Journal of The Korean Society of Integrative Medicine, 2017, 5(3), 49~55
https://doi.org/10.15268/ksim.2017.5.3.049
ISSN 2288-1174(Print)
ISSN 2383-9651(Online)

열린 사슬 운동이 중학교 축구 선수 하지 운동 기능에 미치는 영향

김지유[1] · 정연우[2†]
[1]상무 비타민 한방병원, [2†]광주여자대학교 물리치료학과

The Effects of Open Kinetic Chain Exercise on the Motor Function of the Lower Limb in Middle School Soccer Players

Kim Jiyu, PT[1] · Jeong Yeonwoo PT, Ph.D[2†]
[1]Sangmu Vitamin Oriental Medicine Hospital
[2†]Dept. of Physical Therapy, Kwangju Women's University

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate effect of open kinetic chain exercise on the motor function of the lower limb in middle school soccer players.

Method: The subjects consisted of 14 soccer players who attend middle school in Gwangju. All subjects received open kinetic chain exercise for 3 weeks. The muscle strength of the ankle was measured by a commander muscle tester. Postural control ability was measured using a hopping test. All measurements for each subject were conducted pre-intervention and 3 weeks post-intervention.

Result: There were significant differences post-intervention in the muscle strength and-the postural control ability of the open kinetic chain exercise group($p<.05$).

Conclusion: Open kinetic chain exercise had a significant positive effect on the motor function of the lower limb in soccer players. Therefore, open kinetic chain exercise may prevent and resolve injury with careful management while soccer players are training or playing games. It could be helpful to extend the lives of athletes and improve their records.

Key words: open kinetic chain exercise, motor function of lower limb

†교신저자 : 정연우 pt10335@kwu.ac.kr

논문접수일 : 2017년 5월 22일 | 수정일 : 2017년 7월 07일 | 게재승인일 : 2017년 7월 26일

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성

스포츠를 전문적으로 하는 선수들은 강도가 높은 훈련을 지속적으로 반복하여 경기력이나 체력, 운동기술 등을 향상시키고, 경기 수행능력을 최고로 유지하여 좋은 결과를 내기 위해 많은 노력을 한다(정은나, 2011). 그러나 경기 중 과도한 경쟁이나 훈련은 선수들의 손상을 유발하여 경기력을 저하시키고, 일상 생활능력을 저하시키며, 심한 경우에는 선수로서의 활동에 치명적 영향을 준다(신희준, 2004).

운동선수들에게 발생하는 손상 중 하지의 손상이 주를 이루고 있으며(Hootman 등, 2007), 하지의 손상 중 발목의 손상이 40 %라고 발표하였다(Fernandez 등, 2007). 다양한 종목의 운동선수들에게 발목 염좌의 과거력이 있었고, 특히 축구 선수의 경우 연구에 참여한 전원이 발목 염좌의 경험이 있다고 하였다(정홍근과 안진우, 2004).

한편 축구는 상대방 골대에 공을 넣어서 승부를 가르는 경기로 이 때 골을 넣는 수단으로 머리와 발, 몸 등이 이용되지만 발을 이용하는 방법이 대부분으로 축구경기의 핵심을 이루고 있고(송순규, 2003), 축구 선수의 하지 기능은 신체를 조절하여 균형을 유지하고 슛, 패스, 드리블 등의 동작을 원활하게 수행하는데 있다(천성용, 2009). 축구선수들의 경우 발목 손상은 슛 동작이나 점프 동작에서 발목이 내반되는 경우 주로 발생하며, 달리는 동작, 공을 가로채거나 태클 시에도 발생한다(김명철, 2008). 이러한 손상을 야기시키는 발목 불안정의 원인은 고유수용성 감각 조절기능의 저하와 발목의 근력 약화라고 하였으며, 그 원인을 해결하기 위해서는 고유수용성 감각 조절기능 훈련과 발목 주변 근육의 근력강화 훈련이 필요하다고 하였다(Willems 등, 2002).

