

지지면에 따른 닫힌 사슬운동이 성인의 균형에 미치는 영향

문성기¹, 이상호^{2*}

¹대전보건대학교 물리치료학과, ²선문대학교 물리치료학과

Effects of a Closed Chain Movement of the Support Surface on the Balance of Adults

Sung-Gi Moon¹, Sang-Ho Lee^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, DaeJoen health institute of technology University

²Dept. of Physical Therapy, SunMoon University

Purpose The purpose of this study was to investigate the change of balance ability by performing closed chain exercise on stable support surface and unstable support surface in twenties. **Methods** This study randomly selected 15 students in the closed chain exercise group on the stable support side and 15 on the closed chain exercise group on the unstable support side. Balance ability was measured before and after the start of exercise and static balance was measured by OLT(One Leg Standing Test) and FRT (Functional Reach Test). **Result** The changes of the function reach test of the closed chain movement according to the ground type were significant in the unstable and stable support surfaces and the change of function reach test after the intervention in the two groups was significantly improved compared with the closed chain movement respectively. The one leg standing test changes of the closed chain movement according to the ground type showed significant results on the unstable and stable support surfaces, but there was no significant difference in the one leg standing test changes after intervention between the two groups. **Conclusion** The effect of closed chain training on ground type is unstable. The change of function reach test and one leg standing test of the closed chain exercise group on the stable support surface resulted in significant changes after exercise, but there was a significant difference in the balance ability of function reach test change after intervention between the groups.

Key words Static balance, Dynamic balance, Close chain exercise, Stable surface, Unstable surface

Corresponding author Sang-Ho Lee(fetor07@hanmail.net)

Received date 18 September 2018

Revised date 06 October 2018

Accepted date 10 October 2018

1. 서론

균형은 신체를 이동하면서 무게중심(central of gravity)을 지지면(base of support)내에 유지하면서 평형을 계속하여 유지할 수 있는 능력으로 정의된다.¹⁾ 균형은 수의동작시 자세를 조절하면서 외부 동요에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이다.²⁾

균형은 정적 균형과 동적 균형으로 구분하며, 정적 균형은 고정된 지지면에서 흔들림 없이 서 있을 수 있는 능력을 말하고, 동적 균형은 지지면에서 움직이거나 외부로부터 자극이 있을 때 혹은 스스로 움직일 때의 균형을 유지하는 능력을 말한다.³⁾

최근에는 자세조절을 요구하는 불안정 지지면과 같은 환경

조건을 변화시키는 치료적 접근이 스포츠손상 환자 및 낙상노인 등 다양한 질환에서 적용되고 있다.⁴⁾ 안정 지지면과 비교하여 불안정 지지면에서의 운동은 체중이동 훈련 시에도 고유 수용성감각 향상에 더 효과적이며, 균형훈련과 발목 주변의 운동조절 전략을 활성화시켜 감각운동 되먹임을 증진시키는 효과와 약화된 근육을 강화시키기 위해 효과적이라는 연구결과로 불안정 지지면에서의 중재를 강조하였다.⁵⁾

닫힌 사슬운동은 팔다리의 먼쪽부분이 고정되어 있는 상태에서 몸쪽부분과 먼쪽부분에서 저항을 동시에 적용할 때 일어나는 운동이며,⁶⁾ 열린 사슬운동은 사지의 먼쪽부분이 자유롭게 움직이고 몸쪽부분에서는 고정된 상태에서 운동을 시행하는 방법을 말한다.⁷⁾

대항근이 서로 편심성(eccentric)으로 작용하여 손상된 관절의 안정성에 많은 영향을 주므로 주요 근력강화프로그램 중 하나이고 근력강화 훈련이 균형능력 증진에 더 효과적이라 보

