

엘리트 여자 핸드볼 선수들의 포지션별 무릎 기능평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계 분석

김현철 · 박기준^{1,2†}

대한체육회 의과학부, ¹단국대학교 특수교육과 물리 및 작업치료, ²스포츠클럽 필립 SRP

Analysis of Correlation Between Knee Function Score and Knee Strength and Muscular Endurance According to the position of Elite Female Handball Athletes

Hyun-Chul Kim, PhD · Ki Jun-Park, PhD^{1,2†}

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

¹Department of Special Education (Physical & Occupational Therapy), Dankook University,

²Department of SRP, Sports Club PHILLIP

Received: July 24, 2020 / Revised: July 27, 2020 / Accepted: July 28, 2020

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The study examined the relationship between the knee function score and knee strength and muscular endurance of an elite female handball athletes according to their position in the team.

METHODS: Thirty handball athletes participated on the study: 12 front positions, 12 back positions, and five goalkeepers. The knee function score consisted of symptoms, pain, daily activity, sports and recreation, and quality of life. In addition, CSMI (Cybex, USA) was used to measure the strength and muscular endurance of the knee. The muscular strength and muscular endurance were measured at an angular velocity of 60°/s and 180°/s, respectively.

RESULTS: The overall items of the knee function score

showed a significant difference ($p = .017$), and goalkeepers had significantly higher scores than the back positions. In addition, significant differences were observed in all five items depending on the position ($p \leq .05$). On the other hand, both the flexor and extensor muscles of the knee strength and muscular endurance were not significant. Moreover, there was no correlation between the knee function score and the knee strength and muscle endurance.

CONCLUSION: Elite female handball athletes have different knee functions score depending on their position in the team, but the, strength and muscular endurance of the knee were similar for each position. Furthermore, the knee function score showed no correlateion with the strength and muscular endurance of the knee.

Key Words: Analysis of correlation, Handball athletes, Knee function score, Muscular endurance, Muscular strength

†Corresponding Author : Ki-Jun Park

koc-pt@sports.or.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.

I. 서 론

우리나라 여자 핸드볼은 여러 국제대회에서 우수한 성적을 거두고 있으며[1], 특히 아시아경기대회에서는

11회 북경 아시아경기대회부터 18회 자카르타&팔렘방 아시아경기대회까지 단 한 차례만 제외하고 모두 우승을 한 명실상부한 아시아 최강국이다[1]. 핸드볼은 팀 스포츠로써, 팀플레이 및 고도의 기술이 필요하며 [2], 최근까지도 우리나라 여자 핸드볼은 세계 정상급의 실력을 유지하고 있다[3]. 그러나, 공수에서 상대 선수와의 신체 접촉이 많은 핸드볼 경기의 특성상[4], 우리나라 여자 핸드볼 선수들은 스포츠 손상에 항시 노출되어 있으며[5], 이러한 스포츠 손상은 최악의 경우 은퇴로 이어진다[6].

지금까지 스포츠의학 분야의 연구들은 스포츠 손상에 대한 주관적 및 객관적인 요소를 파악하려는 연구는 부족하였으며, 대부분이 스포츠 손상의 발생과 재활치료에 관한 연구들로 진행되었기에[5,7-9], 스포츠 손상에 영향을 미치는 인자를 파악하기에 어려움이 있었다. 한편, 김찬우와 박기준[5]의 연구에 따르면 우리나라 여자 핸드볼 선수들의 스포츠 손상이 가장 많이 발생하는 위치는 무릎이었으며, 이러한 무릎 손상은 프론트 포지션(피벗, 라이트 윙, 레프트 윙)과 골키퍼 보다 백 포지션(센터 백, 라이트 백, 레프트 백) 선수들에게 집중된다고 보고하였다.

일반적으로 스포츠 손상은 통증 뿐 만, 아닌 운동 제한과 근력의 감소를 유발하며[10], 스포츠 손상 후 선수들은 재활운동으로 근력운동을 수행한다[11]. 게다가, Bala 등[12]은 스포츠 손상은 근지구력 감소를 유발한다고 지목하였으며, 근지구력은 산소의 전달 및 사용과 산화 및 대사 능력에 영향을 주기 때문에 근지구력의 중요성을 강조하였다[13].

