JKPT Vol. 28, No. 4, August 2016
J Kor Phys Ther 2016:28(4):254-258
pISSN 1229-0475 eISSN 2287-156X

Original Article

http://dx.doi.org/10.18857/jkpt.2016.28.4.254

Effects of Dual Task Training on Balance and Functional Performance in High School Soccer Players with Functional Ankle Instability

Kwang-Il Kwak[1], Bum-Jin Choi[2]

[1]Rehabilitation Center, Gwang ju Plant, Kumho Tire, Gwangju; [2]Sport Rehabilitation Center, Saenarae Hospitall, Gwangju, Korea

Purpose: This study was conducted to identify the effects of dual task training on balance and functional performance in high school soccer players with functional ankle instability.
Methods: Twenty high school soccer players with functional ankle instability were randomly assigned to a single task training group and a dual task training group. One participant who did not participate regularly in the training was excluded. The single task training group (n = 9) received balance training on an unstable surface. The dual task training group (n = 10) received balance training on an unstable surface and had to catch thrown balls during the balance training. Both groups were trained for 4 weeks, 3 days a week. The balance and functional performance of both groups was measured before and after training. Balance was measured using an anterior-posterior and medio-lateral balance. Functional performance was measured based on a figure-of-8 hop test, up-down hop test, and a single hop test. All data were analyzed by repeated two-way ANOVA tests.
Results: A time by group interaction effect was not observed in the medio-lateral balance test, figure-of-8 hop test, or single hop test ($p > 0.05$). A time by group interaction effect was observed in the anterior-posterior balance and up-down hop test ($p < 0.05$).
Conclusion: These results suggest that dual task training improved balance and functional performance better than single task training for some items.

Keywords: Dual task training, Functional ankle instability, Balance, Functional performance

서 론

기능적 발목 불안정성(functional ankle instability, FAI)은 반복적인 발목 염좌에 의한 고유수용성감각 결손과 신경근 조절 능력 저하로 발생하며,[1] 운동선수와 비운동선수 모두에게 흔하게 발생한다.[2,3] 기능적 발목 불안정성 환자는 관절의 정적 및 동적 지지 능력 상실과 주관적인 발목의 휘청거림(giving way)을 느끼게 되며,[4] 자세 조절 능력의 손상으로 부상 위험이 증가하므로 적절한 치료적 중재가 필요하다.[5-7]

기능적 수행능력은 스포츠 활동 중 이루어지는 빠른 방향 전환과 안정된 착지 등을 성공적으로 수행할 수 있는 능력을 의미하며,[8] 기능적 발목 불안정성 환자에서 기능적 수행 능력 손상이 보고되었다.[9] 기능적 수행능력 평가는 일상생활에서의 동작이나 운동에서 사용되는 것과 비슷한 동작 패턴을 기반으로 평가를 실시하며,[10] 무릎이나 발목 손상 후 스포츠 활동 복귀를 위한 중요한 지표로 사용되고 있다.[11]

발목 불안정성 회복을 위하여 발목 근력 운동,[12] 고유수용성 훈련,[13] 균형 훈련,[14] 상상운동,[15] 등속성 운동,[16] 발목 구조 지지를 위한 테이핑 요법[17] 등의 치료적 중재가 시행되고 있으며, 발목 불안정성의 효과적인 중재 방법에 대한 지속적인 연구가 진행되고 있다.

이중과제훈련은 운동과제와 인지과제를 동시에 수행하는 치료적 중재로 뇌졸중과 같은 신경학적 손상 환자의 운동 회복을 위한 중재로 사용되고 있으며,[18] 최근 정상인과 근골격계 환자의 균형과 자세 조절 향상을 위한 치료적 중재로 사용되고 있다. 이중과제훈련은 Ross 등[19]의 연구에서 단일과제훈련보다 정상 성인의 균형을 향상시키며, Resch 등[20]의 연구에서 운동선수의 자세 안정성에 영향을 미치는 균형 향상에 효과적이라고 보고되었다. Daele 등[21]의 연구에서 정상인과 요통 환자의 자세 동요와 체간의 뻣뻣함을 감소시키는데 효

Received Jul 25, 2016 **Revised** Aug 21, 2016
Accepted Aug 22, 2016
Corresponding author Bum-Jin Choi
E-mail clickzone81@nate.com

Copyright ©2016 The Korea Society of Physical Therapy
This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (Http:// creativecommons.org/license/by-nc/4.o.) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

과가 있다고 보고되었다.