<http://dx.doi.org/10.17817/2018.10.06.111309>

고하였다.⁸⁾ 닫힌 사슬 운동을 하는 동안 여러 관절은 많은 근육이 동작을 조절하기 위해 활성화되므로 열린 사슬운동에서 보다 근육과 관절 내외의 더 많은 감각 수용기들이 활성화된다.⁹⁾ 그 밖의 균형능력을 향상시키기 위한 다른 훈련방법에는 다리 근력강화 운동, 관절가동범위 증진운동, 수중운동, 유산소운동, 복합운동 프로그램, 가상현실에서의 연속적 느린 운동 등이 있다.¹⁰⁾ 이렇듯 불안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동이 균형에 효과가 있다고 보고되어 있고, 균형은 보행과 밀접한 상관관계가 있다고 보고되고 있다. 이 두 가지 운동을 접목시켜 닫힌 사슬 운동을 불안정 지지면에서 시행하였을 때와 안정 지지면에서 시행하였을 때 균형과 보행에 더 효과적이지에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 20대의 정상 성인들에게 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동과 불안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동이 균형조절 능력의 변화를 평가하여 임상적 자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 2018년 7월 2일부터 7월 27일까지 S대학교에 재학 중인 20대 학생을 30명 선정하여 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동 그룹에 15명, 불안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동 그룹에 15명을 무작위 배치하였다. 연구대상자 모두에게 실험동의서를 받은 후 실험을 진행하였다. 연구대상자의 선정기준은 규칙적이거나 체계적인 운동을 하고 있지 않은 자, 심혈관계 및 정형외과적 질환이 없는 자, 신경계 질환이 없는 자로 하였다.

2. 측정도구

균형 측정도구는 한 다리 서기 검사(one leg standing test; OLST), 기능적 뻗기 검사(function reach test; FRT)를 이용하여 평가하였다. 평가는 사전평가와 사후평가를 실시하였다.

1) 기능적 뻗기 검사(function reach test; FRT)

기능적 뻗기 검사는 자발적인 몸 중심 이동을 평가하는 것으로 동적균형을 측정할 수 있는 평가도구이며, 대상자의 자세는 선 자세에서 어깨 관절(shoulder joint)을 90도로 구부리고 전방으로 최대한 팔을 뻗을 때 대상자의 균형과 안정성을 측정하는 척도이다. 또한 팔을 최대한 뻗어 세 세 번째 손허리뼈 머리(metacarpal head)의 끝을 최대한 앞으로 뻗어 5초간 유지 할 수 있는 거리를 측정하였다. 이 측정도구의 측정자간 신뢰도는 $r=0.98$ 이다.¹¹⁾

2) 한 다리 서기 검사(one leg standing test; OLST)

한 다리 서기 검사는 선 자세에서 정적균형을 측정하기 위해 사용하였다. 대상자는 단단하고 평평한 지면에 두 발로 선 상태에서 검사자의 지시에 따라 비우세 다리를 바닥으로부터 충분히 떨어지도록 구부린 후 독립적으로 한 다리로 서 있는 시간을 초시계를 이용하여 측정하였다.¹²⁾ 이 검사는 측정자간 신뢰도 $r=0.99$ 이다.¹³⁾

3. 중재방법

대상자들을 각 군에 무작위 배정하여 불안정한 지지면에서 닫힌 사슬운동군 15명 안정 지지면에서 닫힌 사슬운동군 15명으로 분류 실시하였으며, 대조군은 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동을 진행하였고, 연구군은 불안정지지면인 에어쿠션에서 훈련을 진행하였다. 스쿼트(squat)와 런지(lunge)은 20회를 1세트로 교대로 훈련하였고, 1세트마다 30초씩 휴식시간을 주었으며, 총 3회 반복 적용하였다. 연구 기간 동안 3년 이상의 물리치료경력이 있는 2명의 물리치료사와 2명의 보조자가 실시하였다.

1) 운동 도구

불안정한 지지면은 지름 39cm Gymnic Discosit(짐닉, 이탈리아)를 연구군의 오른발과 왼발에 적용하여 닫힌 사슬운동을 실시하였다(그림 1).