한편, 무릎 기능 평가 (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; KOOS)는 자기 기입식 평가도구로써

타당도와 신뢰도가 매우 높다[14]. 안승현과 이제훈[15]은 이러한 자기 기입식 기능 평가는 스포츠 현장에서 널리 사용된다고 하였으나, 스포츠 현장에서 엘리트 선수들을 대상으로 무릎 기능 평가를 이용하여 진행된 연구는 전무한 상황이다. 물론 김성열 등[16]이 엘리트 펜싱 선수들을 대상으로 무릎 기능 평가를 이용하여 진행된 연구가 있었으나, 김성열 등[18]의 연구는 무릎 기능 평가와 허리 기능평가, 그리고 허리 근력의 관계를 알아본 연구로써, 주관적 평가인 무릎 기능 평가와 객관적 평가인 무릎의 근력 및 근지구력의 관계를 알 수 없었다. 따라서, 본 연구는 포지션에 따른 (프론트 포지션, 백 포지션 그리고 골키퍼) 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 차이와 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계를 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구참여자

본 연구는 2019년 A팀과 B팀에서 각각 훈련한 32명의 여자 엘리트 핸드볼 선수들이 최초 선정되었다. 최초 선정된 연구 참여자들은 연구의 목적에 대하여 설명을 들은 후, 부상 및 개인적인 사정으로 인하여 연구에 참여하지 못한 2명의 선수를 제외한 30명의 선수들이 연구참여자로 최종 선정되었다. 포지션 별로는 프론트 포지션(피벗, 라이트 윙, 레프트 윙) 13명, 백 포지션(센터 백, 라이트 백, 레프트 백) 12명 그리고 골키퍼 5명 이었으며, 연구참여자들의 일반적 특성은 Table 1 과 같다.

Table 1. General Characteristics of the Subjects

| | Age (years) | Height (cm) | Weight (kg) |
|----------------|--------------|---------------|---------------|
| Total | 24.87 ± 4.84 | 168.33 ± 5.74 | 64.20 ± 7.94 |
| Front Position | 25.71 ± 3.82 | 167.71 ± 7.70 | 64.43 ± 11.06 |
| Back Position | 24.20 ± 5.22 | 168.00 ± 2.74 | 63.40 ± 4.04 |
| Goal Keeper | 24.00 ± 7.81 | 170.33 ± 5.51 | 65.00 ± 6.24 |

Table 2. Difference in the Knee Function Score between Positions (Mean ± SD)

| Variables | Front Position | Back Position | GoalKeeper | F | p |
|----------------------|----------------|---------------|-----------------------------|-------|-------------------|
| Total | 72.77 ± 14.06 | 62.22 ± 11.49 | 82.98 ± 16.74 [†] | 4.757 | .017 [*] |
| Symptom | 73.51 ± 13.40 | 62.36 ± 13.01 | 80.00 ± 15.48 [†] | 3.819 | .035 [*] |
| Pain | 65.28 ± 16.35 | 57.05 ± 9.53 | 81.11 ± 25.86 [†] | 4.244 | .025 [*] |
| Daily Activity | 75.00 ± 15.89 | 65.84 ± 14.07 | 86.18 ± 14.39 [†] | 3.572 | .042 [*] |
| Sport and Recreation | 76.67 ± 10.08 | 65.38 ± 12.98 | 83.00 ± 14.83 ^{†‡} | 4.750 | .017 [*] |
| Quality of Life | 73.96 ± 14.06 | 54.33 ± 26.81 | 78.75 ± 14.39 ^{†‡} | 3.881 | .033 [*] |

* p < .05, ** p < .01, †: Back Position < Goal Keeper, ‡: Back Position < Front Position