열린 사슬 운동은 체중부하를 하지 않는 운동을 의미하며 사지 원위부의 움직임을 제한하지 않으면서 사지의 마지막 관절을 고정하지 않아 자유롭게 움직일 수 있는 운동으로 저항력 감소로 가속도를 증가시키고, 견인과 돌림력 증가, 관절과 운동의 기계수용기의 변형 증가, 기능성 행위의 발달 운동이다(Lephart & Henryt, 1996). 그리고 열린 사슬 운동은 효과적으로 개별 근육이나 근육 그룹의 근 수행력을 증진 시키고 닫힌 사슬 운동보다 대상작용이 더 적게 나타난다(Kisner & Colby, 2007).

최근까지 축구 선수의 발목에 관련된 연구는 기능성 발목 불안정성을 가진 축구 선수를 대상으로 발목 근력 강화 운동과 균형 감각 운동을 위한 복합운동이 병행되어 왔다(김명철, 2008; 신희준, 2004; 천성용, 2009; 황명중, 2009). 유소년 및 청소년의 축구 기술 향상이 미래 우리나라의 국제적인 축구 경쟁력 향상으로 이어질 수 있기 때문에 이에 대한 체계적이고 과학적인 훈련 프로그램이 필요하다고 하였다(백성균, 2002). 따라서 발목 근력 강화 운동이 중학교 축구 선수들에게 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, 이로 인해 부상의 방지 및 경기력에 하지가 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다.

이에 본 연구의 목적은 열린 사슬 운동을 중학교 축구 선수들에게 적용하였을 때 하지 운동기능에 미치는 영향을 알아보아 유소년 선수들의 훈련 시나 시합 중에 발생할 수 있는 발목의 손상을 조기에 회복하거나 사전에 예방하기 위한 훈련 및 지도에 도움이 될 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 광주광역시에 소재한 K 중학교에 재학 중인 1, 2, 3학년 축구 선수 28명 중 축구선수 경력이 1년 이상인자, 현재 축구선수로 활동 중으로 아래 선정 조건을 충족시킨 남학생 14명을 선정하여 2016년 6월 29일부터 7월 18일까지 약 3주간에 걸쳐 측정 및 실험을 하였다. 본 연구에 참가한 대상자들에게 참가 전 연구자가 직접 이 실험의 목적과 내용에 대해서 자세히 설명을 하여 연구에 자발적으로 동의를 얻은 후 실험하였고, 본 연구에 영향을 줄 수 있는 제외기준은 다음과 같다.

1) 근, 골격계에 수술적 경험이 있는 자
2) 검사 당시 발목에 통증이 있거나 골절이 있는 자
3) 최근통증의 경감을 위한 약물을 복용하고 있는 자

4) 신경계, 정신적 이상이 발견된 자
5) 뇌진탕이나 어지럼증의 소견이 있는 자

2. 연구대상자 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적인 특성은 다음과 같다. 총 14명 남자 중학생으로, 평균 연령은 14.93이고, 신장은 166.71 cm이며, 체중은 55.36 kg이었다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성 (N=14)

일반적인 특성	Mean±SD
나이(year)	14.93±0.83
키(㎝)	166.71±8.97
체중(㎏)	55.36±10.02

3. 실험방법

본 연구는 대상자 14명을 체계적으로 중재하기 위해 연구자가 직접 학교로 방문하여 주당 3회, 3주간 총 9회에 걸쳐 운동 프로그램을 실시하였다.

열린 사슬 운동은 강호길(2016)과 황명중(2009)의 연구를 토대로 운동프로그램을 재구성 했고 탄력밴드(Theraband, Hygenic Corporation, U.S.A)를 이용하여 발등굽힘, 발바닥 굽힘, 안쪽 들림, 가쪽 들림 운동으로 구성하였다. 운동시간은 1세트에 1분씩 총 3세트를 반복하고, 세트당 휴식시간은 30초로 하였다.

본 운동 시 TheraBand 회사에서 제시하는 강도에 맞추어 성인 남녀 대상자들에 해당하는 초록색 밴드로 이용하였으며, 밴드에 강도에 점차 적응하여 근육과 인대에 무리가 가지 않도록 시행하였다.

