

# 한국 수구 국가대표와 상비군 선수의 체력요인 비교

Yuezhu Zhou<sup>1,†</sup> MS, 김창선<sup>1,†</sup> PhD, 이승재<sup>2</sup> PhD, 민석기<sup>3</sup> PhD

<sup>1</sup>동덕여자대학교 체육학과, <sup>2</sup>남부대학교 스포츠레저학과, <sup>3</sup>한국스포츠정책과학원 스포츠과학연구실

## The Comparison of Physical Fitness Factors between Korea Water Polo National-team and Reserve-team Athletes

Yuezhu Zhou<sup>1,†</sup> MS, Changsun Kim<sup>1,†</sup> PhD, Seungjae Lee<sup>2</sup> PhD, Seokki Min<sup>3</sup> PhD

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Dongduk Women's University, Seoul; <sup>2</sup>Nambu University, Gwangju; <sup>3</sup>Korea Institute of Sport Science (KISS), Seoul, Korea

**PURPOSE:** The purpose of the study was to evaluate isokinetic muscle strength (IMS), anaerobic power, basic physical fitness, and body composition of Korean water polo athletes in the national team (NT) and reserve team (RT).

**METHODS:** Twenty-nine male water polo athletes (aged  $22.2 \pm 1.9$  years) including 14 NT and 15 RT athletes participated in this study. The participants were evaluated for physiological parameters such as body composition, physical fitness, IMS, and anaerobic power. The IMS of the knees and shoulders ( $60^\circ/s$ ,  $180^\circ/s$ , and  $240^\circ/s$ , indicating maximal muscle strength, muscle power, and muscle endurance, respectively) and trunk ( $30^\circ/s$  and  $120^\circ/s$ ) were measured using a dynamometer (NORM, CSMI, USA). Anaerobic parameters were also measured using the 30-s maximal ergometer cycling Wingate test (Monark, Sweden).

**RESULTS:** No significant differences in the IMS of the knee were found between two groups. Although the IMSs of shoulder flexion at  $180^\circ/s$  and  $60^\circ/s$  were not significantly different between the two groups, the IMSs of shoulder extension at  $180^\circ/sec$  and  $60^\circ/s$  in NT athletes were higher than those in RT athletes ( $p < .05$ ,  $p < .01$ ). There were no significant differences between the NT and RT (NS) groups in the left and right knee flexion/extension ratios (H/Q ratio,  $60^\circ/sec$ ,  $180^\circ/sec$ ). However, a significant difference was found in the right shoulder extension/flexion ratio (E/F ratio) between the two groups. Although height, muscle mass, fat mass, and Wingate anaerobic power were not significantly different between the two groups, the FEV1 and FVC of NT athletes were higher than those of RT athletes, respectively ( $p < .05$ ,  $p < .01$ ).

**CONCLUSIONS:** These results suggest the athletic characteristics of water polo players who pass and shoot and make swimming movements. The difference in the shoulder extensor muscle strength was one of the determining factors for the performance of water polo athletes.

**Key words:** Water polo, National team, Reserve team, Shoulder extension, Isokinetic muscle strength

## 서론

수구(Water polo)경기는 수영장에서 진행되는 유일한 구기 종목이며 강인한 체력과 함께 정교한 기술을 요하는 종목으로 경영과 함께 수영종목 중 하나이다[1]. 무게 약 400-450 g의 공을 가지고 한팀 7명의

선수가 8분씩 4피리어드(period) 동안 상대편 골에 공을 넣어 그 득점 차로 승패가 결정되는 경기이다[2]. 팀을 이뤄 치루는 단체경기인 만큼 강도 높은 간헐적인 스포츠로 약 15초 내외의 짧은 시간에 폭발적으로 경기를 진행하며[3], 물 속에서 진행되는 만큼 수중에서 호흡을 참고 운동을 수행할 수 있는 폐기능이 중요하다[4]. 또한, 경기 중에 밀고,

**Corresponding author:** Seokki Min Tel +82-2-970-9555 Fax +82-2-970-9502 E-mail minseokki@kspo.or.kr

<sup>†</sup> These authors contributed equally to the manuscript as first author.

**Keywords** 수구, 국가대표, 상비군, 어깨 펴기 근력, 등속성 근력

**Received** 17 Jan 2023 **Revised** 17 Feb 2023 **Accepted** 27 Feb 2023

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

당기는 등 많은 신체접촉이 이루어지기 때문에 다양한 기초체력이 필요로 하지만, 근력과 파워 등 강인한 체력이 요구되며[5], 무엇보다도 볼을 패스하고 슈팅을 할 때 필요한 어깨의 근력 및 스피드 등 다양한 체력을 필요로 한다[6].

우리나라의 수구팀은 남자팀 위주로 구성되어 고등부 7개 팀, 대학교 2개 팀 총 9개 팀이 있으며, 2022년 현재 국가대표팀은 남자 국가대표 14명, 상비군 15명으로 구성되어 있다[7]. 이러한 인프라는 중국 일본 등 인접국과 비교할 때 상대적으로 매우 부족한 실정으로, 열악한 팀 및 선수 수는 그대로 경기실적에 반영되어, 가장 최근에 열린 2020년 도쿄올림픽에는 출전하지 못했으며, 2018년 아시안게임 5위 및 2019 광주세계수영선수권대회에서는 참가한 16개 팀 중에 15위에 그칠 정도로 저조한 성적을 갖고 있다[8]. 사실 이 대회에서도 15, 16위 결정전에서의 승부던지기로 거둔 1승이 역사상 처음으로 세계선수권대회에서 승리한 것일 정도로 하위권을 벗어나지 못하고 있다. 현재 아시아권에서는 일본이 최상위권을 유지하고 있으며, 상위권인 중국, 카자흐스탄, 이란과의 경기력을 좁히는 것을 최선의 목표로 하고 있다. 여기에서 한가지 생각해 보아야 할 점은, 한국 수구 국가대표팀의 구성에 관한 문제로 대부분의 대표팀으로 선발되는 선수들은 수영선수 생활을 하다가 고등학교 이후에 수구에 입문하므로, 수영과 달리 수구에 필요한 체력 요소가 제한적이고 상대적 경쟁력이 부족하다. 또한 이들은 국가대표와 상비군 선수들로 구분되는데, 상비군 선수들은 국가대표 선수들이 부상 등의 이유로 소집이 불가능할 때 차출되어 대표팀에 합류할 수 있으며, 국제 대회 일정이 겹칠 경우 대표팀을 대신하여 상비군이 출전할 수도 있다. 따라서 국가대표 선수와의 체력적 차이를 이해하고 상비군의 체력 상태를 높여 국가대표 수준으로 유지하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 최근 수구 강국 그리스에서도 수구선수들을 국제 수준과 국내 수준으로 나누어 두 집단 간의 체력 수준을 비교 검토하여 선수들의 체력을 국제 수준으로 끌어 올리기 위한 제언을 하고 있다[9].