2. 측정

1) 무릎 기능 평가

본 연구는 2019년 두개의 소속팀에서 각각 훈련한 30명의 여자 엘리트 핸드볼 선수들의 무릎 기능 평가를 알아보기 위해 Roos가 개발 및 검증한 무릎 기능 평가 (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; KOOS)를 사용하였다. 무릎 기능 평가는 총 42개의 항목으로 구성되어 있으며, 증상(7개 항목), 통증(9개 항목), 일상생활 (17개 항목), 스포츠와 레크리에이션(5개 항목) 그리고 삶의 질(4개 항목)로 구성되어 있다. Ross & Lohmander[14]의 매뉴얼에 따라 모든 항목의 점수를 100점으로 환산하여 평균값으로 계산하였으며, 점수가 높을수록 선수들의 무릎 기능의 상태가 좋은 것을 의미한다. 연구 참여자들은 평소 통증이나, 불편함을 호소한 쪽 무릎에 대한 평가를 진행하였으며, 이때 각각 독립된 공간에서 무릎 기능 평가를 진행하여 연구 참여자들의 익명성 보장은 물론 측정값의 내용을 서로 공유할 수 없도록 하였다. 또한, 무릎 기능 평가의 대한 신뢰도를 알아보기 위해 및 전체 항목 및 각각의 항목을 Cronbach's α를 이용하여 신뢰도를 측정하였다. 본 연구에서 사용한 무릎 기능 평가의 전체 항목의 신뢰도는 .975이었으며, 증상 항목은 .833이었고, 통증 항목은 .920이었다. 또한, 일상생활 항목은 .959이었으며, 스포츠와 레크리에이션 항목은 .720이었고 삶의 질 항목은 .912이었다.

2) 근력/근지구력 측정

무릎의 근력 및 근지구력을 측정하기 위해 CSMI (Cybex, USA)를 이용하여 평소 통증이나 불편함을 호소한 쪽 무릎을 대상으로 동심수축/동심수축(Concentric / Concentric) 방법을 이용하여 무릎의 펴기 근(Extensor) 및 굽힘 근(Flexor)을 측정하였다. 엘리트 선수들의 동적 근력 평가에서 근력은 60%/s 부하 속도로 측정하고 근지구력은 180%/s 부하 속도로 측정한다는 연구보고에 입각하여 근력 및 근 지구력을 각각 60%/s 부하 속도와 180%/s 부하 속도로 측정하였다[16]. 무릎의 펴기와 굽힘의 가동범위는 0~90°로 설정하였으며, 대상 작용을 방지하기 위해 의자에 부착된 스트랩을 이용하여 양쪽 어깨와 체간 그리고 골반을 X자로 교차해 고정하였다. 연구 참여자들은 무릎의 근력 및 근지구력을 측정하기 전에 최대의 힘을 발휘할 수 있도록 사전 교육을 함과 동시에, 측정 시에는 전담 물리치료가 옆에서 구령을 넣으며 독려했다. 먼저 근력을 측정하기 위해 60%/s 부하 속도에서 2회 예비 연습 후 최대의 힘을 발휘하여 5회 측정을 한 후, 편안한 자세로 의자에 앉아 휴식 시간을 5분간 주어 최대 수축 운동으로 인하여 발생한 무기인산 (Pi)와 물리력(Force)이 완전히 회복될 수 있도록 하였다[17]. 이후 근지구력을 측정하여 180%/s 부하 속도에서 2회 예비 연습 후 최대의 힘을 발휘하여 20회 측정하였다. 이와 동일한 방법으로 한달 간격으로 총 2회 측정하여 평균값으로 자료를 수집하였다. 또한, 무릎의 근력 및 근지구력의 신뢰도를 알아보기 위해

Table 3. Difference in Muscle Power and Muscle Rndurance between Positions (Mean ± SD)

| Variables | Front Position | Back Position | GoalKeeper | F | p |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|-------|------|
| Extensor of 60°/s | 219.30 ± 24.23 | 223.28 ± 26.02 | 207.60 ± 19.60 | .744 | .485 |
| Flexor of 60°/s | 122.66 ± 9.75 | 122.87 ± 17.94 | 107.92 ± 8.63 | 2.383 | .111 |
| Extensor of 180°/s | 142.95 ± 14.65 | 148.18 ± 16.04 | 135.96 ± 8.28 | 1.123 | .340 |
| Flexor of 180°/s | 89.17 ± 9.25 | 89.81 ± 11.76 | 82.06 ± 10.71 | 1.017 | .375 |

* p < .05, ** p < .01

검사-재검사 신뢰도를 측정하였으며, 본 연구의 무릎 근력의 펌 근과 굽힘 근의 신뢰도는 각각 .875 와 .912이였으며, 근지구력의 펌 근과 굽힘 근의 신뢰도는 각각 .901 와 .889이었다.

4. 자료 분석

여자 엘리트 핸드볼 선수들의 일반적 특성은 기술통계로 분석하였다. 포지션에 따른 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력을 알아보기 위하여 일원분산분석(one-way analysis Of variance)을 시행하였으며, 사후 검정으로 LSD를 시행하였다. 또한, 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 correlation (적률상관관계)를 시행하였다.