2) 운동 프로그램

안정 지지면과 불안 정지지면에서 스쿼트(Squat)와 런지(lunge)운동을 20회를 1세트로 교대로 훈련하였고, 1세트마다 30초씩 휴식시간을 주었으며 런지(lunge)운동은 시선은 정면, 등과 허리를 똑바로 편상태에서 뒷발의 무릎은 지면에 닿을 정도로 내려주면서, 앞발의 무릎은 발 끝선을 넘지 않도록 직각이 되게 한다. 스쿼트(Squat) 운동은 발이 11자의 어깨넓이로 편안하게 선 상태에서 엉덩이를 뒤로 빼면서 허벅지가 지면과 수평이 되도록 앉는다. 이때 무릎은 발끝을 넘지



Figure 1. Gymnic Discosit

않도록 주의하며, 고개를 약간 들어 전방 15도를 유지하며. 1set에서 1회당 30초 운동 후, 근피로를 방지하기 위해 30초의 휴식시간을 설정하였다.¹⁴⁾

4. 자료분석

본 연구는 SPSS 20.0 프로그램을 이용하여, 대상자들의 군간 측정 항목 간의 정규 분포 여부를 알아보기 위하여 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 실시하였다. 두 군 운동 전·후를 알아보기 위해 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 사용하고, 군간 차이의 변화량을 알아보기 위해 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 실시하였다. 통계적 유의성을 검증하기 위한 유의수준(α)은 0.05로 하였다.

III. 연구결과

1. 대상자의 일반적 특성

불안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군의 평균 연령은 22.4±0.83세, 신장은 170.40±8.03cm, 몸무게 69.67±5.86kg이며, 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군의 평균 연령은

22.53±0.92세, 신장은 172.07±7.46cm, 체중 69.33±5.77kg이다. 일반적 특성은 다음 표와 같다(Table 1).

2. Functional Reach Test의 변화

불안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군은 운동 전 31.00±1.41cm에서 운동 후 39.93±1.43cm로 증가하여 통계학적 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군은 운동전 31.13±1.30cm에서 운동 후 39.33±1.23cm로 증가하여 통계학적 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 두 집단 간 비교 시 중재 후 FRT 변화량은 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군에 비해 유의한 향상을 보였다(Table 2).

3. 한 다리 서기 검사의 변화(OLST)

불안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군은 운동 전 39.93±1.44초에서 운동 후 42.87±0.83초로 증가하여 통계학적 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군은 운동전 40.46±1.99초에서 운동 후 42.8±1.26초로 증가하여 통계학적 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 두 집단 간 비교 시 중재 후 OLST 변화량은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

Table 1. General characteristics of the subjects

	USCC(n=15)	SSCC(n=15)	<i>p</i>
Age(years)	22.4±0.83	22.53±0.92	.678
Height(cm)	170.40±8.03	172.07±7.46	.560
Weight(kg)	69.67±5.86	69.33±5.77	.758

M±SD: Mean ± standard deviation, USCC: Unstable support close chain, SSCC: Stable support close chain

Table 2. Change in FRT

(unit : score)

	USCC(n=15)	SSCC(n=15)	<i>Z</i>	<i>p</i>
pre	31.00±1.41	31.13±1.30	-3.350	.001
post	39.93±1.43	39.33±1.23		
<i>z</i>	-3.771	-3.482		
<i>p</i>	.000	.000		

M±SD: Mean ± standard deviation, USCC:Unstable support close chain, SSCC:Stable support close chain

Table 3. Change in OLST

(unit : sec)

	USCC(n=15)	SSCC(n=15)	<i>Z</i>	<i>p</i>
pre	39.93±1.44	40.46±1.99	-1.125	.261
post	42.87±0.83	42.8±1.26		
<i>z</i>	-3.238	-2.976		
<i>p</i>	.001	.003		

M±SD: Mean ± standard deviation, USCC: Unstable support close chain, SSCC: Stable support close chain

IV. 고찰

지지면 내에 신체 중력 중심을 유지하는 능력을 의미하는 균형은 인간이 변화하는 환경에 대응하고 목적하는 활동을 수행하는데 있어서 기본이 되는 요소이고, 성인에게 다리근력은 일상생활을 유지하는데 매우 중요한 요소이다. 때문에 다리근력의 약화는 보행의 불안정성 등에 상관이 있으며 낙상에 영향을 미친다. 닫힌 사슬운동은 하지 근력강화에 중요하며 기본이 되는 동작이다.¹⁵⁾

