

국가대표 남자 필드하키 선수들의 무릎의 시각적 상사 척도와 무릎 기능평가가 무릎의 근력 및 근지구력에 미치는 영향

김현철 · 박기준[†]

대한체육회 의과학부, ¹상지대학교 물리치료학과

Effects of the Visual Analog Scale and Knee Function Index on the Muscle Strength and Muscle Endurance of the Knees of Male National Field-Hockey Athletes

Hyun-Chul Kim, PhD · Ki-Jun Park, PhD[†]

Department of Medicine and Science, Korean Sport & Olympic Committee,

¹Department of Physical Therapy, Sangji University

Received: September 26, 2020 / Revised: September 28, 2020 / Accepted: December 30, 2020

© 2021 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the effects of the Visual Analog Scale (VAS) and knee function index on the knee strength and endurance in the national male field-hockey athletes.

METHODS: Twenty-four male field-hockey athletes with a painful knee who trained at the national training center in 2019 were enrolled. The VAS and knee function index questionnaire were used to evaluate the degree of pain and functional state of the knee. The muscle strength and endurance of the knee were measured by Biodex (System 4, USA). The Pearson product moment correlation was performed to examine the effects of the VAS and knee function index on the strength and endurance. In addition, the VAS and knee function index and muscle

strength and muscle endurance were examined to determine the relationship using Simple Linear Regression. The statistical significance level was $\alpha=.05$.

RESULTS: An analysis of the correlation between VAS and knee function index and muscle strength and muscle endurance revealed the VAS and knee function index to be statistically significant ($r = .700$). In addition, the extensor muscle strength, knee VAS ($r = -.457$), and knee function index ($r = -.414$) were also statistically significant. A 1-point increase in the VAS and knee function index was associated with an approximately 9.881 and 1.006 extensor muscle strength.

CONCLUSION: The VAS and knee function index of field-hockey athletes are related to the strength of the knee extensors. Therefore, field-hockey athletes should develop a program to strengthen the extensor muscle strength of the knee.

[†]Corresponding Author : Ki-Jun Park

koc-pt@sangji.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0003-0382-6978>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Key Words: Field-hockey, Knee function index, Muscular endurance, Muscular Strength, Visual Analog Scale

I. 서 론

필드하키는 1908년 제 4회 런던올림픽대회에서 올림픽 정식 종목으로 채택되어 첫 선을 보였다[1]. 또한, 필드하키는 팀 스포츠로서 전 세계적으로 가장 인기를 얻고 있는 종목 중 하나이며, 특히 유럽과 호주 그리고 북미 등에서 대중화된 스포츠 종목이다[2]. 우리나라 남자 필드하키는 13개 (대학부 8개팀, 일반부 5개팀) 팀으로 총 230 여명의 선수만이 등록되어 있을 정도로 [3], 열악한 환경에도 불구하고 1986년 서울 아시아경기대회에서 남녀 동반 우승을 시작으로 매년 우수한 성적을 거두고 있다[3]. 그러나 최근 남자 필드하키는 2016년 리우올림픽과 2020년 도쿄올림픽까지 2회 연속 올림픽 본선 출전권을 획득하지 못하며 어려움을 겪고 있다[4]. 이러한 어려움을 극복하기 위해 많은 전문가들은 선수들의 경기력을 결정짓는 다양한 요인들을 파악하기 위해 노력하고 있으며[5], 그중 근골격계 스포츠 손상이 다양한 요인 중 하나로 지목되고 있다[6]. 이러한 스포츠 손상은 선수들의 경기력 저하는 물론 최악의 경우 선수 생활의 은퇴까지 이어지므로, 선수관리를 위해선 간과할 수 없는 필수 요소이다[7].