수구는 종목의 특성상 순간적인 민첩성 및 파워도 요구되지만, 4피리어드의 장시간의 경기를 지속해야 하는 만큼 근력 및 근지구력과 같은 근기능이 중요하다. 특히 수중에서의 이동이나 드리블을 하기 위한 경영동작 이외에도 상대를 방어 하고, 슈팅을 하기 위한 신체 다양한 부위의 움직임 필요로 하기 때문에 다양한 부위의 근기능을 검토할 필요가 있다. 이러한 부위별 정확한 근기능 평가를 통해 포지션 또는 개인별 훈련 프로그램 구성의 토대가 되며, 부상예방의 기초자료로 활용 가능하다. 등속성 근기능은 일정한 속도에 의해 근력을 평가하는 방법으로 객관적이고 신뢰도가 높은 방법으로 알려져 있다[10]. 그러나 일부 수영 선수의 근기능을 검토한 연구는 보고되고 있지만[11], 수구 종목에서의 국가대표팀과 상비군의 등속성 근기능을 비교한 연구는 부족한 실정이다. 특히 수구의 경우 수영의 경영과 다르게 순간적인

패스나 슛 동작이 많기 때문에 어깨를 포함한 각 관절의 근기능과 체력적 특징을 찾아내는 것은 수구 경기력을 향상시키는 원동력이 될 것이다.

한편, 노력성폐활량(Forced vital capacity, FVC)과 1초간 노력성 호기량(1초량, Forced expiratory volume in one second, FEV1)과 같은 폐기능은 선수가 물속에서 강도 높은 운동을 수행할 수 있는 충분한 능력을 가졌는지를 결정한다[12]. 장시간 수영훈련을 하는 수중 종목 선수들의 폐기능은 일반인에 비교하여 우수하며[13], 일부 수영 선수의 FVC이나 FEV1에 대한 연구는 보고되고 있지만[14], 수구 종목에서의 국가대표팀과 상비군을 비교한 연구는 찾을 수 없다. 또한 수구 종목은 경기 내내 물에 떠있기 위해서는 계속해서 에그비터 킥(eggbeater kick) 동작을 해야 하며, 때로는 공격과 수비를 위해 최고의 스피드로 수영을 해야 하고, 패스와 슛을 날려야 하므로 팔의 강한 근력을 필요로 한다[15,16]. 하지만, 수구 종목에 대한 체력을 분석한 연구는 매우 제한적이며, 수구국가대표와 상비군 선수들의 체력을 비교한 연구는 찾을 수 없다. 더욱이, 국가대표 종목 지도자들은 선수들의 체력과 관련된 훈련프로그램을 구성하기 전 다양한 측정장비를 사용하여 체력 수준과 컨디션을 점검한다. 주요한 측정변인은 신장, 체중 등의 신체구성을 포함하여, 순발력, 악력, 유연성, 폐기능 등의 기초체력, 그리고 전문체력인 등속성 근기능, 무산소성 파워 능력이 있으며, 다양한 측정과 평가를 통해 종목의 특이적 경기력 요인을 찾아내는 근거자료가 될 수 있으며, 이러한 데이터를 기반으로 과학적이고 체계적인 프로그램 구성이 가능하게 된다.

따라서 본 연구의 목적은 우리나라 수구 국가대표와 상비군 선수들의 신체구성, 기초체력, 등속성 근기능 및 무산소성 파워의 차이를 분석하여 수구 선수들의 체력적 특징을 명확히 하고 향후 상비군 선수들이 보강해야 할 체력 항목을 제안하고 효과적인 훈련 계획 수립에 도움을 주는 것이다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 2021년에 소집된 한국 남자 국가대표 수구 선수 14명(National team)과 상비군 선수 15명(Reserve team)이었다. 모든 측정은 K과학원의 측정 전문 요원에 의하여 실시되었으며, 측정 전 실험 목적과 방법에 대해 충분히 설명하고 대상자의 동의를 얻은 후 실험을 진행하였다. 연구 대상자의 특성은 Table 1과 같다.

### 2. 신체구성 및 기초체력 측정

대상자의 체지방량, 제지방량, 근육량, 골격근량 등의 신체구성은 체성분 분석기(Inbody 720, Biospace, Korea)를 이용하여 측정하였다. 선

**Table 1.** The comparisons of physical characteristics of Korea national and reserve team of water polo athlete

	Total (n=29)	National team (n=14)	Reserve team (n=15)	t	p
Age (yr)	22.2±1.9	23.8±1.9	20.6±2.0***	4.327	.000
Height (cm)	181.9±5.9	182.7±5.6	181.1±6.2	0.740	.466
Weight (kg)	82.1±9.3	86.5±9.1	78.0±7.6*	2.726	.011
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.9±2.6	25.9±2.9	23.9±1.8*	2.326	.032
FM (kg)	12.8±5.4	14.7±6.8	11.0±2.9	1.559	.131
FFM (kg)	69.5±6.4	71.8±5.5	67.3±6.6	1.952	.061
Fat (%)	15.3±4.7	16.7±5.8	14.0±3.2	1.559	.131
MM (kg)	65.5±6.0	67.7±5.1	63.4±6.2	2.004	.055
SMM (kg)	38.7±6.6	39.0±8.8	38.4±4.0	0.269	.790

Mean±SD.

FM, Body fat mass; FFM, Fat free mass; MM, Muscle mass; SMM, Skeletal muscle mass.

\*p<.05, \*\*\*p<.001 vs. National team.

수들의 근력 지표로서 디지털 악력계(Grip-D, Takei, Japan)를 이용하여 좌우 악력(Grip strength)을 측정하였으며, 근지구력 지표로 윗몸 일으키기(Sit up)와 턱걸이를 측정하였다. 순발력 지표로 점프측정기(ST150, Korea)를 이용하여 서전트점프(Sargent jump)를 측정하였으며, 유연성 지표로 윗몸 앞으로 굽히기(Anterior somatic flexion, ASF), 윗몸 뒤로 젖히기(Posterior somatic flexion)를 측정하였다. 총 3회 측정 후 높은 값을 기록하였다. 폐기능 지표로 폐기능측정기(Chestgraphhi-101, Japan)를 이용하여 1초노력호기량(FEV1)과 노력폐활량(FVC)을 측정하였다.