정상인들의 균형을 평가하기 위하여 사용된 FRT와 OLST는 높은 신뢰도를 가진 측정도구로 정적 및 동적균형능력을 평가하는데 있어 적합한 도구이다.¹⁰⁾ 이경순(2012)은 65세 이상 여성고령자 54명을 대상으로 고령자의 신체기능이 균형제어에 미치는 영향의 연구에서 신체기능검사 중 FRT의 변화를 알아보았는데 노인군에서는 14.1 cm, 노인운동군에서는 19.47 cm, 20대군에서는 34.89 cm로 나타났으며, 음의 상관관계로 나이가 많을수록 유연성이 감소한다고 하였다.¹⁶⁾ 이한기(2014)는 65세 이상의 지역사회 여성 노인 40명을 대상으로 불안정한 지지 면에서의 4주간 감각-운동훈련 결과 TUG, OLST, FRT에서 유의한 균형의 증가가 나타났다고 하였다.¹⁰⁾ 본 연구에서도 닫힌 사슬운동군과 열린 사슬운동군에서 FRT의 변화가 유의한 결과가 나왔으나, 군간 유의 차이는 없었다. 대상자의 연령이나 신체의 능력이 선행연구보다 좋았기 때문인 것으로 추정된다.

최근우(2015)은 남자 대학생 20명을 대상으로 닫힌 사슬운동을 8주간 실시한 실험집단과 열린 사슬운동을 8주간 실시한 비교집단으로 두 집단을 임의 분류하여 체력, 등속성 근력 그리고 FMS에 미치는 영향에서 닫힌 사슬운동을 열린 사슬운동의 운동형태 차이에 따른 체력요인의 변화를 비교한 결과 두 집단 모든 시기에 의한 유의한 변화가 나타나지 않았으나, 유연성, 순발력, 근지구력 요인은 실험집단인 닫힌 사슬운동에서 유의한 변화가 나타났다.¹⁷⁾ 그리고 비교집단인 열린 사슬운동에서는 전신반응 요인에서만 유의한 차이가 나타났다.

권정두(2009)는 부위별 효과에 대해서는 삼각근과 넓은 등근 부위에서만 슬링운동 그룹의 효과가 벤치프레스운동 그룹보다 변화율이 높게 나타났으며, 큰가슴근, 위팔두갈래근, 위팔세갈래근 부위에서는 벤치프레스집단에서 변화율이 높은 것으로 나타났다.¹⁸⁾ 이승엽(2017)은 축구선수 28명을 대상으로 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동이 중학교 축구선수 발목의 균형과 다리 운동 기능에 미치는 영향에서 불안정한 지지면에서 OLST변화는 닫힌·열린 사슬운동군에서 유의한 변화를 보였으나 군간 유의한 차이는 없으며,¹⁹⁾ Mattacola와 loyd(1997)는 6주간 여자 고등학생을 대상으로 발목 근력과 균형 감각운동을 한 결과 균형 능력이 향상되었다.²⁰⁾ 본 연구에

도 정적 균형 능력 변화를 비교한 결과 양쪽 그룹 다 유의하게 증가하여 균형 운동을 포함한 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동이 모두 효과가 있음을 나타내어 기존의 연구와 같은 결과를 보였으나 그룹간 차이는 없었다.

지면 유형에 따른 닫힌 사슬훈련의 효과를 알아본 결과, 불안정한. 안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동군의 FRT, OLST 변화는 모두 운동 후 유의한 변화를 가져왔으나, 그룹 간 비교 시 중재 후 FRT 변화량은 균형능력에 유의한 차이가 있었다. 이상의 결과로 보아 불안정지지면에서의 닫힌 사슬운동이 20대 정상성인의 균형 능력 증진에 효과적이라고 사료된다.