특히 필드하키 선수들은 상대 선수와의 몸싸움 및 급격한 출발과 급격한 정지 그리고 급격한 방향전환 등의 기술을 사용하기 때문에 무릎의 손상 발생률이 증가한다[8]. 이러한 무릎의 스포츠 손상은 운동 기능은 물론, 근력과 근지구력에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[9]. 한편, 스포츠 손상의 구조적인 여부를 진단 및 평가를 위해 의학적 방법인 방사선검사가 (MRI, CT, X-ray 등) 주로 사용되지만, 이는 선수들의 실질적인 기능적 평가를 확인하기에는 다소 무리가 있다[10]. 따라서, 선수들의 기능적 평가를 위해 여러 측정 도구들이 개발되었으며, 무릎의 기능적 평가를 하는 Modified Functional Index Questionnaire (MFIQ)는 신뢰도와 타당도가 높은 것으로 알려져 있다[11].

이렇듯 선수들의 기능적 평가를 위한 측정 도구가 개발되었음에도 불구하고, 우리나라 스포츠 현장에서 무릎 기능평가를 이용한 연구는 부족한 실정이다. 물론 엘리트 핸드볼 선수들의 대상으로 무릎 기능평가를 시

행한 연구가 있었으나[12], 이는 포지션에 따른 통증 및 무릎 기능평가 그리고 무릎의 근력 및 근지구력을 비교한 연구로써, 통증이 무릎 기능평가와 무릎의 근력 및 근지구력에 영향을 미치는지는 알 수 없었다.

따라서 본 연구는 무릎의 통증이 있는 국가대표 남자 필드하키 선수를 대상으로 무릎의 시각적 상사 척도 (Visual Analog Scale; VAS) 및 무릎 기능평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계를 알아보고, 시각적 상사 척도 및 무릎 기능평가가 무릎의 근력 및 근지구력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이는 남자 필드하키 선수들의 경기력 향상 및 운동 수행능력의 향상을 위한 치료 및 운동프로그램 개발에 유용한 자료를 제공하기 위함이다.

II. 연구 방법

1. 연구참여자

본 연구는 국가대표로 선발되어 2019년 1월부터 12월까지 국가대표 선수촌에서 훈련한 남자 필드하키선수들 중 무릎 통증으로 국가대표 선수촌 메디컬센터에 내원하여 스포츠의학 전문의에게 진료를 본 모든 필드하키선수들이 연구에 참여하였다. 표본 크기 산출 프로그램인 G*Power version. 3.1.9를 이용하여 산출한 표본수는 21명이었으며(효과 크기 0.5, 유의 수준 .05, 검정력 .8), 본 연구참여자는 총 24명이었다.

연구에 참여하기 전 국가대표선수촌 물리치료사로부터 연구의 목적과 필요성에 대해 충분한 설명을 들었으며, 자발적으로 연구에 참여하기로 동의한 선수들만 동의서에 서명한 후 참여하였다. 연구 참여자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 측정 및 자료수집

1) 통증 및 무릎 기능평가

연구 대상자로 선정된 24명의 선수들을 대상으로 무릎의 통증 정도와 기능 상태를 평가하기 위해 시각적 상사 척도와 무릎 기능평가 설문지를 측정도구로 사용하였다. 무릎 기능평가로 널리 사용되는 측정도구는

Table 1. General Characteristics of the Subjects

	Mean	SD
Age (years)	28.92	4.01
Height (cm)	175.63	4.68
Weight (kg)	73.45	7.10
BMI	24.57	2.09

5점 척도인 Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score(KOOS)와 3점 척도인 Modified Functional Index Questionnaire(MFIQ)이 있다. 그러나 5점 척도인 KOOS는 대부분 일상생활이나 삶의 질을 평가하는 측정도구로써 선수들의 무릎 기능평가를 하기에는 다소 무리가 있다[13]. 따라서, 본 연구에서는 선수들의 무릎 기능평가에 적합한 MFIQ를 사용하였다. MFIQ는 총 10개 항목 3점 척도(아니오 = 0점, 간헐적 = 5점, 지속적 = 10점)로 구성되어 있다. 항목의 총합은 100점이며, 점수가 낮을수록 무릎의 기능이 좋은 것을 의미한다[14]. 연구 대상자들은 익명성 보장과 측정도구에 대한 내용을 서로 공유하지 못하도록 하기 위해 독립된 공간에서 측정도구를 작성하게 하였다. 동일한 방법으로 1개월 간격으로 2회 측정하였으며, 측정된 값의 평균으로 자료를 수집하였다. 무릎 기능평가는 타당도가 매우 높은 것으로 알려져 있으며, 내적 일치도인 크론바하알파(Chronbach α)는 .830으로 보고되었다[15]. 본 연구에서 무릎 기능평가의 크론바하알파는 .732이었다.