### 3. 등속성 근기능 측정

등속성 근기능은 HUMAC NORM (CSMI, USA)을 사용하였으며, 좌우 어깨 및 무릎, 몸통의 굽힘근과 폼근에 대한 최대회전력(peak torque)을 측정하였다. 본 연구에서는 측정 부위 및 각속도의 최대근력, 파워 및 근지구력 측정을 위해 K-protocol을 사용하였으며, 무릎과 어깨의 최대근력 측정은 60°/sec에서, 파워의 측정은 180°/sec에서 각각 3회씩 실시하였다. 무릎의 근지구력 측정은 240°/sec에서 26회를 실시하였고, 발휘된 최대근력을 체중으로 나눈 값인 상대근력(peak torque %BW)을 사용하였다. 몸통의 최대근력 측정은 30°/sec에서, 파워의 측정은 120°/sec에서 각각 3회씩 실시하였다.

무릎의 굽힘근과 폼근의 근력 비율을 산출하기 위해 각 속도별 굽힘근(넙다리뒤근, hamstring) 최대회전력을 폼근(넙다리내갈래근, quadriceps) 최대회전력으로 나누어 %로 환산하였다. 계산에 사용한 식은 다음과 같다.

$$\text{무릎 굽힘근과 폼근의 근력 비율(H/Q ratio, \%)} = \frac{\text{넙다리뒤근 최대회전력}}{\text{넙다리내갈래근 최대회전력}} \times 100$$

어깨의 굽힘근과 폼근의 근력 비율을 산출하기 위해 각 속도별 굽힘근(어깨굽힘근, shoulder extensor) 최대회전력을 폼근(어깨 폼근, shoulder flexor) 최대회전력으로 나누어 %로 환산하였다. 계산에 사용한 식은 다음과 같다.

$$\text{어깨 굽힘근과 폼근의 근력 비율(SE/SF ratio, \%)} = \frac{\text{어깨 폼근 최대회전력}}{\text{어깨 굽힘근 최대회전력}} \times 100$$

### 4. 무산소성 파워

무산소성 파워는 자전거 에르고미터(Monark Co., Sweden)를 이용하여 윙게이트 측정방법으로 측정하였다. 실제 측정에 앞서 준비운동으로 부하 없이 2분간 50 rpm으로 페달링을 실시한 후 진행하였다. 본 측정은 대상자 체중의 0.075 kp/kg 부하의 저항으로, 30초간 최대 페달링을 실시하여 측정하였다. 측정변인으로는 최대파워(peak power) 및 평균파워(mean power)를 산출하였다.

### 5. 자료처리

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 22.0 (SPSS Inc., USA) 통계 프로그램을 이용하여 수구 국가대표 선수들과 상비군 선수들의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation, SD)를 산출하였다. 모든 측정변수의 두 집단 간의 차이를 검증하기 위해서 독립 표본 t-test를 실시하였다. 등속성 근력과 신체구성, 기초체력, 무산소 파워 변인들의 관계를 알아보기 위하여 Pearson's correlation을 실시하였으며, 모든 통계적 유의 수준은 p<.05로 설정하였다.

## 결 과

### 1. 신체구성

국가대표와 상비군의 신체구성 검사 결과는 Table 1과 같다. 상비군의 체중(kg)은 국가대표의 약 90.2%로 유의하게 낮았으며(p<.05), BMI(kg/m<sup>2</sup>)는 국가대표의 약 92.3%로 유의하게 낮은 것으로 나타났다(p<.05). 신장(Height), 체지방량(FM), 제지방량(FFM), 체지방율(Fat), 근육량(MM), 골격근량(SMM)에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(NS).

### 2. 기초 체력

국가대표와 상비군의 기초체력 검사 결과는 Table 2와 같다. 상비군의 1초노력호기량(FEV1)은 국가대표의 약 92% 수준으로 유의하게 낮았고(p<.05), 상비군의 노력폐활량(FVC)도 국가대표의 약 88.7% 수준으로 유의하게 낮은 것으로 나타났다(p<.01). 1초노력호기량과 노력폐활량을 제외한 악력, 순발력, 근지구력, 유연성 항목의 측정결과에는 두 집단간에 유의한 차이는 없었다(NS).

**Table 2.** The comparisons of basic physical strength of Korea national and reserve team of water polo athlete

	Total (n=29)	National team (n=14)	Reserve team (n=15)	t	p
R-Grip strength (kg)	49.1±7.0	51.3±5.9	47.1±7.4	1.684	.104
L-Grip strength (kg)	47.6±6.5	49.8±6.9	45.6±5.4	1.841	.077
Sit up (times)	52.6±6.7	54.0±7.0	51.6±6.6	0.779	.443
Pull up (times)	9.8±5.1	11.0±4.9	8.5±5.1	1.402	.172
Sargent jump (cm)	42.1±4.3	43.0±4.3	41.1±4.1	1.410	.171
ASF (cm)	10.6±9.6	10.4±11.0	10.8±8.4	-0.105	.917
PSF (cm)	60.9±4.8	61.2±1	60.7±5.5	0.276	.785
FEV1 (L)	4.8±0.5	5.0±0.4	4.6±0.6*	2.634	.014
FVC (L)	5.8±0.6	6.2±0.5	5.5±0.6**	3.185	.004

Mean ± SD.

R, Right; L, Left; ASF, Anterior somatic flexion; PSF, Posterior somatic flexion; FEV1, Forced expiratory volume in one second; FVC, Forced vital capacity.

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$  vs. National team.

### 3. 등속성 근기능

#### 1) 무릎 등속성 근기능(60°/sec, 180°/sec, 240°/sec)

국가대표와 상비군의 무릎 등속성 근기능 검사 결과는 Table 3과 같다. 좌우 무릎의 굽힘근과 펴는근의 최대근력(KE60, KF60), 파워(KE180, KF180), 근지구력(KE240, KF240)에 있어서는 집단 간에 통계적인 유의한 차이는 없었다(NS). 무릎의 최대근력, 파워 및 근지구력의 펴는근은 굽힘근에 비교하여 더 높은 것으로 나타났다( $p < .001$ ).

#### 2) 어깨 등속성 근기능(60°/sec, 180°/sec)

국가대표와 상비군의 어깨 등속성 근기능 검사 결과는 Table 4와 같다. 두 집단 간 좌·우 어깨의 펴는근의 최대근력(SE60), 파워(SE180)에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ,  $p < .01$ ). 굽힘근의 최대근력(SF60)과 파워(SF180)에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(NS). 어깨의 최대근력 및 파워의 펴는근은 굽힘근에 비교하여 더 높은 것으로 나타났다( $p < .001$ ).