이처럼 이중과제훈련이 정상인과 근골격계 환자의 자세 조절과 균형 향상에 효과적이라고 보고되고 있으나 대부분 허리, 무릎 손상 등의 환자를 대상으로 연구가 진행되어 자세 조절과 균형 유지에 많은 영향을 미치는 발목 손상에 관한 연구는 부족한 실정이며, 운동 선수의 발목 손상 후 스포츠 활동 복귀를 위한 중요한 지표가 되는 기능적 수행 능력 평가에 대한 연구도 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 기능적 발목 불안정성이 있는 고등학교 축구선수에 이중과제훈련을 적용하여 이중과제훈련이 기능적 발목 불안정성 운동선수의 균형과 기능적 수행능력에 미치는 영향을 확인하여 기능적 발목 불안정성 환자의 물리치료적 중재를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 Docherty 등[22]이 제시한 발목 불안정성 설문지에 의해 기능적 발목 불안정성을 가진 것으로 판단된 고등학교 축구선수 20명을 대상으로 하였다. 대상자는 모두 마지막 염좌가 발생한 후 3개월 이상 경과되었으며, 최초 평가 시 골절이나 수술 병력이 있거나 부종이 있는 대상자는 제외하였다. 중재 중 규칙적으로 치료에 참여하지 못한 1명을 제외하였으며 단일과제훈련군 9명, 이중과제훈련군 10명을 대상으로 하였다.

2. 실험방법

1) 실험 절차

본 연구의 대상자들은 연구의 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 들은 후 실험 참여에 자발적으로 동의하였으며, 광주광역시 W 스포츠재활센터에서 2015년 10월 5일-31일까지 주 3회, 총 4주간 운동을 실시하였다.

모든 대상자는 중재 전 스트레칭과 러닝으로 구성된 준비 운동을 20분 동안 실시하였으며, 충분한 설명과 시범을 보여준 뒤에 훈련을 실시하였다. 단일과제훈련군은 첫째 주는 토구(Dynairball cushion senso, TOGU, German) 위에 두 발로 서기, 둘째 주는 토구 위에 두 발로 서서 좌·우 체중 이동, 셋째 주는 토구 위에서 한 다리로 서기, 넷째 주는 토구 위에서 앉았다 일어서는 균형 유지 훈련을 실시하였다. 이중과제훈련군은 단일과제훈련군과 동일하게 4주 동안 토구 위에서 각각 다른 동작으로 균형을 유지하는 단일과제훈련 동안 실험자가 5 m 거리에서 던진 공을 받게 하는 이중과제훈련을 실시하였다. 대상자에게 빨간색, 노란색, 흰색 3가지 공을 무작위로 던진 후 빨간 공은 오른손, 노란 공은 왼손, 흰색 공은 양손을 사용하여 받게 하였다.[23] 공의 크기는 지름 6 cm, 무게 70 g, 스펀지 재질로 된 소프트볼을 사용하였다. 단일과제훈련군과 이중과제훈련군 모두 30분 동안 6세트의 운동을 실시하였고 세트마다 1분의 휴식을 주었다.

2) 측정방법

(1) 균형

균형 평가를 위해 위하여 발 압력 분포 측정 시스템(Foot scan, Tech-Storm Co., Korea)을 이용하였으며, 좌-우, 전-후 균형을 측정하여 측정값에서 50% 뺀 절대값으로 정적 균형의 오차값을 계산하였다.

(2) 기능적 수행 능력

① 한발로 8자 뛰기 검사(Figure-of-8 hop test)

출발점과 반환점에 5 m 간격의 콘을 세우고대상자가 한발로 선 후 콘을 8자 모양으로 2바퀴를 돌아오는 시간을 측정하였다. 한발로 8자 뛰기 검사의 급내상관계수(ICC)는 0.95이다.[9]

② 한발로 위아래 뛰기 검사(Up-down hop test)

대상자가 한발로 선 자세에서 20 cm 높이의 상자를 10회 반복하여 오르내리는 시간을 측정하였다. 한발로 위아래 뛰기 검사의 급내상관계수(ICC)는 0.95이다.[24]

③ 한발로 멀리뛰기 검사(Single hop test)

대상자가 한발로 출발선에 선 후 정면을 향해 최대한 멀리 뛰도록 지시하였으며 대상자가 뛴 거리를 줄자로 측정하였다. 측정 시 첫 번째 발가락을 기준으로 측정하였다. 한발로 멀리 뛰기 검사의 급내상관계수(ICC)는 0.96이다.[25]