2) 근력 및 근 지구력

무릎의 근력 및 근지구력을 측정하기 위하여 Biodex (System 4, USA)를 이용하여 무릎의 굽힘 근과 폼 근을 단축성수축/단축성수축(Concentric/Concentric) 방법으로 측정하였다. 연구 대상자들은 측정 전 사전교육을 통해 최대의 노력이 이루어지도록 하였으며, 2명의 물리치료가 연구 대상자의 옆에서 구령을 넣으며, 최대한의 노력이 이루어질 수 있도록 독려했다. 측정 자세는 무릎의 굽힘 과 폼 이외의 움직임이 일어나지 않도록 의자에 결합된 벨트를 이용하여 양쪽 어깨와 가슴, 골반을 교차하여 고정하였으며 가동범위는 0~90°로 설정하였다. 엘리트 선수들의 동적 근력 평가의 연구보

고에 근거하여, 근력은 느린 부하 속도(60%/s), 근지구력은 중간 부하 속도(180%/s)로 측정하였다[16]. 먼저 느린 부하 속도에서 3회 적응 연습 후 최대의 노력으로 5회 근력 측정을 하였으며, 지속된 최대 수축 운동 후 발생하는 물리력(force)과 무기인산(Pi)이 완전히 회복될 수 있도록[17] 편안한 의자에 앉아 5분간의 휴식 시간을 주었다. 이후 중간 부하 속도에서도 3회 적응 연습 후 20회 근지구력을 측정하였으며, 이와 동일한 방법으로 1개월 간격으로 2회 측정하여, 측정된 값의 평균으로 자료를 수집하였다. 2회 측정된 값의 신뢰도를 알아보기 위해 검사-재검사 방법을 통해 신뢰도를 측정하였으며, 무릎 근력의 굽힘 근은 .899이었으며 폼 근은 .864이었다. 또한, 무릎 근지구력의 굽힘 근은 .909이었으며, 폼 근은 .881이었다.

3. 자료 분석

모든 통계 분석은 SPSS version 26.0 for Windows (IBM Corp, Armonk, NY, USA)를 사용하였으며, 연구 대상자의 일반적 특성은 기술통계로 분석하였다. 무릎의 시각적 상사 척도와 무릎기능평가가 무릎의 근력과 근지구력에 관계를 알아보기 위해 피어슨의 적률상관 관계를 시행하였다. 또한, 시각적 상사 척도 및 무릎기능평가와 관계가 있는 무릎의 근력 및 근지구력에 미치는 영향을 알아보기 위해 단순선형 회귀분석(Simple Linear Regression)을 시행하였으며, 통계적 유의 수준은 α=.05로 하였다.

III. 연구 결과

무릎 통증으로 진료를 본 국가대표 필드하키선수들의 무릎의 시각적 상사척도는 평균 4.58 ± 1.61 이었으며, 가장 낮은 선수는 2였고, 가장 높은 선수는 8이었다. 또한, 무릎의 기능평가는 평균 22.29 ± 14.37 이었으며, 가장 낮은 선수는 10이었고, 가장 높은 선수는 55였다 (Table 2).

무릎 굽힘 근의 근력은 평균 $127.18 \pm 19.90\text{NM}$ 이었으며, 가장 낮은 선수는 91.00NM 이었고, 가장 높은 선수는 173.30NM 이었다. 또한, 폼 근의 근력은 평균 $255.42 \pm$

34.89NM이었으며, 가장 낮은 선수는 200.20NM이었고, 가장 높은 선수는 316.40NM이었다(Table 3).