**Table 3.** The comparisons of knee isokinetic muscle function of Korea national and reserve team of water polo athlete

	Total (n=29)	National team (n=14)	Reserve team (n=15)	t	p
KE60 (%BW)	R	262.2±34.6***	263.3±26.0	0.153	.880
	L	255.6±32.1***	256.9±33.9	0.181	.858
KF60 (%BW)	R	149.8±20.6	147.9±22.0	-0.447	.658
	L	140.4±18.8	141.4±18.1	0.246	.808
KE180 (%BW)	R	200.5±19.5***	199.7±21.1	-0.191	.850
	L	200.5±22.5***	203.7±22.9	0.669	.491
KF180 (%BW)	R	111.3±15.6	114.2±20.1	0.901	.376
	L	106.7±11.8	109.1±13.8	0.998	.328
KE240 (%BW)	R	4,640.5±480.0***	4,684.0±566.6	0.440	.664
	L	4,654.8±495.5***	4,728.9±563.7	0.731	.471
KF240 (%BW)	R	2,433.5±426.7	2,544.2±504.3	1.295	.207
	L	2,345.4±384.4	2,404.9±412.7	0.757	.456

Mean ± SD.

KE, knee-extensor; KF, knee-flexor; 60, 60°/sec %BW; 180, 180°/sec %BW; 240, 240°/sec %BW; R, Right; L, Left.

\*\*\* $p < 0.001$  to flexion with independent t-test.**Table 4.** The comparisons of shoulder isokinetic muscle function of Korea national and reserve team of water polo athlete

	Total (n=29)	National team (n=14)	Reserve team (n=15)	t	p
SE60 (%BW)	R	128.8±20.5***	140.4±17.8	3.479	.002
	L	123.8±15.2***	132.8±13.9	2.737	.011
SF60 (%BW)	R	79.6±12.2	81.6±12.2	.858	.398
	L	78.7±12.0	79.2±9.0	.173	.864
SE180 (%BW)	R	110.7±14.8***	117.9±14.2	2.827	.009
	L	107.2±13.6***	113.9±11.8	2.614	.015
SF180 (%BW)	R	75.1±8.1	74.9±10.3	-1.134	.894
	L	70.3±7.7	70.9±6.1	.498	.623

Mean ± SD.

SE, shoulder-extensor; SF, shoulder-flexor; 60, 60°/sec %BW; 180, 180°/sec %BW; R, Right; L, Left.

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$  vs. National team; \*\*\* $p < 0.001$  to flexion with independent t-test.

3) 몸통 등속성 근기능(30°/sec, 120°/sec)

국가대표와 상비군의 몸통 등속성 근기능 검사 결과는 Table 5와 같다. 몸통 굽힘근의 최대근력(TRUNK30 Flx.)에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ). 몸통의 펴는근의 최대근력(TRUNK30)과 파

워(TRUNK120)에서는 유의한 차이가 없었다(NS).

4. 무산소성 파워

국가대표와 상비군의 무산소성 파워 검사 결과는 Table 6과 같다. 최

Table 5. The comparisons of trunk isokinetic muscle function of Korea national and reserve team of water polo athlete

		Total (n = 29)	National team (n = 14)	Reserve team (n = 15)	t	p
TRUNK30 (%BW)	Ext.	354.0 ± 50.2	384.2 ± 51.8	365.5 ± 60.6	0.875	.389
	Flx.	344.4 ± 57.2	342.4 ± 35.8	304.6 ± 26.7**	3.162	.004
TRUNK120 (%BW)	Ext.	471.0 ± 58.0**	482.9 ± 58.3	459.0 ± 57.3	1.853	.075
	Flx.	488.7 ± 62.0	503.1 ± 68.1	474.3 ± 53.9	0.407	.687

Mean ± SD.

TRUNK, trunk isokinetic muscle strength; 30, 30°/sec %BW; 120, 120°/sec %BW; Ext, Extensor; Flx, Flexor.

\*\* $p < .01$  vs. National team; \*\* $p < .01$  to flexion with independent t-test.

Table 6. The comparisons of anaerobic power by wingate test of Korea national and reserve team of water polo athlete

	Total (n = 29)	National team (n = 14)	Reserve team (n = 15)	t	p
Peak power (W/kg)	13.0 ± 1.5	13.3 ± 1.5	12.7 ± 1.4	1.056	.301
Mean power (W/kg)	8.1 ± 0.6	8.0 ± 0.5	8.3 ± 0.7	-1.465	.155

Mean ± SD.