표 2. 운동 프로그램

운동	
발등 굽힘 발바닥 굽힘 안쪽 들림 가쪽 들림	theraband를 묶어 한쪽은 고정이 되도록 탁자에 걸고, 한쪽은 발 끝에 걸어 매트에 앉아 각 각 동작을 시행 하였다. 휴식 시에는 발을 탄력밴드에서 빼고 휴식을 취하게 하였다.

4. 측정방법

측정은 중재 전과 중재 후 시간 변화에 따른 대상자들의 차이를 알아보기 위해서 중재 전, 중재 종료 후 각각 총 2회 측정하였다.

1) 발목 근력 측정

발목 근력을 측정하기 위해 휴대용 근력계(Commander Muscle Tester, JTECH Medical, U.S.A)를 이용하여 측정하였다. 휴대용 근력기는 고강도에서 0.2 kg단위로 0～136.1 kg까지 측정이 가능하고, 저강도에서는 0.1 kg단위로 0～22.6 kg까지 측정이 가능하며 그 측정의 오차범위는 ±1 %이다(송귀빈, 2015). 선행연구에서는 높은 측정자간 신뢰도(ICC=.89～.92)를 보였고(Dunn과 Iversen, 2003), 측정자 내 신뢰도(ICC=.97) 또한 높았다(Fenter 등, 2003).

근력 측정은 Magee(2014)의 연구를 참고하여 측정자간 오차를 방지하기 위하여 연구자가 직접 측정하였다. 근력 측정 시 대상자들은 안정적인 자세로 앉아 체간을 안정시킨 후 움직임을 방해하지 않은 자세로 보상작용이 일어나지 않도록 발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 안쪽 들림, 가쪽 들림의 근력을 측정하였다. 신뢰도를 높이기 위해 대상자에게 각각의 측정항목에 대하여 설명하고 운동방향과 반대방향으로 저항을 가하였으며, 1회 연습한 후, 총 3회 측정하였다(조성일, 2012).

2) 호핑 검사

호핑 검사(hopping)는 발목 관절의 기능적 능력을 평가하기 위해 임상에서 현재 널리 사용되어 지고 있다(천성용, 2009). 천성용(2009)과 Noyes 등(1991)의 연구를 토대로 직선거리를 한발로 3보 점프하여 최대 거리를 측정하는 방법으로 2회 반복측정 하여 평균값을 산출하였다.

5. 자료분석

본 연구의 통계학적 분석은 수집된 대상자의 자료들을 SPSS version 18.0을 이용하여 통계처리를 하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하였고, 발목근력, 호핑검사의 자료들은 Kolmogorov-Smirnov 검정을 통해 변

수들의 정규성 검정을 하였고, 3주 운동 후 각 측정 항목들의 시간에 따른 변화 차이를 알아보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였으며, 모든 변인에 대한 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 α는 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 발등 굽힘 근력 변화 비교

발등 굽힘 근력의 변화에 대한 비교에서 열린 사슬 운동 그룹의 평균값은 중재 전 44.19±8.35에서 중재 후 59.98±10.38로 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(표 3).

표 3. 시간에 따른 발등 굽힘 근력 변화

발등 굽힘 근력	중재 전	중재 후	평균차	t	*p*
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
OKC	44.19±8.35	59.98±10.38	15.79±2.03	38.232	.000 *

OKC: Open kinetic chain

2. 발바닥 굽힘 근력 변화 비교

발바닥 굽힘 근력의 변화에 대한 비교에서 열린 사슬 운동 그룹의 평균값은 중재 전 59.45±11.07에서 중재 후 69.93±16.60으로 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(표 4).

3. 발목 안쪽 들림 근력 변화 비교

발목 안쪽 들림 근력의 변화에 대한 비교에서 열린 사슬 운동 그룹의 평균값은 중재 전 35.31±3.62에서 중재 후 49.26±7.14로 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(표 5).

4. 발목 가쪽 들림 근력 변화 비교

발목 가쪽 들림 근력의 변화에 대한 비교에서 열린 사슬 운동 그룹의 평균값은 중재 전 46.31±10.02에서 중재 후 53.74±6.86으로 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(표 6).