(3) 자료의 분석

자료의 분석은 SPSS for Windows 18.0 version 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 단일과제훈련과 이중과제훈련 후 균형과 기능적 수행능력의 변화는 이원배치 반복측정 분산분석(two-way repeated ANOVA)을 이용하여 시간의 효과, 그룹 간의 비교, 시간과 그룹의 교호작용을 검정하였다. 시간의 효과가 유의한 경우 전, 후 비교를 위하여 대응표본 t 검정(paired t-test)을 실시하였으며, 시간과 군의 교호작용의 유의한 경우 균형과 기능적 수행능력 변화의 그룹 간 차이를 확인하기 위하여 독립표본 t 검정(Independent t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의 수준은 $\alpha = 0.05$로 하였다.

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적 특성

본 연구 대상자들의 일반적 특성은 다음과 같으며(Table 1), 일반적 특

성에 대한 그룹 간 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

2. 균형의 변화

전-후 균형의 변화는 이중과제훈련군에서 시간에 따른 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 그룹 간 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 시간과 그룹 간에 유의한 교호작용이 있었으며($p<0.05$), 단일과제훈련과 이중과제훈련의 유의한 차이가 있었다($p<0.05$) (Table 2). 좌-우 균형의 변화는 시간에 따른 유의한 차이가 없었으며($p>0.05$), 그룹 간 유의한 차이 가 없었다($p>0.05$). 시간과 그룹 간에 유의한 교호작용이 없었다($p>0.05$) (Table 2).

3. 기능적 수행 능력의 변화

한발로 8자 뛰기 검사는 단일과제훈련군과 이중과제훈련군에서 시간에 따른 유의한 차이가 있었으며($p<0.001$), 그룹 간 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 시간과 그룹 간에 유의한 교호작용이 없었다($p>0.05$) (Table 3). 한발로 위아래 뛰기 검사는 단일과제훈련군과 이중과제훈련군에서 시간에 따른 유의한 차이가 있었으며($p<0.001$), 그룹 간 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 시간과 그룹 간에 유의한 교호작용이 있었으며($p<0.05$), 단일과제훈련과 이중과제훈련의 유의한 차이가 있었다($p<0.05$) (Table 3). 한발로 멀리뛰기 검사는 시간에 따른 유의한 차이가 없었으며($p>0.05$), 그룹 간 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 시간과 그룹 간에 유의한 교호작용이 없었다($p>0.05$) (Table 3).

Table 1. General characteristics of subjects

	Single Task	Dual Task
Age (year)	17.8±1.8	18.5±4.8
Height (cm)	165.5±5.3	163.3±9.6
Weight (kg)	55.1±10.3	54.7±12.2
Gender (M/F)	6/3	4/6

고 찰

본 연구는 기능적 발목 불안정성이 있는 고등학교 축구 선수 19명을 대상으로 단일과제훈련과 이중과제훈련이 균형과 기능적 수행능력에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

균형의 변화는 단일과제훈련군과 이중과제훈련군 모두에서 긍정적인 향상이 있었다. 전-후 균형 변화에서 그룹 간의 유의한 교호작용이 있었으며($p<0.05$), 단일과제훈련과 이중과제훈련의 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). Shin과 An[26]의 연구에서 이중과제훈련은 단일과제훈련보다 중년 여성의 균형과 보행 향상에 효과적이었으며, Hiyamizu 등[27]의 연구에서 선 자세에서의 이중과제훈련은 단일과제훈련보다 정상 노인의 균형을 향상시켰다. 이중과제훈련 후 균형 향상에 대해 Morioka 등[28]은 더 높은 수준의 뇌 기능인 주의와 자각은 서 있는 자세의 조절 능력에 상당한 영향을 미치며, Pellecchia[29]는 섬세한 운동 조절이 필요한 이중과제훈련은 자세 동요가 더 커지게 되나 반복되는 훈련을 통하여 자세 동요가 감소되고 균형 능력이 향상된다고 하였다. 이처럼 운동과제와 인지과제를 동시에 수행한 이중과제훈련은 단일과제훈련 보다 자세 조절 능력에 많은 영향을 미치며, 기능적 발목 불안정성 환자의 균형 향상에 좀 더 효과적인 중재 방법으로 생각된다.

