

균형운동 시 지면의 종류에 따른 균형능력 및 근활성도의 변화 비교

김명철¹, 한슬기^{2*}, 오현주³

¹을지대학교 물리치료학과, ²을지대학교 일반대학원 보건학과(물리치료전공), ³신화의료기

A Comparison of the Effects of the Muscle Activity and Balance Ability by a Kind of Ground During Balance Exercise

Mung-Chul Kim¹, Seul-Ki Han^{2*} and Hyun-Ju Oh³

¹Department of Physical Therapy, Eulji University

²Department of Physical Therapy, Graduate School, Eulji University

³Shinhaw Medical

요 약 본 연구는 균형운동 시 모래지면, 균형매트, 단단한 지면의 차이에 따른 균형능력 및 앞정강근, 가자미근, 넵 다리두갈래근 근활성도의 변화를 알아보고자 실시하였다. 건강한 성인 남녀 90명을 무작위로 모래지면군, 균형매트군, 단단한 지면군으로 구분하여 세 그룹 모두 동일한 운동 프로그램을 서로 다른 지면에서 6주간 실시하였으며, 운동 전·후에 Air-balance system 3D를 통해 8방향별 체중이동 각도값과 표면근전도를 통해 근활성도를 측정하였다. 그 결과 두 그룹(모래지면군, 균형매트군) 모두 단단한 지면군에 비해 균형능력과 앞정강근과 가자미근의 근활성도가 더 향상되었음을 알 수 있었다. 이를 통해 모래지면의 불안정 지지면으로써 가능성을 확인할 수 있었다.

Abstract The purpose of this study is to compare and evaluate the balance and muscle activity after having performed balance exercise at different ground conditions. The subjects were divided into 3 groups; Sand Group(SG)(N=30) and Balance Form group(BFG)(N=30), Hard Ground Group(HGG)(N=30). The period of intervention was for six weeks. EMG for Tibialis anterior(TA), Soleus(So), Biceps femoris(BF) muscle activity, Air-balance system 3D were used as evaluation tools for this study. the change of balance ability and TA, So muscle activity was greater in the SG, BFG than HGG which may imply that sand can be used for the balance exercise like any other ground.

Key Words : Balance Exercise, Sand, Muscle Activity, Balance Ability, Ground

1. 서론

균형(balance)이란 자신의 지지면(base of support)에 신체 중심(centre of gravity)을 유지하고 인체의 신체정렬 및 자세정렬을 지속적으로 유지할 수 있는 능력이다[1]. 이러한 균형은 모든 기능적인 행동을 위해 없어서는 안 되며 앉기, 일어서기, 걷기 행동의 필수적인 요소이다[2]. 균형을 유지하기 위해 사용되는 감각으로는 전정감각(vestibular), 시각(visual), 청각(auditory) 그리고 고유수용

성 감각(proprioception)이 있다[3]. 고유수용성 감각은 건 강한 성인에게 있어서 균형에 관한 정보를 제공하는 데 가장 기본이 되는 감각으로[4], 지지면과 다리의 중요 관절에서 오는 몸통감각(somatosensory) 정보에 의존하고 있다[5]. 불안정한 지지면에서 수행하는 운동은 신경근 동원 패턴을 잠재적으로 바꿀 수 있는 하나의 방법으로 [6], 안정적인 지지면에서의 운동보다 자세조절과 동적균형을 촉진시킨다[7]. 기존에 불안정한 지지면에 대해 슬링, 발란스보드, 평균대, 스위스 볼, 흔들림 경사판을 이용하

*Corresponding Author : Seul-Ki Han

Tel: +82-10-9558-4468 email: skwisid@nate.com

접수일 12년 07월 13일

수정일 12년 07월 31일

게재확정일 12년 10월 11일

는 방법이 연구되고 있으나[8] 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 모래지면에 관한 연구는 미흡하다. 모래는 다양한 감각적 경험을 제공하고 매우 유동적이고 가변적이기 때문에 정해진 형태를 갖고 있지 않아서 인체의 몸통감각에 다양한 자극을 제공하므로[9] 불안정한 지지면으로써의 특성을 가지고 있다.

이에 본 연구는 균형운동 시 모래지면, 균형매트, 단단한 지면의 차이에 따른 균형능력 및 앞정강근, 가자미근, 넙다리두갈래근 근활성도의 변화를 알아보고자 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 연구대상자는 경기도 U대학교에 재학 중인 20대 초반의 남녀 90명을 대상으로 성별의 비율(남 10명, 여 20명)을 일정하게 하여 무작위로 각각 모래지면군(SG, Sand Group) 30명, 균형매트군(BFG, Balance Form group) 30명, 단단한 지면군(HGG, Hard Ground Group) 30명으로 구분하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 표 1과 같으며, 그룹 간 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

[표 1] 연구대상자의 일반적인 특성
[Table 1] General characteristics of subjects(n=90).