5. 호핑 검사 변화 비교

호핑 검사 변화에 대한 비교에서 열린 사슬 운동 그룹의 평균값은 중재 전 469.82±73.28에서 중재 후 491.18±72.72로 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(표 7).

표 4. 시간에 따른 발바닥 굽힘 근력 변화

발바닥 굽힘 근력	중재 전	중재 후	평균차	t	*p*
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
OKC	59.45±11.07	69.93±16.60	10.48±5.53	13.653	.001 *

표 5. 시간에 따른 발목 안쪽 들림 근력 변화

발목 안쪽 들림 근력	중재 전	중재 후	평균차	t	*p*
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
OKC	35.31±3.62	49.26±7.14	13.95±3.52	58.637	.000 *

표 6. 시간에 따른 발목 가쪽 들림 근력 변화

발목 가쪽 들림 근력	중재 전	중재 후	평균차	t	*p*
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
OKC	46.31±10.02	53.74±6.86	7.43±3.16	21.909	.000 *

표 7. 시간에 따른 호핑 검사 변화

호핑 검사	중재 전	중재 후	평균차	t	*p*
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
OKC	469.82±73.28	491.18±72.72	21.36±0.56	19.926	.000 *

Ⅳ. 고 찰

스포츠 활동 중 주로 손상을 경험하는 부위는 발목으로 축구 등의 경기에서 자주 발생한다(정홍근과 안진우, 2004). 또한, 어린 나이의 선수일수록 손상에 더 쉽게 노출된다고 한다(Dahlström 등, 2012). 저하된 고유수용성 감각과 약화된 발목근력은 발목 불안정의 원인이 되며(Willems 등, 2002), 고유수용성 감각과 발목의 근력이 정상적으로 유지가 될 때 발목의 안정성이 유지되고, 발목의 반복되는 손상을 예방할 수 있다고 하였다(Denegar & Miller, 2002).

발목관절의 반복적인 손상은 발목의 기능적 불안정으로 이어질 수 있으며, 꾸준한 치료가 없이 그 시기를 놓치게 되면 다시 반복되며, 이로 인한 불안함을 고조시킬 수 있는데 그 원인으로는 발목 주변의 인대나 건, 근육의 운동 감각의 부족, 근력약화, 협응력 저하 등이 있다(김태규, 2012).

본 연구는 열린 사슬 운동을 중학교 축구 선수들에게 적용하였을 때 하지 운동 기능에 미치는 영향에 대해서 알아보고자 발목의 근력, 호핑 검사를 시행하였다.

균형은 인체가 안정성을 유지하기 위하여 특별한 신경생리학적인 과정으로 일상의 모든 동작에 주요한 영향을 끼치며, 여러 목적의 신체활동에 영향을 미친다(김명철, 2008). 초기 발목 손상의 원인으로 신체조절 능력이 소실되어 균형 감각이 감소되고, 발목 근력이 약화되는 것은 상호 관계가 있으며(Willems 등, 2002), 균형 훈련은 발목 손상을 방지하기 위한 임상에서 흔한 중재 방법 중 하나이다(Arnold & Docherty, 2004; Mattacola & Dwyer, 2002). 서용곤(2009)은 고등학교 축구 선수들을 대상으로 발목의 근력 운동과 균형 감각 운동을 한 결과 균형 능력이 유의하게 증가하였고, Mattacola와 Lloyd(1997)는 6주간 여자 고등학생을 대상으로 발목 근력과 균형 감각 운동을 한 결과 균형 능력이 향상되었다. 본 연구에서는 시간에 따른 열린 사슬 운동이 모두 효과가 있음을 나타내어 기존의 연구와 비슷하였으나 그룹 간 차이는 나타나지 않았다. 이는 정적 균형 능력에 균형 운동을 포함한 열린 사슬 운동이 효과가 있다고 생각된다. 그러나 서용곤(2009)은 균형 감각 운동이 근력의 향상을 가져오지 않는다고 하였는데 본 연구에서는 균형 감각 운동을 시행하지 않아 확인하지 못하였으나 후에 다른 연구에서 필요할 것으로 보인다.