기능적 수행 능력의 변화는 단일과제훈련군과 이중과제훈련군 모

Table 2. Comparison of balance between pre and post exercises

		Pre	Post	Time (T)	Group (G)	TxG
Anterior-Posterior (%)	Single task	9.62±6.90	9.21±6.98	0.033*	0.511	0.027*
	Dual task	13.82±5.09	9.07±5.66[a,b]			
Medio-Lateral (%)	Single task	4.71±3.43	3.12±2.30	0.133	0.209	0.772
	Dual task	3.18±3.03	2.09±2.41			

Mean±S.D., *$p<0.05$.
[a]Significantly different for pre versus post comparison ($p<0.05$), [b]Significantly different for single task versus dual task on post comparison ($p<0.05$).

Table 3. Comparison of functional performance between pre and post exercises

		Pre	Post	Time (T)	Group (G)	TxG
Figure-of-8 hop test (sec)	Single task	9.92±0.63	8.47±0.45[a]	0.000***	0.474	0.514
	Dual task	10.31±1.36	8.65±1.30[a]			
Up-down hop test (sec)	Single task	9.38±0.72	9.17±0.80[a]	0.000***	0.898	0.021*
	Dual task	9.52±0.67	9.12±0.74[a,b]			
Single hop test (m)	Single task	1.54±0.13	1.61±0.17	0.066	0.938	0.704
	Dual task	1.55±0.18	1.59±0.19			

Mean±S.D., *$p<0.05$, ***$p<0.001$.
[a]Significantly different for pre versus post comparison ($p<0.05$), [b]Significantly different for single task versus dual task on post comparison ($p<0.05$).

http://dx.doi.org/10.18857/jkpt.2016.28.4.254

두에서 긍정적인 향상이 있었다. 한발로 위아래 뛰기 검사에서 훈련 후 그룹 간의 유의한 교호 작용이 있었으며($p<0.05$), 단일과제훈련과 이중과제훈련의 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). Yu와 Jeon[30]의 연구에서 인지과제와 동시에 수행된 보행 훈련은 일반적인 보행 훈련 보다 만성 뇌졸중 환자의 보행 능력을 향상시켰으며, Cho와 Lee[31]의 연구에서 이중과제훈련은 뇌종줄 환자의 균형과 보행 능력을 향상시키며 기능적 활동 증진에 효과적이라고 하였다. Pellecchia[32]는 균형과 인지과제를 동시에 수행한 이중과제훈련은 자세 동요를 감소시키며, Loudon 등[33]은 균형, 고유수용성 훈련, 근력 훈련 등은 기능적 발목 불안정성 환자의 휘청거림(giving-way) 감소, 균형의 안정성과 기능적 능력 향상을 시킨다고 하였다. 이처럼 균형과 인지과제과 동시에 시행된 이중과제훈련은 단일과제훈련보다 자세 조절에 효과적이며, 자세 조절 능력의 향상은 기능적 발목 불안정성 환자의 기능적 수행 능력을 향상시키는 것으로 생각된다.