무릎 굽힘 근 근지구력은 평균 98.25 ± 13.35 NM이었으며, 가장 낮은 선수는 75.20NM이었고, 가장 높은 선수는 137.10NM이었다. 또한, 펌 근의 근지구력은 평균 171.74 ± 20.34 NM이었으며, 가장 낮은 선수는 142.00NM이었고, 가장 높은 선수는 215.00NM이었다(Table 3).

무릎의 시각적 상사척도와 무릎의 기능평가 및 근력과 근지구력의 상관관계 분석에서는 시각적 상사척도

와 무릎의 기능평가는 상관관계가 있었다($r = .700$; $p < .001$). 또한, 펌 근의 근력은 무릎의 시각적 상사 척도($r = -.457$; $p = .025$) 및 무릎의 기능평가($r = -.414$; $p = .044$)와 상관관계가 있었다. 그러나 그 외의 무릎의 시각적 상사척도와 무릎의 기능평가는 굽힘 근의 근력 및 근지구력과 상관관계가 없었다(Table 4).

무릎의 시간적 상사척도가 1씩 증가할 때마다, 무릎의 펌 근의 근력은 9.881씩 감소하였으며 ($p = .025$), 무릎기능평가가 1씩 증가할 때마다, 무릎의 펌 근의 근력은 1.006씩 감소하였다 ($p = .044$)(Table 5).

Table 2. Visual Analog Scale (VAS) and Modified Functional Index Questionnaire (MFIQ) of field-hockey athletes

	Mean	SD
VAS	4.58	1.61
MFIQ	22.29	14.37

Table 3. Muscle Strength and Muscular Endurance of the Flexor and Extensor of the Knee Joint

	Mean	SD
Flexor of 60°/s	127.18NM	19.90NM
Extensor of 60°/s	255.42NM	34.89NM
Flexor of 180°/s	98.25NM	13.35NM
Extensor of 180°/s	171.74NM	20.34NM

IV. 고 찰

본 연구는 무릎의 통증이 있는 국가대표로 남자 필드 하키 선수들을 대상으로 무릎의 시각적 상사 척도 및 무릎 기능평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계를 알아보고, 시각적 상사 척도 및 무릎 기능평가가 무릎의 근력 및 근지구력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이는 필드하키선수들의 경기력 향상 및 운동 수행능력의 향상을 위한 치료 및 운동프로그램 개발에 유용한 자료로 제공하기 위함이다.

본 연구에서 필드하키선수들의 무릎의 시각적 상사 척도와 무릎 기능평가는 상관관계가 있었다. 그러나

Table 4. Correlation between the Muscle Strength, Muscular Endurance, VAS, and MFIQ of the Knee Joint

	VAS	MFIQ	Flexor 60°/s	Extensor 60°/s	Flexor 180°/s	Extensor 180°/s
VAS	1					
MFIQ	.700**	1				
Flexor 60°/s	-.135	-.149	1			
Extensor 60°/s	-.457*	-.414*	.644**	1		
Flexor 180°/s	-.021	.063	.870**	.519**	1	
Extensor 180°/s	-.373	-.331	.595**	.873**	.643**	1

Table 5. Simple Linear Regression between VAS and Knee Function Index and Muscle Strength and Muscle Endurance

	B	Beta	T	P
VAS	-9.881	-.457	-2.408	.025
Knee Function Index	-1.006	-.414	-2.136	.004

Dependent Variable: Extensor 60°/s

시각적 상사척도와 무릎 기능평가는 자기 기입식 평가 도구로써, 본인 스스로의 주관적인 평가하는 도구이다. 자기 기입식 측정법들은 단지 감각적인 측면이나 통증의 강도만을 평가하여 기입하기 때문에 측정된 값의 차이가 작더라도 모수적 통계검정에서 통계학적으로 유의할 수 있지만, 임상적으로는 의미가 없을 수 있다 [18]. 한편, Edwards와 Fillingim의[19] 연구에 따르면 메도크 열감각 분석기로 측정한 통증의 민감성과 자기 인식 통증 민감성과 관계가 없다는 연구를 발표하였으며, Rosenbloom 등[20]은 자기 기입식 측정 방법은 심리적인 요인과 스트레스의 영향을 받는다고 하였다.