배성수 등(2005)은 근육의 불균형으로 인하여 근육이 긴장되어 있거나, 근력의 약화로 인해 축삭이 허혈 되거나, 역학적 부하로 인한 신경주위의 결합조직들이 과긴장이 유발되면 근 수축력이 약화될 수 있다고 하였다. 이렇게 약화된 근육은 운동을 통해 근 활성도의 증가, 균형 능력 또한 증가에 도움이 된다고 하였다(권유정, 2009).

권유정(2009)은 성인 남성을 대상으로 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동을 적용하였을 때 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동 모두 발목 주변의 근 활성도가 유의하게 증가하였다. 본 연구에서는 시간에 따른 근력 변화 비교 시에 발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 발목 안쪽 들림, 발목 가쪽 들림 근력 모두 유의하게 증가하여 열린 사슬 운동이 효과가 있음을 나타내어 기존의 연구와 비슷하였다. 이는

발목의 근력증가에 열린 사슬 운동이 효과가 있음을 나타낸다고 생각된다.

기능적 발목 불안정성을 가진 남자 축구 선수와 기능적 발목 불안정성을 가지지 않은 남자 축구 선수를 대상으로 호핑 검사를 한 결과 두 그룹 모두 값이 증가하였다(천성용, 2009).

본 연구에서는 시간에 따른 호핑 검사 시 열린 사실 운동을 적용 후 값이 증가하여 효과가 있음을 나타낸다고 생각된다.

지금까지 선행연구에서는 기능적 발목 불안정성을 가진 축구선수를 대상으로 발목 근력 강화를 중재한 경우 성장기 유소년이 아닌 성인 축구 선수들을 대상으로 한 경우가 많았다. 이 연구를 통해 아직은 어린 유소년 선수들의 훈련 시나 시합 중에 발생할 수 있는 발목의 손상을 조기에 복구하거나 사전에 예방하는데 도움이 되었으면 한다. 하지만 본 연구가 축구라는 단일 종목에 국한되었고, 심리적인 부분이나 자세의 질적인 부분까지 세밀하게 중재되어지지 않아 일반화 하는데 부족한 부분이 있다. 또한 균형 감각 운동을 배제한 것, 중재기간이 훈련이나 시합, 또는 학업에 제한이 없는 기간으로 한정되어 3주라는 짧은 기간인 것, 대상자의 수가 제한적이며, 중재 외 다른 일상생활이나 훈련을 통제하지 못하였으므로 이러한 부분을 보완하여 객관적 평가와 중재 프로그램의 질적인 방법 개선을 하여 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

V. 결 론

본 연구는 열린 사슬 운동이 중학교 축구 선수들에게 미치는 영향을 알아보기 위해 광주광역시에 소재한 K 중학교에서 현재 축구 선수로 활동 중인 남학생 14명을 선정하여 2016년 6월 29일부터 7월 18일까지 약 3주간에 걸쳐 측정 및 실험을 하였다. 중재 시기에 따른 각 측정값을 분석한 결과는 다음과 같다.

중재 후 발목에 작용하는 근력 강화에 열린 사슬 운동이 효과가 있음을 알 수 있었다. 중재 후 호핑 검사에 자세 조절 능력과 동적 평형성 향상에 열린 사슬 운동이 효과가 있음을 알 수 있었다.

결론적으로, 열린 사슬 운동이 중학교 축구 선수들의 발목 근력, 자세 조절 능력에 긍정적인 효과를 확인할 수 있었으며, 이를 통해 유소년 운동선수들의 훈련 시나 경기 중 발생할 수 있는 발목의 손상을 조기에 회복하거나 사전에 예방하여 경기력 상승과 선수 생활을 오래 지속하도록 지도하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

강호길(2016). 고유수용감각 운동이 유소년 축구선수의 발목 안정성에 미치는 영향. 한림대학교 대학원, 석사학위 논문.

권유정(2009). 열린 사슬과 닫힌 사슬 운동이 정상 성인의 동적 균형 능력과 근활성도 변화에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원, 석사학위 논문.

김명철(2008). 기능적 발목 불안정성 축구선수들의 등속성 하지근력과 균형성. 단국대학교 스포츠과학 대학원, 석사학위 논문.

