
6. Kellis, E., Arabatzi, F., Papadopoulos, C., "Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index", Journal of Electromyography and Kinesiology, 13, 229-238, 2003.
7. delahunt, E., Monaghan, K., Caulfield, B., "Ankle Function during hopping in subjects with functional instability of the ankle joint" Scand J Med Sci sports, 17, 641-648, 2007
8. 김정윤, 유진호, 장동원, 김영호, "호핑시 착지 방법에 따른 하지 충격 흡수," 한국정밀공학회 2008 년도 추계 학술대회, 883-884, 2008.