	SG(n=30) ²⁾	BFG(n=30)	HGG(n=30)
Age(yrs)	22.23±1.74 ¹⁾	22.53±1.74	22.43±1.59
Height(cm)	167.63±9.43	164.23±9.08	163.73±9.22
Weight(kg)	57.93±8.61	59.20±8.30	59.27±8.37

¹⁾Mean±SD ²⁾SG : Sand Group, BFG : Balance Form Group
HGC : Hard Ground Group

2.2 운동방법 및 도구

2.2.1 운동도구

모래지면군은 마른 모래판(깊이 30cm), 균형매트군은 균형매트(Aeromat, therapy, Inc, 2007), 단단한 지면군은 편평한 콘크리트 지면에서 운동을 실시하였다.

2.2.2 운동방법

연구대상자들은 6주간 주 5회 매회 30분씩 운동프로그램을 실시하였으며, 운동의 강도는 Borg의 운동자각도를 적용하여 약간 힘든 정도에서 힘든 정도(13~15점)로 실시하였다.

구체적인 본 운동방법은 아래와 같다.

- ① 발을 엉덩이쪽으로 당기고 앉아 양발을 교대로 발바닥굽힘-발등굽힘하기(30초마다 10초 휴식)(총 10분)
- ③ 천장(30초)과 바닥(30초)을 교대로 바라보며 제자리 걷기(총 10분)
- ⑤ 오른발(30초)과 왼발(30초)을 교대로 한발서기(30초마다 10초 휴식)(총 10분)

2.3 측정방법 및 도구

2.3.1 Air-balance system 3D

동적 균형 검사 장비로 Air-balance system 3D(SNS, Korea)를 사용하였다[그림 1]. 연구대상자가 자신의 신장에 맞춰 발판에 올라서서 옆 측에 신체 정렬선을 맞춘 후 고정대를 골반의 위앞엉덩뼈가시(ASIS)에 위치시키고 골반 경사(pelvic tilting)가 최대한 일어나지 않게 단단히 고정시켰다. 차렷 상태에서 가슴에 손을 교차시키고 턱 끝을 안으로 당기도록 하였다. 그 상태에서 허리 부분의 움직임이 일어나지 않게 체중이동을 이용함으로써 8가지 방향별로 대상자가 능동적으로 지면에 최대 45도까지 기울어지는 동안 환자가 차렷 상태를 유지할 것을 요구하였다. 측정값은 컴퓨터가 자동으로 검사 완료시까지 체중이동 각도를 기록하였다.

2.3.2 근활성도

근육의 활성화 수준을 알아보기 위해 표면근전도(Noraxon, MyoSystem 1400A)를 사용하였다. 사용된 전극은 Ag/AgCl을 이용하였으며, 각 전극사이 거리는 20mm 이내에 위치하도록 했다. 전극 부착위치는 우세측 다리의 앞정강근(tibialis anterior), 가자미근(gastrocnemius), 넙다리두갈래근(biceps femoris)으로 하였으며, 활성화전극은 근섬유 방향과 평행하게 근육 힘살의 중간 부위에 배치하였다.14) 근전도와 신호는 실효치 진폭을 분석하였고, 총 30초의 신호 중 신호가 불안정한 초기와 후기 3초를 제외한 24초의 신호를 분석하였다.

2.4 분석방법

본 연구에서의 결과 처리는 SPSS 18.0 for window를 사용하여 분석하였다. 그룹별 운동 전·후의 변화를 알아보기 위하여 대응표본 t-검정을 사용하여 분석하였고, 그룹 간 차이를 알아보기 위해 운동 전 측정값과 운동 전·후 측정값의 차를 각각 일원배치 분산분석을 사용하여 분석하였으며, 사후분석은 Scheffe를 사용하였다. 유의수준은 $\alpha<0.05$ 로 하였다.