국가대표 필드하키선수들의 무릎의 시각적 상사척도 및 무릎 기능평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계 분석에서는 시각적 상사척도 및 무릎 기능평가는 무릎 근력의 펌 근 상관관계가 있었으며, 그 외의 시각적 상사척도와 무릎 기능평가 그리고 무릎의 근력과 근지구력은 상관관계가 없었다. 또한, 무릎의 시간적 상사척도가 1씩 증가할 때마다, 무릎 근력의 펌 근은 9.881씩 감소하였으며, 무릎 기능평가가 1씩 증가할 때마다, 무릎 근력의 펌 근은 1.006씩 감소하였다. Øiestad 등[21]은 근육의 기능 장애가 무릎 손상 발생의 위험 요소인지는 명확하게 도출되지 않다고 하였다, 다른 연구들에서는 무릎 손상 환자들 사이에서 무릎 펌 근의 약화가 나타났다고 하였다[22-24]. 또한, Segal & Glass [25]은 무릎 펌 근의 근력이 높으면 무릎 손상을 예방한다고 하였다. 무릎 펌 근은 충격 흡수 및 안전장치 역할을 하여 관절 표면을 보호하며[26], 무릎 펌 근의 근력 약화로 인한 관절연골에 과도한 스트레스는 퇴행성 과정을 유발한다[27,28]. 따라서 무릎 펌 근의 근력과 시각적 상사척도 및 무릎 기능평가에서 유의한 것으로 사료된다.

한편 Devan 등[29]은 무릎 펌 근의 근력 및 근지구력에 비해 감소된 무릎 굽힘 근의 근력 및 근지구력이 선수들의 무릎 손상 발생의 위험 요소라고 하였다. 이는 우리의 연구결과와 반대되는 경향을 보였다. 이는 남자와 여자의 신체적 차이 때문으로 사료된다. 실제로 Devan 등[27]의 연구는 여자 선수들로 국한되었으며, 본 연구는 남녀 선수들이 모두 연구에 참여하였으나

남자 선수들이 더 높았다. 일반적으로 남자보다 여자들이 과도한 넵다리네갈래근 각(quadriceps angle)을 보인다[30]. 넵다리네갈래근 각이 10° 증가하면 무릎의 가해지는 스트레스가 45% 증가하게 된다[31]. 또한, 넵다리네갈래근 각이 클수록 무릎 외측에 가해지는 압이 커져 통증의 원인이 될 수 있다[32].

한편, 균형은 무릎의 통증과[33], 근력에[34] 영향을 미친다고 하였으며, Nissen 등[35]은 장경인대(ilio tibial band)의 유연성 감소가 무릎 손상을 유발한다고 하였다. 그러나 우리의 연구에서는 균형 및 장경인대에 대한 조사가 이루어지지 못하였기에 이를 비교하지 못하였다. 이에 균형 및 장경인대의 유연성이 무릎 통증과 무릎 기능평가 그리고 무릎의 근력 및 근지구력과의 관계를 알아보는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이처럼 국가대표 필드하키선수들의 무릎의 시각적 상사척도와 무릎 기능평가 및 무릎의 근력과 근지구력에 대한 상관관계 알아보았다. 필드하키선수들 뿐만 아니라 많은 종목의 선수들이 무릎 손상 위험에 항상 노출되어 있다. 따라서, 선수들은 경기력 향상 및 운동 수행 능력의 향상을 위한 치료 및 운동프로그램에 대한 교육이 철저히 이루어져야 한다[36]. 특히 무릎 손상이 발생한 선수들에게 단순한 근력운동이 아닌, 성별에 따라 무릎 굽힘 근 및 펌 근 훈련을 실시함으로써 빠른 스포츠 현장으로의 복귀와 무릎 손상을 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 국가대표로 선발되어 국가대표 선수촌에서 훈련한 필드하키선수들이 연구에 참여하였지만, 전국에 있는 학생 선수들 및 일반부 선수들을 고려하지 못하였다.