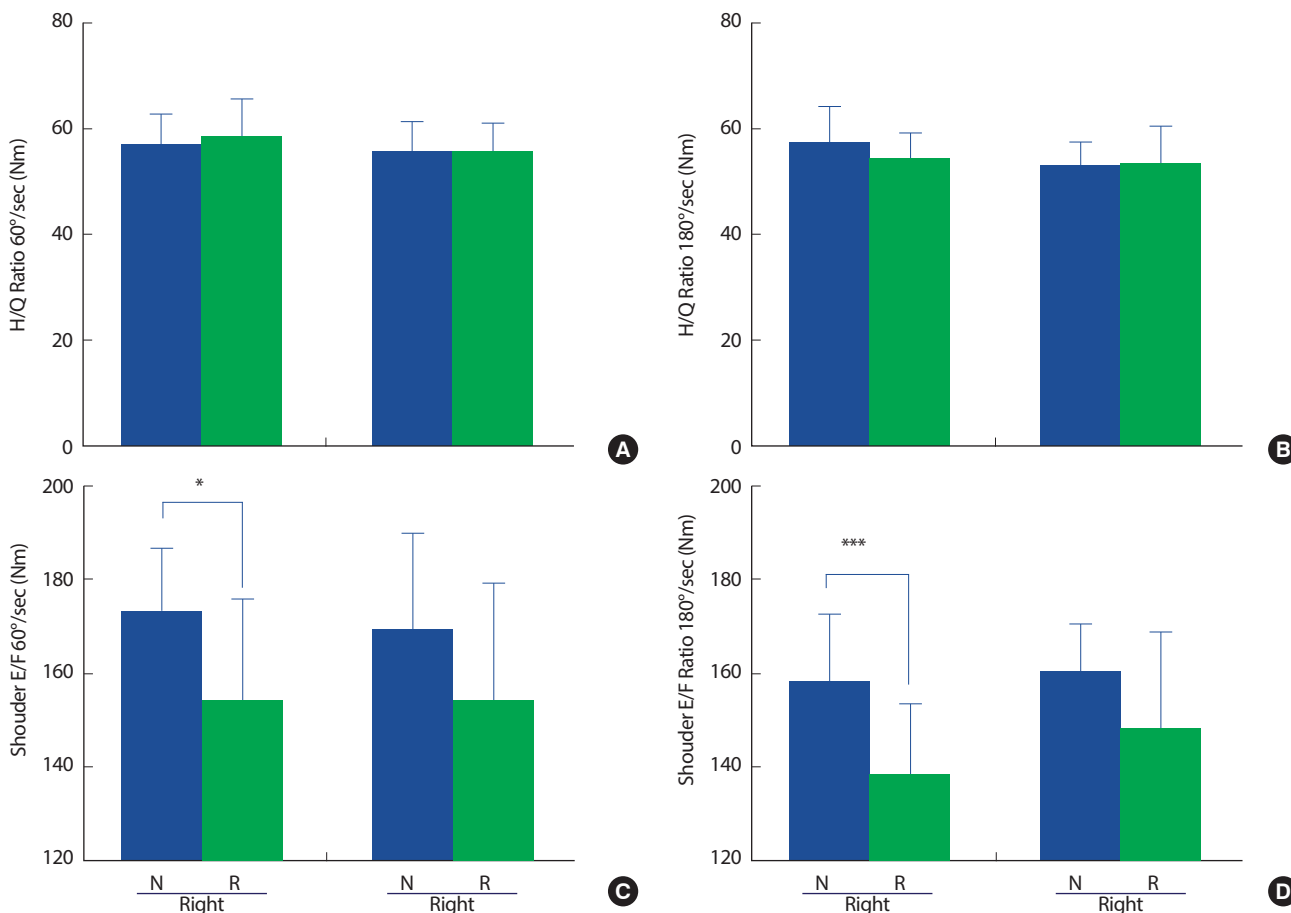


Fig. 1. Strength ratio between knee at H/Q 60°/sec, 180°/sec and shoulder at E/F 60°/sec, 180°/sec of national team and reserve team. Mean ± SD. \* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$  between two groups.

대 파워(Peak power)와 평균 파워(Mean power)에서는 두 집단 간 통계적인 차이가 없었다(NS).

**5. 무릎 및 어깨 등속성 근기능의 굽힘근과 폽근 근력비**

국가대표와 상비군의 무릎과 어깨의 등속성 근기능의 폽근과 굽힘근 근력비 결과는 Figure. 1과 같다. 좌·우 무릎 근기능(60°/sec, 180°/

sec)의 굽힘근과 폽근 근력비(H/Q Ratio)에서는 통계적인 유의한 차이가 없었다(NS). 하지만, 오른쪽 어깨 최대근력(60°/sec)의 폽근과 굽힘근 근력비(E/F Ratio)와 파워(180°/sec)의 폽근과 굽힘근 근력비(E/F Ratio)에서는 유의한 차이가 나타났으며, 국가대표가 상비군에 비해서 각각 약 110%, 115% 유의하게 높은 것으로 나타났다( $p < .05$ ,  $p < .001$ ).

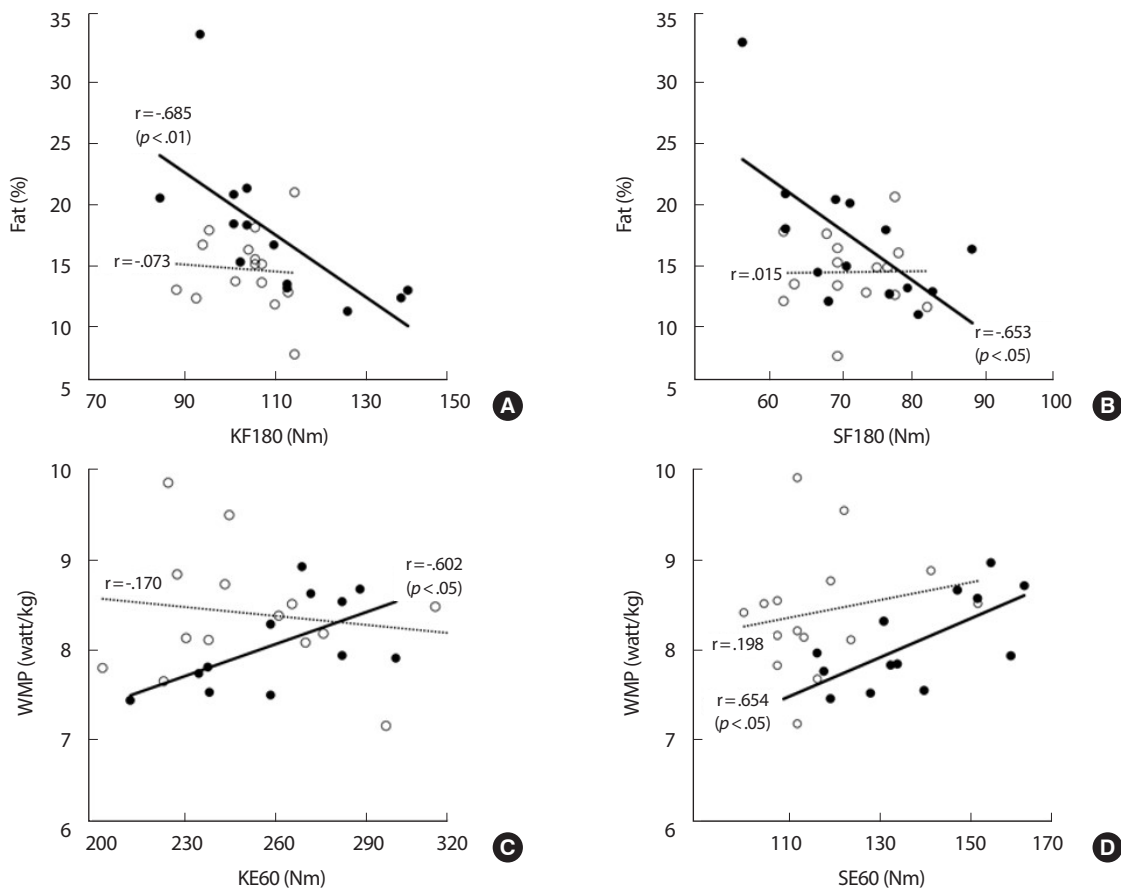
**Table 7.** Correlation between knee and shoulder at 60°/sec, 180°/sec, and basic physical strength, and anaerobic power of national team reserve team

	BW (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	MM (kg)	Fat (%)	GS (kg)	SJ (cm)	PU (times)	WPP (W/kg)	WMP (W/kg)
KE60	0.075	-0.080	0.238	-0.190	<b>0.405*</b>	0.363	0.147	0.081	0.047
KF60	0.134	-0.032	0.368	-0.278	<b>0.417*</b>	0.297	0.118	0.287	0.047
KE180	0.029	-0.188	0.280	-0.369	<b>0.401*</b>	<b>0.598**</b>	0.122	<b>0.624**</b>	<b>0.495**</b>
KF180	-0.014	-0.051	0.287	<b>-0.443*</b>	0.320	<b>0.570**</b>	<b>0.383*</b>	<b>0.688**</b>	<b>0.381*</b>
SE60	0.115	-0.066	0.271	-0.178	0.323	<b>0.585**</b>	<b>0.597**</b>	0.353	0.135
SF60	-0.038	-0.119	0.145	-0.255	0.274	<b>0.643**</b>	0.356	0.267	0.348
SE180	0.227	0.109	<b>0.393*</b>	-0.166	<b>0.422*</b>	<b>0.487**</b>	<b>0.571**</b>	0.358	0.024
SF180	-0.279	-0.359	-0.020	<b>-0.429*</b>	0.055	<b>0.621**</b>	0.315	0.206	0.354

Correlation coefficient (r).