모든 통계적 유의수준은 $p \leq .05$ 로 하였으며, 통계 분석은 SPSS version 26.0 for Windows (IBM Corp, Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 무릎 기능 평가

여자 엘리트 핸드볼 선수들의 포지션에 따른 무릎 기능 평가의 전체 항목은 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p = .017$), 골키퍼가 백 포지션 보다 통계적으로 유의하게 높았다. 또한, 5개의 모든 항목에서도 포지션에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p \leq .05$). 증상, 통증 그리고 일상생활 항목은 골키퍼가 백 포지션 보다 통계적으로 유의하게 높았으며, 스포츠와 레크리에이션 그리고 삶의 질 항목은 골키퍼와 프론트 포지션이 백포지션 보다 통계적으로 유의하게 높았다.

2. 무릎의 근력 및 근지구력

여자 엘리트 핸드볼 선수들의 포지션에 따른 무릎의 근력 평가에서 펌 근과 굽힘 근 모두 백 포지션, 프론트 포지션 그리고 골키퍼 순이었다. 그러나, 포지션에 따른 펌 근과($p = .485$) 굽힘 근($p = .111$)의 근력은 통계적으로 유의하지 않았다. 또한, 근지구력의 펌 근과 굽힘 근도 모두 백 포지션, 프론트 포지션 그리고 골키퍼 순이었으나, 포지션에 따른 펌 근과($p = .340$) 굽힘 근($p = .375$)의 근지구력은 통계적으로 유의하지 않았다(Table 3).

3. 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계

여자 엘리트 핸드볼 선수들의 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계 분석에서는 무릎 기능 평가의 모든 항목은 근력 및 근지구력과 상관관계가 없었다($p \geq .05$). 즉 주관적 평가인 무릎 기능 평가와 객관적 평가인 무릎의 근력 및 근지구력은 상관관계가 없었다(Table 4).

IV. 고 찰

본 연구는 여자 엘리트 핸드볼 선수들을 대상으로 포지션에 따른 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 차이를 알아보고 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계를 알아보하고자 하였다. 무릎 기능 평가는 Roos가 개발 및 검증한 Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score를 사용하였으며, 이는 무릎의 증상 및 통증, 그리고 무릎으로 인한 일상생활 및

Table 4. Correlation between The Function Score with Muscle Power and Muscle Endurance Scale

| | Total | Symptom | Pain | Daily Activity | Sport and Recreation | Quality of Life | Extensor of 60°/s | Flexor of 60°/s | Extensor of 180°/s | Flexor of 180°/s |
|----------------------|--------|---------|--------|----------------|----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|
| Total | 1 | | | | | | | | | |
| Symptom | .835** | 1 | | | | | | | | |
| Pain | .943** | .782** | 1 | | | | | | | |
| Daily Activity | .974** | .763** | .892** | 1 | | | | | | |
| Sport and Recreation | .904** | .658** | .851** | .862** | 1 | | | | | |
| Quality of Life | .768** | .527** | .620** | .707** | .723** | 1 | | | | |
| Extensor of 60°/s | -.217 | -.235 | -.320 | -.190 | -.062 | -.075 | 1 | | | |
| Flexor of 60°/s | -.103 | -.011 | -.180 | -.151 | -.102 | .137 | .298 | 1 | | |
| Extensor of 180°/s | -.217 | -.082 | -.312 | -.220 | -.207 | -.061 | .647** | .510** | 1 | |
| Flexor of 180°/s | -.109 | .031 | -.147 | -.108 | -.252 | -.029 | .210 | .817** | .501** | 1 |

*p < .05, **p < .01

스포츠와 레크리에이션, 삶의 질을 평가하는 도구이다 [14]. 또한, 60°/s 부하 속도에서는 골격근의 I형 섬유 (Type I)가 최대로 활성화되며, 180°/s 부하 속도에서는 속도는 골격근의 II형 섬유 (Type II)가 활성화가 되기 때문에 [18], 무릎의 근력은 60°/s 부하 속도로 측정하였으며, 근지구력은 180°/s 부하 속도로 측정하였다. 우리의 연구는 핸드볼 선수들의 운동 수행능력 향상 및 무릎의 스포츠 손상 후 스포츠 현장 복귀를 위한 재활운동과 재활성 손상을 예방하기 위한 운동프로그램 개발에 유용한 기초자료를 제공하기 위함이다.