V. 결 론

국가대표 남자 필드선수들의 무릎의 시각적 상사척도와 무릎 기능평가는 상관관계가 있었다. 무릎 펌 근의 근력과 시각적 상사 척도 및 무릎 기능평가에서도 상관관계가 있었다. 그러나 그 외의 시각적 상사척도와 무릎 기능평가는 무릎의 굽힘 근의 근력 및 펌 근과 굽힘 근의 근지구력과 상관관계가 없었다. 또한, 무릎

의 시간적 상사척도가 1씩 증가할 때마다, 무릎의 폼 근의 근력은 9.881씩 감소하였으며 ($p = .025$), 무릎기능 평가가 1씩 증가할 때마다, 무릎의 폼 근의 근력은 1.006씩 감소하였다 ($p = .044$).

본 연구는 24명의 제한적인 인원으로 연구가 진행되었으나, 대한민국을 대표하는 국가대표 남자 필드하키 선수들이 연구에 참여하였기에 본 연구의 가치가 있는 것으로 사료된다. 또한, 지속적인 연구를 통하여 선수들의 경기력 향상 및 운동 수행능력의 향상을 위한 치료 및 운동프로그램 개발에 유용한 기초자료로 제공될 것으로 사료된다.

References

- [1] International Hockey Federation. (2020). <http://www.fih.ch/?redirect=internal>
- [2] Han SW, Lee MH, Kim JH, et al. Analysis of Korea woman field hockey players' sports injuries during the game : To KT cup international hockey game. *J Kor Soc Phys Ther.* 2003;15(3):414-8.
- [3] Korea Hockey Association. (2020). <http://www.koreahockey.co.kr>
- [4] Lee KJ, Lee JY, Lim JW. Relative age effect in domestic hockey players. *The Korean journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Scienc.* 2019;21(2):81-91.
- [5] Lee MO, Lee WY, Lee MC, et al. Creatine supplementation and power training program for 12 weeks on body composition and performance in female hockey players. *J Korean Soc Living Environ Sys.* 2010;17(1):104-13.
- [6] Palmer-Green G, Fuller C, Jaques R, et al. The injury/illness performance project(IIPP): A novel epidemiological approach for recording the consequences of sports injuries and illnesses. *Journal of Sports Medicine.* 2013;27:1-9.
- [7] Steffen K, Engebretsen L. More data needed on injury risk among young elite athletes. *Br J Sports Med.* 2010;44(7):485-59.
- [8] Kim CW, Park KJ. Injuries in female elite Korean field hockey athletes: An epidemiological study. *J Korean Soc Phys Med.* 2019;14(4):163-71.
- [9] Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only : randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Physical Therapy.* 2005; 85(3):209-25.
- [10] Tonalì P, Padua L, Sanguinetti C, et al. Outcome research and patient oriented measures in the multiperspective assessment of neurological and musculoskeletal disorders. *Ital J Neurol Sci.* 1999;20:139-40.
- [11] Selfe J, Harper L, Pedersen I, et al. Four outcome measures for patellofemoral joint problems: Part 1. development and validity. *Physiotherapy.* 2001;87(10):507-15.
- [12] Kim HC, Park KJ. Analysis of Correlation Between Knee Function Score and Knee Strength and Muscular Endurance According to the position of Elite Female Handball Athletes. *J Korean Soc Phys Med.* 2020;15(3): 127-33.
- [13] Boonstra AM, Schiphorst Preuper HR, Reneman MF, et al. Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. *Int J Rehabil Res.* 2008;31(2):165-9.
- [11] An SJ, Lee JH. Reliability and validity of the Korean version of the functional movement screen. *J Kor Soc Phys Ther.* 2010;22(5):83-93.
- [14] Kim SY, Lee JH, An SH. The effects of a functional movement screen on pain and performance ability in professional fencing players. *J Kor Soc Phys Ther.* 2011;23(1):21-8.
- [15] Selfe J, Harper L, Pedersen I, et al. Four Outcome Measures for Patellofemoral Joint Problems: Part 1. Development and validity, *Physiotherapy.* 2001;87(10):507-15.
- [16] Kim HC, Park KJ. Analysis of correlation between the inspiratory capacity of the National softball players and the bone density, muscle power, muscle endurance. *J Korean Soc Phys Med.* 2020; 15(1): 95-104.
- [17] Baker JH, Anderson GL, Gu JM, et al. Experimental