BW, body weight; BMI, body mass index; MM, muscle mass; Fat, Percent fat; GS, grip strength; SJ, sargent jump; PU, pull up; WPP, wingate peak power; WMP, wingate mean power; KF, knee-flexor; 60, 60°/sec %BW; 180, 180°/sec %BW; 240, 240°/sec %BW; R, Right; L, Left.

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .



**Fig. 2.** Correlation between knee and shoulder Flexion at 180°/sec, and body fat and Extension at 60°/sec, and wingate mean power of national team reserve team.

**6. 등속성 근력과 신체구성, 기초체력, 무산소성 파워의 상관관계**

국가대표와 상비군 선수들을 합한 29명의 수구선수들의 무릎과 어깨의 등속성 근력과 신체구성, 기초체력, 무산소성 파워의 평균값의 상관관계 결과는 Table 7과 같다. 무릎과 어깨의 등속성 근력은 체중과 BMI와는 상관관계가 나타나지 않았다(NS). 그러나 체지방에서는 무릎과 어깨의 굽힘근의 파워(KF180, SF180)와 유의한 부적 상관관계를 나타냈다( $p < .05$ ). 서전트 점프는 어깨 등속성 최대근력(SE60, SF60)과 파워(SE180, SF180)와 유의한 정적 상관관계를 나타냈다( $p < .01$ ). 또한 서전트 점프와 무산소성 최대파워 및 평균파워는 무릎의 파워(KE180, KF180)와 유의한 정적 상관관계를 나타냈다( $p < .05, p < .01$ ).

**7. 국가대표와 상비군의 등속성 근기능과 체지방, 무산소성 파워의 상관관계**

국가대표와 상비군의 등속성 근기능과 체지방, 무산소성 파워의 상관관계를 Fig. 2에 제시하였다. 상비군에서는 체지방과 무릎(A)과 어깨(B) 파워(KF180, SF180)와 상관관계가 나타나지 않았지만, 국가대표에서는 체지방과 무릎과 어깨 파워와 부적 상관관계를 나타냈다( $p < .05$ ). 또한, 상비군에서는 무산소성 평균파워와 무릎(C)과 어깨(D) 최대근력

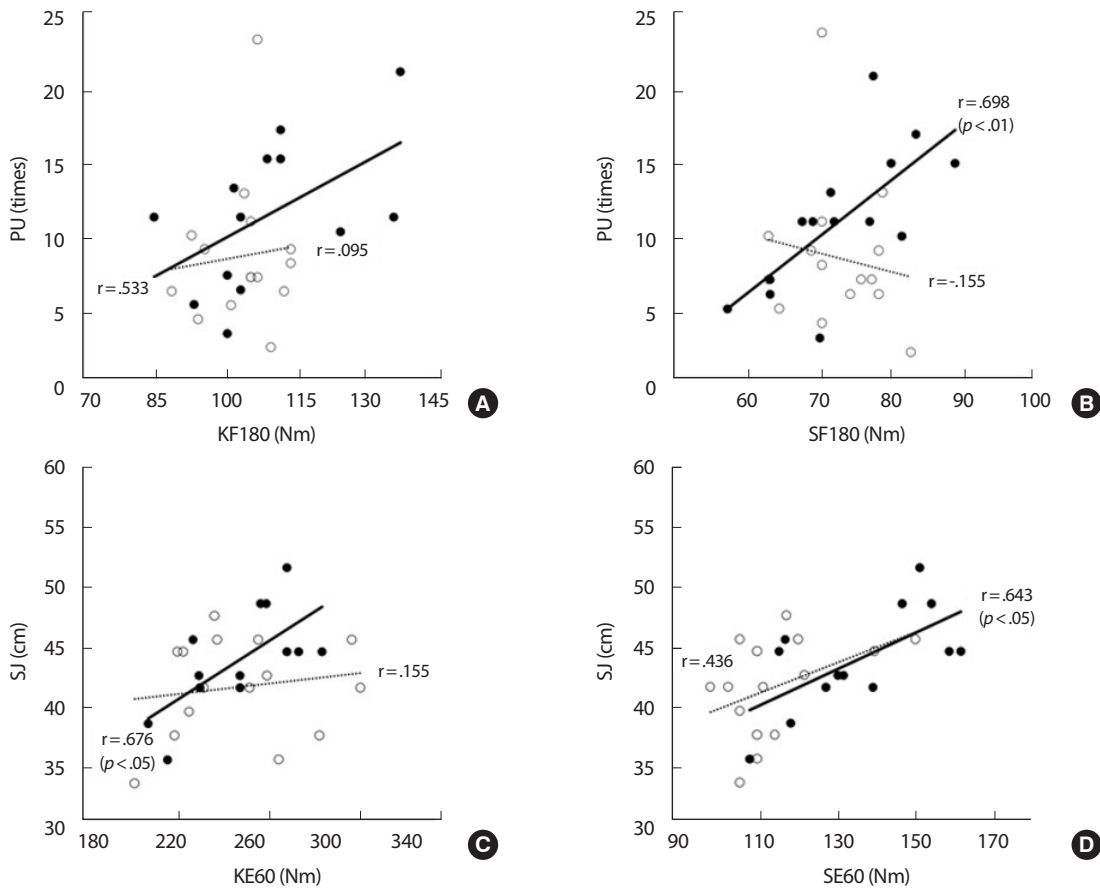
(KE60, SE60)과 상관관계가 나타나지 않았지만, 국가대표에서는 무산소성 평균파워와 무릎과 어깨 최대근력과 정적 상관관계를 나타냈다( $p < .05$ ).

**8. 국가대표와 상비군의 등속성 근기능과 턱걸이, 서전트 점프와의 상관관계**

국가대표와 상비군의 등속성 근기능과 턱걸이, 서전트 점프와의 상관관계를 Fig. 3에 나타냈다. 상비군에서는 턱걸이와 무릎(A)과 어깨(B) 파워(KF180, SF180)와 상관관계가 나타나지 않았지만, 국가대표에서는 턱걸이와 어깨 파워에서 정적 상관관계를 나타냈다( $p < .01$ ). 또한, 상비군에서는 서전트 점프와 무릎(C)과 어깨(D) 최대근력(KE60, SE60)과 상관관계가 나타나지 않았지만, 국가대표에서는 서전트 점프와 무릎과 어깨 최대근력과 정적 상관관계를 나타냈다( $p < .05$ ).