3. 연구결과

3.1 8방향별 체중이동 각도의 변화

각 그룹별 운동 전·후 Foward, Left, Right, Left-Foward, Right -Foward의 변화는 모래지면군과 균형 매트군은 유의하게 증가하였으나(p<0.05) 단단한 지면군은 유의한 변화가 없었다(p>0.05). 그룹 간 차이는 유의하였으며(p<0.05), 사후분석 결과 모래지면군과 균형매트군이 단단한 지면군에 비해 더 유의하게 증가되었고(p<0.05), 모래지면군과 균형매트군간에는 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

각 그룹별 운동 전·후 Backward, Left- Backward, Right-Backward의 변화는 세 그룹 모두 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다(p>0.05)[표 2].

3.2 근활성도의 변화

각 그룹별 운동 전·후 앞정강근과 가자미근 그리고 넓다리두갈래근 근활성도의 변화는 세 그룹 모두 유의하게 증가되었다(p<0.05).

그룹 간 차이는 앞정강근과 가자미근에서 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), 넓다리두갈래근은 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 사후분석 결과 앞정강근에서는 모래지면군과 균형매트군이 단단한 지면군에 비해 더 유의하게

[표 2] 운동 전·후 8방향별 체중이동 각도의 비교

[Table 2] A comparison of dynamic balance ability in the 8-directional angle between pre- and post- exercise

		SG(n=30) ³⁾	BFG(n=30)	HGG(n=30)	F (post-hoc)
Foward	Pre	24.79±1.94 ¹⁾	25.04±1.98	24.82±2.06	1.45
	Post	28.59±2.05	28.38±1.91	24.98±2.53	
	Diff ²⁾	3.8±1.51	3.35±1.71	0.16±0.97	57.43*
	t	-13.76*	-10.75*	-0.95	(SG, BFG > HG)
Backward	pre	17.99±3.38	17.79±3.34	18.04±2.98	0.55
	post	18.35±3.24	17.97±3.23	18.25±2.86	
	Diff	0.36±1.04	0.18±0.81	0.22±0.86	0.31
	t	-1.89	-1.20	-1.45	
Left	pre	19.63±6.74	20.35±6.81	20.11±7.11	0.21
	post	28.65±5.04	28.24±5.04	20.39±6.7	
	Diff	9.02±2.73	7.9±2.7	0.28±1.17	126.13*
	t	-18.09*	-16.04*	-1.37	(SG, BFG > HG)
Right	Pre	21.97±7.97	21.89±7.65	22.27±7.78	0.19
	Post	27.33±5.24	27.71±5	22.54±7.42	
	Diff	5.36±4.27	5.82±4.31	0.27±0.78	22.79*
	t	-6.88*	-7.40*	-1.97	(SG, BFG > HG)
Left-Foward	pre	25.87±3.62	25.57±4.39	25.77±4.8	0.48
	post	31.71±6.31	30.09±5.21	26.16±4.8	
	Diff	5.84±3.74	4.52±4.07	0.4±1.32	22.28*
	t	-8.55*	-6.08*	-1.71	(SG, BFG > HG)
Right-Foward	pre	26.14±8.74	27.19±9.17	26.21±8.05	0.13
	post	30.25±8.73	33.32±7.71	26.25±8.1	
	Diff	4.1±3.73	6.13±4.1	0.04±1.32	26.62*
	t	-6.03*	-8.18*	-0.16	(SG, BFG > HG)
Left-Backward,	pre	20.72±2.55	20.9±2.55	20.63±2.48	0.04
	post	21.14±2.03	21±1.97	20.44±2.09	
	Diff	0.42±1.59	0.1±1.39	0.35±1.13	0.46
	t	-1.44	-0.38	-1.76	
Right-Backward	pre	21.25±4.62	21.7±4.84	20.39±4.45	0.15
	post	21.43±3.81	21.76±3.29	20.75±3.36	
	Diff	0.19±1.6	0.05±2.15	0.36±1.41	0.25
	t	-0.64	-0.13	-1.44	

¹⁾Mean±SD ²⁾Diff : Difference(Pre-Post)

³⁾SG : Sand Group, BFG : Balance Form Group HGC : Hard Ground Group

*p<.05

[표 3] 운동 전·후의 표면근전도 비교

[Table 3] A comparison of surface EMG between pre- and post- exercise

		SG(n=30) ³⁾	BFG(n=30)	HGG(n=30)	F (post-hoc)
Tibialis Anterior (μV)	Pre	34.63±16.04 ¹⁾	35.26±16.13	34.85±16.41	0.01
	Post	60.69±12.22	58.93±12.69	49.62±12.6	
	Diff ²⁾	26.06±11.62	23.67±10.81	14.78±10.74	8.66*
	t	-12.28*	-11.99*	-7.53*	(SG, BFG > HG)
Gastrocnemius (μV)	pre	11.78±4.22	13.06±4.19	11.34±4.02	1.39
	post	26.44±7.11	25.03±6.87	21.53±6.61	
	Diff	14.66±4.06	11.98±3.68	10.19±3.56	10.67*
	t	-19.77*	-17.82*	-15.70*	(SG > BFG > HG)
Biceps femoris (μV)	pre	40.96±11.46	41.52±12.99	42.97±13.02	0.21
	post	76.56±11.11	78.05±10.94	75.99±11.42	
	Diff	35.6±7.6	36.53±7.17	33.01±6.14	2.04
	t	-25.67*	-27.89*	-29.46*	