본 연구와 선행 연구 결과 단일과제훈련과 이중과제훈련 모두에서 균형의 긍정적인 향상이 있었으며, 본 연구의 결과 이중과제훈련에서 균형과 기능적 수행 능력의 일부 항목에서 단일과제훈련보다 향상된 결과를 확인하였다. 기존의 단일과제훈련이 균형과 기능적 수행 능력에 향상에 효과적이지만 인지를 포함한 이중과제훈련이 좀 더 긍정적인 개선 효과가 있는 것을 확인하였다. 이에 기능적 발목 불안정성 환자의 임상적 치료 과정에서 다양한 이중과제 프로그램을 활용한 물리치료적 중재가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 표본의 크기가 적어 연구의 결과를 일반화하는데 어려움이 있으며, 단일과제훈련과 이중과제훈련 후 균형과 기능적 수행 능력의 향상을 확인하였으나 그에 따른 상관관계를 확인하지 못한 제한점이 있다. 앞으로 본 연구의 제한점을 보완하여 기능적 발목 불안정성에 관한 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Train. 2002;37(4):364-75.
2. Choi HS, Shin WS, Shim JK et al. The relationship between functional movement screen and ankle dysfunctions with chronic ankle instability. J Kor Phys Ther. 2014;26(6):459-63.
3. Ko YM, Jung MS, Park JW. The relationship between strength balance and joint position sense related to ankle joint in healthy women. J Kor Phys Ther. 2011;23(2):23-9.
4. Buchanan AS, Docherty CL, Schrader J. Functional performance testing in participants with functional ankle instability and in a healthy control group. J Athl Train. 2008;43(4):342-6.
5. Lee HJ, Lim KB, Jung TH et al. Changes in balancing ability of athletes with chronic ankle instability after foot orthotics application and rehabilitation exercises. Ann Rehabil Med. 2013;37(4):523-33.
6. Tropp H. Commentary: Functional ankle instability revisited. J Athl Train. 2002;37(4):512-5.
7. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP et al. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. AmJ Sports Med. 2007;35(7):1123-30.
8. Munn J, Beard DJ, Refshauge KM et al. Do Functional-Performance Tests Detect Impairment in Subjects With Ankle Instability? Journal of sport rehabilitation. 2002;11(1): 40-50.
9. Caffrey E, Docherty CL, Schrader J et al. The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. J Orthop Sports Phys Ther. 2009; 39(11):799-806.
10. Won KH, Lee MG. Effects of adhesive ankle taping on range of motion, proprioception, and functional performance capability in basketball players with functional ankle instability. Exercise Science. 2012;12(1):11-22.
11. Docherty CL, Arnold BL, Gansneder BM et al. Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. J Athl Train. 2005; 40(1):30-4.
12. Smith BI, Docherty CL, Simon J et al. Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability. J Athl Train. 2012;47(3):282.
13. Bae YS, Um KM, Kim NS. The effect of proprioceptive exercise of ankle joint on postural alignment in woman elderly person. J Kor Phys Ther. 2009;21(3):53-60.
14. Mckeon PO, Inqersoll CD, Kerrigan DC et al. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. Med Sci Sports Exerc. 2008;40(10):1810-9.
15. Lim HW. The effect of motor imagery on onset time of leg muscle and ankle injury score of patients with functional ankle instability. J Kor Phys Ther. 2012;24(1);7-14.
16. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B et al. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2007;15(5):654-64.
17. Kim MH, Lee JH, Kim CK. The change in postural balance index by kinesio taping and muscle strength exercises on ankle joint. J Kor Phys Ther. 2009;21(3):69-74.
18. Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Saracino D et al. Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: a dual task study. Gait Posture. 2008;27(4):683-8.
19. Ross LM, Register-Mihalik JK, Mihalik JP et al. Effects of a single-task versus a dual-task paradigm on cognition and balance in healthy subjects. J Sport Rehabil. 2011;20(3):296-310.
20. Resch JE, May B, Tomporowski PD et al. Balance performance with a cognitive task: A continuation of the dual-task testing paradigm. J Athl Train. 2011;46(2):170-5.
21. Daele UV, Hagman F, Truijen S et al. Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. Spine. 2010;35(5):583-9.
22. Docherty CL, Gansneder BM, Arnold BL et al. Development and reliability of the ankle instability instrument. J Athl Train. 2006;41(2):154-8.
23. Prentice WE. Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training (5th ed.)., New York: McGraw-Hill. 2011:184-5.

24. Ortiz A, Olson S, Libby CL et al. Kinematic and kinetic reliability of two jumping and landing physical performance tasks in young adult women. N Am J Sports Phys Ther. 2007;2(2):102-4.
25. Bolgla LA, Keskula DR. Reliability of lower extremity functional performance tests. J Orthop Sports Phys Ther. 1997;26(3):138-42.
26. Shin SS, An DH. The effect of motor dual-task balance training on balance and gait of elderly women. J Phys Ther Sci. 2014;26(3):359-61.
27. Hiyamizu M, Morioka S, Shomoto K et al. Effects of dual task balance training on dual task performance in elderly people: A randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2012;26(1):58-67.
28. Morioka S, Hiyamizu M, Yagi F. The effects of an attentional demand tasks on standing posture control. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2005; 24(3):215-9.
29. Pellecchia GL. Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. Gait Posture. 2003;18(1):29-34.
30. Yu KH, Jeon JS. The effects of dual-task gait training on gait performance under cognitive tasks in chronic stroke. J Kor Phys Ther. 2015;27(5):364-8.
31. Cho KH, Lee WH. The effects of two motor dual task training on balance and gait in patients with chronic stroke. J Kor Phys Ther. 2010; 22(4):7-14.
32. Pellecchia GL. Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. J Mot Behav. 2005;37(3):239-46.
33. Loudon JK, Santos MJ, Franks L et al. The effectiveness of active exercise as an intervention for functional ankle instability: A systematic review. Sports Med. 2008;38(7):553-63.

http://dx.doi.org/10.18857/jkpt.2016.28.4.254