**논 의**

본 연구는 우리나라 수구 국가대표 선수의 체력적 특성을 알고, 상비군 선수들과의 차이점을 명확히 하여, 향후 수구 선수들의 육성에



**Fig. 3.** Correlation between knee and shoulder Flexion at 180°/sec, and pull up and Extension at 60°/sec, and sargent jump of national team reserve team.

필요한 자료를 제공하는 것을 목적으로 실시되었다. 본 연구에서는 등속성 근기능, 무산소성 파워, 기초체력 및 신체구성을 비교 분석하였다. 그 결과, 최대파워(180%/sec %BW)는 굽힘근에 비교하여 펌근이 더 높은 것으로 나타났다. 무릎의 등속성 최대근력 및 최대파워는 굽힘근에 비교하여 펌근이 약 1.75배에서 1.82배 정도 더 강했으며, 어깨에서도 굽힘근에 비교하여 어깨 펌근이 1.62배에서 1.57배 정도로 더 강한 것으로 나타났다. 수구에서의 영법은 대부분 자유형으로 이루어지고 있으며, 옆드린 상태에서 발을 차고, 팔로 물을 뒤로 밀어내는 특성상, 주로 펌근이 작용을 한다[17]. 도수 근력 측정기를 이용하여 일반인들의 등척성 최대 근력을 평가한 연구에 의하면 어깨의 굽힘근과 펌근의 근력은 유사하여 그 비율에 차이가 없었지만[18], 고교 및 대학 야구 투수를 대상으로 검토한 연구에서는 어깨의 펌근력이 굴근력에 비교하여 약 1.9배 정도 강하다는 것을 보고하고 있다[19]. 이처럼 각 관절의 펌근력과 굴근력의 비율은 운동 형태의 특성을 반영하고 있을 가능성이 시사되었다. 즉, 수구 선수들의 어깨와 무릎의 굽힘근에 대한 펌근의 근력비는 수구 운동 중에서 수영 동작 특성이 반영된 결과로 굴근력에 비교하여 펌근력이 상대적으로 증가한 것으로 사료된다. 이러한 펌근과 굴근력의 비율 자료는 지속적 데이터 축적을 통해 근력 발현 정도 또는 부상과의 관련성 등을 비교하는 것으로 현장에서 활용 가능할 것이다.

한편, 국가대표 선수들과 상비군 선수들의 어깨 등속성 최대근력 및 파워의 비교에 있어서는 어깨 굽힘 근력은 차이가 나타나지 않았지만, 어깨 펌근의 등속성 최대근력 및 파워에서 국가대표 선수들이 상비군 선수들보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 하지만 좌우 무릎의 굽힘근과 펌근의 등속성 최대근력 및 파워에 있어서는 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 하체보다는 상체쪽에서 국가대표와 상비군의 차이가 명백할 수 있다는 점이다. 수구 선수들은 수영 종목 선수들과 대조적으로 기본적으로 골을 넣기 위해 빠르게 수영을 해야 하는 특성 이외에도 빠르게 방향을 전환하거나, 수비하기 위해 물 위에 오래 동안 떠 있는 능력 등 추가적인 특성이 요구된다[20]. 따라서 수구 선수들은 수영 선수들과는 달리 수영(swimming) 기술 이외에도 볼을 던지고(throwing), 물을 차는 에그비터 킥(eggbeater kick) 기술 등이 필요하다[21]. 어깨의 펌근은 수영 동작에서의 물을 뒤로 밀어내는 동작에서도 사용하지만 슛이나 패스와 같이 볼을 던지는 동작에서도 주로 사용하는 근육이다. 이것은 본 연구의 주요 발견점 중의 하나이다. 수영 운동의 특성상 어깨의 굽힘근에 비교하여 펌근이 발달을 하게 되지만, 수구 국가대표와 같이 최상의 레벨에 있어서는 굽힘근에서는 차이가 나타나지 않고, 어깨 펌근의 근력 수준에서만 더 높은 것으로 밝혀졌다. 이러한 결과는 공을 던지는 야구에 있어서도 유사하게 보고되고 있는데, 프로 야구 선수의 어깨 등속성 내회전력과 외회전력을 아마추어 선수와 비교한 연구에서 프로 야구선수가 상대적으로 강한

것으로 알려져 있다[22]. 따라서 수구선수들의 경우 더 높은 경기 체력을 획득하기 위해서는 어깨의 펌근을 주로 사용하여 볼을 이용한 슈팅 연습 등을 수행하거나 트레이닝 프로그램에 반영하는 것이 필요할 것이다.

이러한 국가대표 수구 선수들의 어깨 근력의 특성은 어깨 펌근과 굽힘근의 근력비(E/F Ratio)에서 더욱 두드러지게 나타난다. 어깨 펌근과 굽힘근의 근력비(E/F Ratio)에서 좌측 어깨에서는 상비군 선수들과 차이가 없었지만, 우측 어깨에서는 국가대표 선수들이 상비군 선수들에 비교해서 최대근력 및 파워 모두 유의하게 높은 것으로 나타났다. 이 결과도 본 연구의 핵심 발견점이라 할 수 있다. 좌측 어깨에서는 차이가 없는데 우측에서만 차이가 나타난다는 것은 그만큼 슛 동작에 의한 어깨 펌근의 발달에 의한 것이라고 판단된다. 앞서 언급한 바와 같이 수구 선수의 경우 수영동작에서 필요한 발차기와 팔 짓기에 있어서, 무릎과 어깨 모두 펌근이 발달하고 있으며, 특히 국가대표처럼 최상위 레벨이 되기 위해서는 특히 패스나 슈팅을 주로 하는 오른쪽어깨의 펌근의 근력이 발달되어야 하는 것을 나타내는 것이라고 판단된다. 프랑스 국가대표 여자 수구팀 주동팔(dominant)과 비주동팔(non-dominant)의 어깨 부위의 등속성 근력을 측정된 연구에서는 대조집단에 비교하여 수구 선수들의 어깨 근력이 유의하게 높으며, 특히 비주동팔과 주동팔의 비교에서는 바깥 돌림근 최대근력에서는 차이가 나타나지 않았지만, 안쪽 돌림근 최대근력에서는 주동팔이 유의하게 높아, 슈팅에 주로 사용하는 근력이 발달한 것을 보고하고 있어[23], 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다.