¹⁾Mean±SD ²⁾Diff : Difference(Pre-Post)

³⁾SG : Sand Group, BFG : Balance Form Group HGC : Hard Ground Group

*p<.05

증가되었으며(p<0.05), 모래지면군과 균형매트군간에는 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 가자미근에서는 모래지면군과 균형매트군이 단단한 지면군에 비해 더 유의하게 증가되었고(p<0.05) 모래지면군은 균형매트군에 대해서도 더 유의하게 증가되었다(p<0.05)[표 3].

4. 고찰

어린이 공원에는 커다란 모래밭이 구성되어 있다. 이 모래들은 모래놀이 공간 겸 충격완화 기능을 하는 안전 시설로 이용하고 있는 것이 일반적이고 넓이가 6m² 이상 이므로[10] 누구나 쉽게 모래지면을 접할 수 있고 균형매트나 경사판 또는 트램플린에 비해 상당히 넓은 범위의 불안정한 지지면을 제공할 수 있어 낙상 시 충격완화를 위한 공간을 확보할 수 있다.

유진호(2010)는 불안정한 지지면에서의 균형운동은 고유수용성 감각을 향상시키고 다리 근력을 향상시키는 데 효과적이라고 보고하였으며[11], 본 연구에서도 균형능력을 Air-balance system 3D로 측정하였으며, 불안정한 지지면을 제공한 균형매트군과 모래지면군이 모두 단단한 지면군에 비해 균형능력이 더 향상되었음을 확인할 수 있었으며, 두 그룹 간에는 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

박준섭 등(2003)과 Lear와 Gross(1998)는 불안정한 지지면에서의 운동은 안정한 지지면에서의 운동보다 안정성에 관여하는 여러 가지 근육을 강화시키는 역동적인 운동방법으로 몸통과 관절의 안정성을 증진시킨다고 하

였다[12][13]. 그리고 조혜영(2006)의 연구에서는 20~30대 여성 요통환자 20명을 대상으로 약 한 달간 짐볼과 고정된 면에서의 중심안정화 운동을 실시한 결과 두 지면간 근 활성도에도 유의한 차이를 보고하였다[14]. 본 연구에서도 불안정한 지지면을 제공한 균형매트군과 모래지면군에서 앞정강근과 가자미근에서 근활성도의 유의한 증가를 확인할 수 있었고 가자미근에 대해서는 모래지면군이 균형매트군에 비해서도 더 유의하게 증가되었음을 알 수 있었다. 이는 불안정한 지지면에서의 균형운동이 감마 운동신경을 통하여 근방추를 민감하게 만들어 줌으로써 결과적으로 운동출력을 개선시켰기 때문이다[15].

본 연구를 통해 불안정한 지지면으로써 모래의 가능성을 확인할 수 있었으며, 향후 연구대상자를 노인이나 근골격계 또는 중추신경계 환자로 확장하고 모래의 경도 및 모래알의 크기를 통제하는 등 좀 더 세밀한 연구를 통해 국민건강증진에 기여하기를 기대해본다.

5. 결론

본 연구는 모래지면, 균형매트, 단단한 지면에서의 운동이 균형능력 및 근활성도에 미치는 영향을 알아보고자 성인 남녀 90명을 대상으로 6주간 실시하였다. 무작위로 각각 30명씩 모래지면군, 균형매트군, 단단한 지면군으로 구분하여 각각의 서로 다른 지면에서 동일한 운동프로그램을 진행하였다. 운동 전·후 균형능력의 변화를 알아보기 위해 Air-balance system 3D를 이용하여 8방향별 체중 이동 각도를 측정하였고 표면근전도를 이용하여 앞정강

근, 가자미근, 넙다리두갈래근의 근활성도를 측정하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 방향 체중이동 각도 중 Foward, Left, Right, Left-Foward, Right -Foward는 모래지면군과 균형매트군이 단단한 지면군에 비해 더 유의하게 향상되었으며($p < 0.05$), 모래지면군과 균형매트군은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)
2. 앞정강근의 근활성도는 세 그룹 모두 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 모래지면군과 균형매트군이 단단한 지면군에 비해 더 유의하게 활성화되었고($p < 0.05$) 모래지면군과 균형매트군은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)
3. 가자미근의 근활성도는 세 그룹 모두 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 모래지면군과 균형매트군이 단단한 지면군에 비해 더 유의하게 활성화되었고($p < 0.05$) 모래지면군이 균형매트군에 비해서도 더 유의하게 활성화되었다($p < 0.05$).