- study of the relationship between alteration in tissue perfusion and anastomotic patency. *Microsurgery*. 1993; 14(6):409-15.
- [18] Choi DI, Jung TO, Jin YH, et al. Clinically meaningful reduction in pain severity by using a unidimensional scale and verbal categorical rating of pain. *J Korean Soc Emerg Med*. 2003;14(1), 66-70.
- [19] Edwards RR, Fillingim RB. Self-reported pain sensitivity Lack of correlation with pain threshold and tolerance. *Eur J Pain*. 2007;11(5):5948.
- [20] Rosenbloom BN, McCartney SKC, Katz J. Systematic Review of Persistent Pain and Psychological Outcomes Following Traumatic Musculoskeletal Injury. *Journal of Pain Research*. 2013;6:39-51.
- [21] Øiestad BE, Juhl CB, Eitzen I, et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2015;23(2):171-7.
- [22] Slemenda C, Heilman DK, Brandt KD, et al. Reduced quadriceps strength relative to body weight: a risk factor for knee osteoarthritis in women? *Arthritis Rheum*. 1998;41(11):1951-9.
- [23] Segal NA, Torner JC, Falso D, et al. Effect of thigh strength on incident radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in a longitudinal cohort. *Arthritis Rheum*. 2009;61(9):1210-7.
- [24] Hootman JM, FitzGerald SJ, Macera CA, et al. Lower extremity muscle strength and risk of self-reported hip or knee osteoarthritis. *J Phys Act Health*. 2004;1(4): 321-30.
- [25] Segal NA, Glass NA. Is quadriceps muscle weakness a risk factor for incident or progressive knee osteoarthritis? *Phys Sportsmed*. 2011;39(4):44-50.
- [26] Bennell KL, Wrigley TV, Hunt MA, et al. Update on the role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2013; 39(1):145-76.
- [27] Palmieri-Smith RM, Thomas AC. A neuromuscular mechanism of posttraumatic osteoarthritis associated with ACL injury. *Exerc Sport Sci Rev*. 2009 37(3), 147-53.
- [28] Andriacchi TP, Mundermann A, Smith RL, et al. A framework for the in vivo pathomechanics of osteoarthritis at the knee. *Ann Biomed Eng*. 2004;32(3):447-57.
- [29] Devan MR, Pescatello LS, Faghti P, et al. A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. *J Athl Train*. 2004;39(3):2637.
- [30] Post WR. Patellofemoral pain: let the physical exam define treatment. *Phys Sportsmed*. 1998; 26(1):6878.
- [31] Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(5):71524.
- [32] Almeida G, Silva APMC, Franca FHR, et al. Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Rev Bras Ortop*. 2016;51(2):1816.
- [33] Motealleh A, Mohamadi M, Moghadam MB, et al. Effects of core neuromuscular training on pain, balance, and functional performance in women with patellofemoral pain syndrome: a clinical trial. *J Chiropr Med*. 2019;18(1): 9-18.
- [34] Shiraiishi M, Mizuta H, Kubota K et al. Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clin J Sport Med*. 1996;6(1):32-9.
- [35] Nissen CW, Cullen MC, Hewett LE, et al. Physical and arthroscopic examination techniques of the patellofemoral joint. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;28(5):27785.
- [36] Lee KT, Kim JS, Choi BO. Analysis of seasonal injuries in professional football player. *J Korean Orthop Sports Med*. 2006;5(2)135-40.