우리의 연구에서 여자 엘리트 핸드볼 선수들의 포지션에 따른 무릎 기능 평가에서 5개의 모든 항목 및 전체 항목에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 모든 항목에서 골키퍼의 무릎 기능 평가의 점수가 가장 높았으며, 그 다음으로 프론트 포지션 그리고 백 포지션 순이었다. 즉, 백 포지션 선수들의 무릎 기능 상태가 가장 좋지 못한 것을 의미하며, 골키퍼의 무릎 기능 상태가 가장 좋은 것을 의미한다. 이러한 결과는 여자 엘리트 핸드볼 선수들의 무릎 손상이 백 포지션, 프론트 포지션 그리고 골키퍼 순으로 발생률이 높다는 김찬우와

박기준 [5]의 연구를 지지하는 것이다. 그러나 무릎 기능 평가는 의학적 방법 (X-ray, CT, MRI 등)이 아닌 본인 스스로 주관적인 평가로 이루어지는 자기 기입식 평가이기 때문에 이러한 차이가 있는 것으로 사료된다. 박경수와 정석희 [19]는 주관적인 자기 기입식 평가는 신뢰도와 유효도는 높을 수 있지만, 본인 스스로 주관적인 평가로 이루어지기 때문에 결과값의 높고 낮음이 반드시 좋고 나쁨의 해석으로 보기 어렵다는 문제점을 지적하였다. 또한, 최도일 등 [20]은 통증의 정도나 감각적인 측면을 주관적으로 평가하여 기입하기 때문에 측정된 결과값의 차이가 크기 않더라도 모수적인 통계검정에서는 유의하게 나타날 수는 있지만, 이것이 임상적으로 유의함을 나타내는 것이 아니라는 문제점을 지적하였다. 실제로, 우리의 연구에서 주관적 평가인 무릎 기능 평가는 포지션에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타냈으나, 객관적 평가인 무릎의 펌 근과 굽힘 근의 근력 및 근지구력의 비교에서는 포지션에 따른 차이가 없었으며, 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계 분석에서도 상관관계가 없었다. 물론, 근육의 평가가 무릎의 기능 장애 및 손상 위험을 도출할

수 있는지는 아직까지 명확하게 설명할 수는 없으나 [21], 여러 선행 연구들에 따르면, 무릎의 기능 장애 및 손상은 무릎의 근력이 약화된다는 연구들과는 상반되는 결과이다[22-24]. 한편, Devan 등[25]은 무릎의 근력 및 근지구력의 펌 근에 비해 감소된 굽힘 근이 선수들의 무릎의 기능 장애 및 무릎 손상의 위험요소라고 지적하였다. 우리의 연구에서 직접적인 펌 근과 굽힘 근의 비를 계산하진 못하였으나, 각 포지션의 따른 근력의 펌 근과 굽힘 근은 골키퍼(1 : .52) 백 포지션(1 : .55) 그리고 프론트 포지션(1 : .56)순이었으며, 근지구력의 펌 근과 굽힘 근도 골키퍼(1 : .60) 백 포지션(1 : .61) 그리고 프론트 포지션(1 : .62)순으로 Devan 등[25]의 연구와 상반되는 결과를 보였다. 이러한 차이는 우리의 연구 참여자들이 여자 선수로 국한되었기 때문으로 사료된다. 일반적으로 여자들이 남자들 보다 더 넓은 넵다리네갈래근 각 (Quadriceps angle)과 전반슬 (Genu recurvatum)을 가지고 있으며[26,27], 이러한 생체역학의 구조적 차이로 인하여 무릎에 가해지는 스트레스가 남자와 여자가 다르기 때문이다[25]. 그러나, 아직까지 이러한 차이가 발생하는 원인을 명확하게 설명할 수는 없으며, 추후 이러한 차이가 발생하는 원인 및 요인을 찾을 수 있는 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

이처럼 여자 엘리트 선수들의 포지션에 따른 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 차이와 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력에 상관관계 알아 보았다. 이처럼, 핸드볼 선수들의 운동 수행능력 향상 및 무릎의 스포츠 손상 후 스포츠 현장 복귀를 위한 재활운동과 재발성 손상을 예방하기 위해서는 단순히 근력 및 근지구력 강화 운동이 아닌 새로운 운동프로그램 개발이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점을 다음과 같다. 본 연구의 연구 참여자는 30명으로 제한적이었으며, 모든 연구 참여자들은 여자 엘리트 핸드볼 선수들로 남성 선수들을 고려하지 못하였다. 또한, 무릎의 의학적 상태를 명확히 구분하지 못하였다.