본 연구에서는 안정 및 불안정 지지면에서의 닫힌 사슬운동이 균형에 긍정적인 효과를 보일 수 있는 것으로 나타났지만, 연구의 제한점으로 연구의 대상자의 수가 적었고, 대상자의 연령층이 협소하였고, 연구 기간이 짧았다. 따라서 향후에는 이러한 측면들을 고려하여 많은 대상자들과 다양한 연령대를 대상으로, 연구 효과에 대한 규명을 위해서 세분화된 치료 목적과 방법 적용이 필요하리라 사료된다.

References

1. Nashner LM, Peters JF. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *NeurolClin.* 1990;8(2):331-49.
2. Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(11): 1073-80.
3. Ragnarsdottir M. The concept of balance. *Phys Ther.* 1996; 82(6):368-375.
4. Lee KC, Kim JS. The Effect of Plantar Flexural Motion of the Ankle on the Gastrocnemius Thickness According to the Support Surface. *Journal of the Korean Society.* 2014;2(1):109-116.
5. Park CB, Kim YN, Kim YS, Cho WS, Jin HK. Effect of Inflatable Standing Surface With Different Levels of Air Pressure on Leg Muscle Activity. *Physical Therapy Korea.* 2013; 20(2):1-10.
6. Prentice WE, Voight MI. *Techniques in musculo-skeletal rehabilitation.* 1999;Williams & Wilkins, Baltimore.
7. Karandikar N, Vargas OO. Kinetic Chains: a Review of the Concept and its Clinical Applications. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011;3(8):739-45.
8. Iwasaki TO, Shiba N, Matsuse H, Nago T, Umezu Y, Tagawa Y, Nagata Ki, Basford RJ. Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle

- contraction. *TohokuJ. Exp.Med.* 2006;209:33-40.
9. Park TJ, Park HK, Kim JM. The Effects of PNF Arm Patterns on Activation of Leg Muscles According to Open And Closed Kinematic Chains. *The Korean Society of Physical Medicine.* 2011; 6(2):215-223.
 10. Lee HK, Lee JC, Song GH. The Effects of Rhythmic Sensorimotor Training in Unstable Surface on Balance Ability of Elderly Women. *J Korean Soc Phys Med,* 2014; 9(2): 181-191.
 11. Kim SG. The Effects of Risk Factors for Falls Based on the Frame work of ICF on the Lifestyles of the Elder. Daegu University. GyeongBuk. Korea. 2014.
 12. Jeong TG, Park JS, Choi JD, Lee JY, Kim JS. The Effects of Sensorimotor Training on Balance and Muscle Activation During Gait in Older Adults. *J Kor Soc Phys Ther.* 2011;23(4):29-36.
 13. Kim DJ. Study on the Predictive Validity Of Balance and Gait Test on the Fall Risk in Chronic Stroke Patient. YongIn University. 2014.
 14. Kim HH, Song CH. Effects of Knee and Foot Position on EMG Activity and Ratio of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis during Squat Exercise. *J Muscle Joint Health.* 2010;17(2):142-150
 15. Kim MS, Seo IY, Jung GW, Lee GC, Jung HS. The Effect of the Squat Exercise by Different Base form on Balance Ability Enhancement in Normal Adult. *Journal of the Korean Society of Integrative Medicine.* 2013;1(3):63-78.
 16. Lee KS. Effects of Balance Control on Physical Performance of Elderly Women. *NEUROThERAPY.* 2012;16(1): 37-43
 17. Choi KW. Influence of Closed Kinetic Chain exercise in stamina and functional movement. Hallym University. 2015.
 18. Kwon JD. Analysis of the Isometric muscle Contraction of Open-Chain(Bench-press) and Closed-Chain Exercise(Sling). *Korean Journal of Sports Science.* 2009;18(1): 859-870.
 19. Lee SH. The effects of closed kinetic chain exercise and open kinetic chain exercise on balance of ankle and motor function of lower limb in middle school soccer players. Kwangju Women's University. 2017.
 20. Mattacola CG, Lloyd JW. Effects of a 6-week strength and proprioception training program on measures of dynamic balance: a single-case design. *J Athl Train.* 1997; 32(2):127-135.