이상의 결과를 종합하면 서로 다른 지면에서의 운동 전·후의 균형능력과 근활성도의 변화는 모래지면군과 균형매트군이 단단한 지면군에 비해 더 효과적이었으며, 모래지면군과 균형매트군 간에 비슷한 양상을 보였음으로 균형매트의 대체 중재방법으로 모래지면의 가능성을 확인할 수 있었다.

References

[1] Nichols DS, et al., "Sitting balance: its relation to function in individuals with hemiparesis", Arch Phys Med Rehabil, Vol. 77, No. 9, pp. 865-869, 1996.

[2] Yavuzer G, et al., "The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial", Clin Rehabil, Vol. 20, No. 11, pp. 960-969, 2006.

[3] Cheng PT, et al., "Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention", Arch Phys Med Rehabil, Vol. 82, No. 12, pp. 1650-1654, 2001.

[4] Shumway-Cook A, et al., "Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field", Phys Ther, Vol. 66, No. 10, pp. 1548-1550, 1986.

[5] Gribble PA, et al., "The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control", J Athl Train, Vol. 39, No. 14, pp. 321-329, 2004.

[6] Franklin DW, et al., "Adaptation to stable and unstable dynamics achieved by combined impedance control and

inverse dynamics model", J Neurophysiol. Vol. 90, No. 5, pp. 3270-3282, 2003.

[7] Irion, JM, Use of the hym ball in rehabilitation of spinal dysfunction. J Am Orthopaedic Phys Ther Clin, Vol. 1, No. 2, pp. 375-398, 1992.

[8] Cho MJ, "Do unstable surface facilitate proprioception input?: somatosensory evoked potentials analysis study", Master Thesis, Catholic university of pusan, 2011.

[9] Kwak HS, "A case study of the application of sand-box play therapy on children with the emotional & behavioral disorder", Master Thesis, Korea National University of Education, 2003

[10] Park HJ, "The research of evaluating the playing environment in children's playgrounds: with respect to the sands", Master Thesis, Kyunghee University, 2003.

[11] Yu JH, "Comparison of the Effects on Balance Control of 3 Balance Training Programs among Some Female Students", Doctor Thesis, Chosun University, 2010.

[12] Park JS, et al., "Comparison of Muscle Activity During a Push-up on a Suspension Sling and a Fixed Support", PTK, Vol. 10, No. 3, pp. 29-40, 2003.

[13] Lear LJ, et al., "An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression", J Orthop Sports Phys Ther, Vol. 28, No. 3, pp. 146-157, 1998.

[14] Jo HY, Comparing the effects of core stability exercise between using treatment ball and fixed support on lumbopelvic muscle activity for the patients with low back pain, Master Thesis, Dankook University, 2006.

[15] Granacher U, et al., "Training induced adaptations in characteristics of postural reflexes in elderly men", Gait Posture, Vol. 24, No. 4, pp. 459-466, 2006.

김 명 철(Mung-Chul Kim)

[정회원]



- 2003년 2월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2007년 2월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2007년 3월 : 수원여자대학 물리치료학과 교수
- 2009년 3월 ~ 현재 : 을지대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

신경계물리치료, 노인물리치료

한 슬 기(Seul-Ki Han)

[정회원]



- 2012년 12월 : 을지대학교 보건대학원 물리치료학과(물리치료학 석사)
- 2009년 11월 ~ 현재 : 대전요양병원 수중운동팀 부팀장
- 2012년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 물리치료학과 겸임교수

<관심분야>
수중운동, 균형장애

오 현 주(Hyun-Ju Oh)

[정회원]



- 2007년 8월 : 대구대학교 재활과학대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 20012년 8월 : 대구대학교 재활과학대학원 재활과학과 (이학박사)
- 2010년 6월 ~ 현재 : 신화메디칼(임상기기연구개발)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 대구과학대학교 물리치료과 겸임교수

<관심분야>
정형물리치료, 수중운동