V. 결 론

본 연구는 여자 엘리트 핸드볼 선수들을 대상으로 포지션에 따른 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 차이를 알아보고 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력의 상관관계를 알아보기 위하여 연구를 진행하였다. 여자 엘리트 핸드볼 선수들의 무릎 기능 평가는 포지션에 따라 차이가 있었으나, 무릎의 근력 및 근지구력은 포지션별로 서로 유사하다. 또한, 무릎 기능 평가와 무릎의 근력 및 근지구력은 상관관계가 없다.

References

- [1] <https://www.handballkorea.com/> Accessed May 26, 2020.
- [2] Lee JH. The epidemiology in Handball Injuries. *Exercise Science*. 2004;13(4):537-48.
- [3] Chung HK, Baek SS. Analysis of Handball Strategies of World Top Class Team to Prepare Rio 2016 Olympic Games: Focusing on Women's Team. *Sport Science*. 2017;34(2):175-80.
- [4] Asembo JM, Wekesa M. Injury pattern during team handball competition in East Africa. *East African Medical Journal*. 1998;75(2):113-6.
- [5] Kim CW, Park KJ. Injuries in female elite Korean handball athletes: a epidemiological study. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2020;15(2):93-100.
- [6] Steffen K, Engebretsen L. More data needed on injury risk among young elite athletes. *Br J Sports Med*. 2010;44(7):485-59.
- [7] Park KJ, Kim CW. Injuries in elite Korean Kabaddi athletes: a epidemiological study. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2020;15(2):57-63.
- [8] Kim HC, Park KJ. Injuries in Male and Female Elite Aquatic Sports Athletes: An 8-Year Prospective, Epidemiological Study. *J Sports Sci Med*. 2020;19:390-69.
- [9] Kim HC, Park KJ. Correlation Analysis of Sports injuries and Body Composition and Bone Density in National

- Water. Pool Players. *J Korean Soc Phys Med.* 2019; 14(3):134-41.
- [10] 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. *Phys Ther.* 2005;85(3):209-25.
- [11] Lee JH. Sports injury and rehabilitation. *J Coaching Development.* 2008;10(4):31-40.
- [12] Bala K, Gakhar M, Jagga V. Effect of Endurance Training Of Trunk Extensor Muscles on Pain and Endurance in Patients with Sub Acute Nonspecific Low Backache. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy.* 2012; 8(2):82-6.
- [13] Chok B, Lee R, Latimer J, et al. Endurance training of trunk extensor muscles in people with sub acute low back pain. *Physical Therapy.* 1999;79(11):1032-42.
- [14] Roos EM, Lohmander LS. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score(KOOS): From joint injury to osteoarthritis. *Health Qual Life Outcomes.* 2003; 3(1):64.
- [14] An SH, Lee JH. Reliability and Validity of the Korean Version of the Functional Movement Screen. *J Kor Phys Ther.* 2010;22(5):83-93.
- [15] 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.
- [16] Kim HC, Park KJ. Analysis of correlation between the inspiratory capacity of the National softball players and the bone density, bone mass, muscle power, muscle endurance. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine.* 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] Kannus P. Isokinetic Evaluation of Muscular Performance: Implications for Muscle Testing and Rehabilitation. *Int J Sports Med.* 1994;15(1):11-8
- [19] Park KS, Chung SH. A Study on Assessment of Patient with Lumbar Spinal Stenosis. *The Journal of Korea CHUNA Manual Medicine for Spine & Nerves.* 2007;2(1):23-38.
- [20] 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. *Journal of The Korean Society of Emergency Medicine.* 2003;14(1):66-70.
- [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 Cartilage.* 2015;23(2):171-7.
- [22] Hootman JM, FitzGerald S, Macera CA, et al. Lower extremity muscle strength and risk of self-reported hip or knee osteoarthritis. *J Phys Act Health.* 2004;1:321-30.
- [23] 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.
- [24] Segal NA, Torner JC, Felson 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.
- [25] 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):263-267.
- [26] Loudon JK, Goist HL, Loudon KL. Genu recurvatum syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27:361-7.
- [27] Post WR. Patellofemoral pain: let the physical exam define treatment. *Physician Sportsmed.* 1998;26(1):68-78.