김태규(2012). 엘리트 선수의 만성 발목관절 불안정성에 대한 재활운동 효과의 기능적 평가. 한국체육대학교 대학원, 박사학위 논문.

배성수, 구봉오, 김계엽 등(2005). 물리치료학개론. 서울, 대학서림.

백성균(2002). 축구 인스텝 킥 동작의 운동학적 분석. 전남대학교 대학원, 석사학위 논문.

서용곤(2009). 균형감각 및 발목근력 강화운동이 고교 축구선수의 체력 및 슈팅수행능력에 미치는 영향. 고려대학교 의용과학대학원, 석사학위 논문.

송귀빈(2015). 만성 뇌졸중 환자의 비마비측 하지를 이용한 교차 훈련이 근력, 균형, 보행 및 우울감에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문.

송순규(2003). 중학교 축구선수의 고관절 및 슬관절 등속성 근력과 슈팅 스피드의 상관관계 분석. 세종대학교 교육대학원, 석사학위 논문.

신희준(2004). 발목관절 기능적 불안정성 축구선수의 균형능력과 등속성근력에 관한 연구. 용인대학교 대학

원, 석사학위 논문.

정은나(2011). 스포츠손상 재활훈련 동안 엘리트 선수들의 심리적 변화 및 부상재발에 대한 인식. 연세대학교 대학원, 석사학위 논문.

정홍근, 안진우(2004). 원저 : 대학 운동선수들에서의 족부 및 족관절 부위의 스포츠 손상에 대한 분석. 대한스포츠의학회지, 22(2), 189-193.

조성일(2012). 낙상예방운동프로그램이 후기고령자의 근력, 균형 및 낙상효능감에 미치는 효과. 인제대학교 일반대학원, 석사학위 논문.

천성용(2009). 고유수용성 강화운동 프로그램이 기능적 발목 불안정성 남자 축구선수의 하지 운동기능에 미치는 영향. 한국체육대학교 대학원, 박사학위 논문.

황명중(2009). 4주간의 근력 운동과 평형 운동이 발목 불안정성 지표와 기능적 수행 능력에 미치는 영향. 단국대학교 대학원, 석사학위 논문.

Arnold BL, Docherty CL(2004). Bracing and rehabilitation—what's new. Clin Sports Med, 23(1), 83-95.

Dahlström Ö, Backe S, Ekberg J, et al(2012). Is "football for all" safe for all? cross-sectional study of disparities as determinants of 1-year injury prevalence in youth football programs. PloS one, 7(8), e43795.

Denegar CR, Miller SJ 3rd(2002). Can chronic ankle instability be prevented? rethinking management of lateral ankle sprains. J Athl Train, 37(4), 430-435.

Dunn JC, Iversen MD(2003). Interrater reliability of knee muscle forces obtained by hand-held dynamometer from elderly subjects with degenerative back pain. J Geriatr Phys Ther, 26(3), 23-29.

Fenter PC, Bellew J, Pitts T, et al(2003). Reliability of stabilised commercial dynamometers for measuring hip abduction strength: a pilot study. Br J Sports Med, 37(4), 331-334.

Fernandez WG, Yard EE, Comstock RD(2007). Epidemiology of lower extremity injuries among U.S. high school athletes. Acad Emerg Med, 14(7), 641-645.

Hootman JM, Dick R, Agel J(2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train, 42(2), 311-319.

Kisner C, Colby LA(2007). Therapeutic exercise. Philadelphia, F.A. Davis.

Lephart SM, Henry TJ(1996). The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. J Sport Rehabil, 5(1), 71-87.

Magee DJ(2014). Orthopedic physical assessment-E-Book. Elsevier Health Sciences.

Mattacola CG, Dwyer MK(2002). Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability. J Athl Train, 37(4), 413-429.

Mattacola CG, Lloyd JW(1997). Effects of a 6-week strength and proprioception training program on measures of dynamic balance: a single-case design. J Athl Train, 32(2), 127-135.

Noyes FR, Barber SD, Mangine RE(1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. Am J Sports Med, 19(5), 513-518.

Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, et al(2002). Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. J Athl Train, 37(4), 487-493.