또한, 몸통 굽힘근의 등속성 최대근력도 국가대표 선수들이 상비군 선수들보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 수구 경기의 우위를 점하기 위해서는 패스나 슈팅이 잘 이루어져야 하며 그 기술 요인 중의 하나가 점프이다. 수중 점프를 통하여 높이에서 우월할 때 슈팅이나 패스에 유리해진다. 따라서 수구 선수들은 경기뿐만 아니라 연습에서도 점프 동작을 많이 하게 되는데, 이 점프력을 높이기 위해서는 수중에서 허리를 굽히는 준비 동작이 잘 되어야 하며, 물의 중력을 이기고 허리를 굽히기 위해서는 몸통의 굽힘 근력이 필요하게 된다[24]. 아마도 이러한 경기 특성으로 인하여 훈련을 많이 하는 국가대표 선수들의 몸통 굽힘 근력이 더 발달했을 것으로 사료된다. 또한, 몸통 굽힘근은 주로 복근이 활용되므로 평소의 연습이나 훈련 프로그램 작성 시 참고해야 할 사항으로 보여진다.

한편, 윙게이트를 이용한 무산소성 최대파워 및 평균파워를 포함하여 체지방량, 체지방률, 근육량, 골격근량 등의 신체구성과 근력(Grip strength), 근지구력(Sit up, Pull up), 순발력(Sargent jump), 유연성(Anterior somatic flexion, Posterior somatic flexion)에 있어서는 집단 간에 통계적인 유의한 차이는 없었다. 이는 무산소성 파워를 비롯한 기초체력 수준에서는 국가대표 선수들과 상비군 선수 사이에 큰 차이가 없음을



나타내는데, 특히나 하지를 이용하여 측정하는 무릎 근력이나 무산소성 파워의 경우 수영선수 경력이나 주종목의 차이가 반영된 결과일 수도 있다. 그러나, 1초노력호기량(FEVI)과 노력폐활량(FVC)은 국가대표 선수들이 상비군 선수들보다 더 높은 것으로 나타났다. FEVI와 FVC는 폐기능 지표의 하나로 수구 선수의 물속에서의 수행능력을 평가할 수 있는 지표로 활용되며[25], 국가대표선수들이 상비군 선수들보다 폐기능이 우수한 것으로 시사되었다. 수영선수의 폐기능은 물 안에서 가슴우리가 받는 수압을 극복하면서 호흡하므로 이에 대한 적응으로 호흡근이 발달하면서 폐용량 및 환기기능이 향상되는 것으로 알려져 있으며[26], 수영 훈련을 통하여 폐기능이 증가되는 것이다[27]. 따라서 본 연구의 국가대표 또한 상비군에 비해서 반복되는 수영훈련을 통하여 폐기능이 상대적으로 향상되었을 것으로 판단된다.

더욱이, 본 연구에서는 등속성 근력과 신체구성, 기초체력, 무산소 파워의 상관관계를 검토하였다. 그 결과 무릎과 어깨의 등속성 파워(KF180, SF180)는 서전트 점프와 유의한 정적 상관관계를, 체지방과는 부적 상관관계를 나타내어, 체지방이 높을수록 근기능이 떨어지고, 근기능이 높을수록 전신 파워가 높을 가능성이 시사되었다. 특히 무릎의 굽힘근과 펴는근의 파워(KE180, KF180)는 서전트 점프, 무산소성 최대파워, 평균파워와 유의한 정적 상관관계를 나타내어, 무릎의 근기능이 수구 선수의 파워에 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 축구선수를 대상으로 한 연구에서도 잉게이트 점프의 파워와 평균파워는 무릎의 등속성 근력과 높은 정적상관이 보고되고 있다[28].

부가적으로, 본 연구에서는 등속성 근기능과 체지방, 무산소성 파워, 턱걸이, 서전트 점프의 상관관계를 국가대표 선수들과 상비군 선수들로 나누어 검토하였다. 그 결과 상비군 선수들에서는 관련성이 나타나지 않았지만, 국가대표에 있어서는 체지방이 많을수록 등속성 근기능이 떨어지고, 무릎 근기능이 좋을수록 무산소성 평균파워가 좋아지는 것으로 나타났다. 또한, 무릎과 어깨의 등속성 근기능이 좋을수록 근지구력(턱걸이)과 전신 파워(서전트 점프)가 좋아지는 것으로 나타났다. 따라서, 국가대표 선수의 경우 평소에 체지방을 관리하고, 무릎과 어깨 부위의 근력을 향상시키기 위한 노력이 요구된다. 이러한 결과들은 수구 선수들의 경기력 향상에 중요한 기초자료가 될 것으로 판단된다. 단지, 본 연구는 국가대표라는 특수성과 동시에 대상자수가 제한적이며, 연령이 신체조성 및 체력에 미치는 영향을 통제하지 못한 것은 제한점으로 보인다. 따라서, 추후 연구에서는 대상자수를 더 늘리는 것과 동시에 연령을 고려한 통계분석이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 결론

본 연구에서는 우리나라 수구 국가대표 선수와 상비군 선수들의 등

속성 근기능 및 무산소성 파워, 기초체력, 신체구성 등을 비교 분석하였다. 그 결과, 국가대표 선수들이 상비군선수들에 비해 폐기능, 몸통 굽힘근, 좌우 어깨 펴는근의 근력 및 파워가 더 높은 것으로 나타났다. 또한 주로 슈팅을 하는 우측 어깨 펴는근과 굽힘근의 근력비(E/F Ratio)가 국가대표 선수들이 상비군 선수들에 비교해서 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 수영 동작과 함께 패스와 슈팅을 하는 수구 선수들의 운동 특성이 반영된 것으로 슈팅이나 패스에 주로 사용되는 어깨 펴는근의 차이가 국가대표와상비군의 경기력을 결정 짓는 요소로 작용하고 있을 가능성이 시사되었다. 이러한 결과는, 상비군선수들은 국가대표를 대신하여 시합에 나갈 경우를 대비해 본 연구에서 차이를 보인 체력요소를 강화하는 트레이닝 프로그램 적용이 필요할 것으로 사료된다.

## CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: C Kim, S Min; Data curation: S Min, S Lee; Formal analysis: C Kim, Y Zhou; Methodology: C Kim, Y Zhou; Writing-original draft: C Kim, Y Zhou; Writing-review & editing: C Kim, Y Zhou, S Min.

## ORCID

Yuezhu Zhou	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4945-7875">https://orcid.org/0000-0002-4945-7875</a>
Changsun Kim	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4317-3609">https://orcid.org/0000-0003-4317-3609</a>
Seungjae Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0002-0830-4143">https://orcid.org/0000-0002-0830-4143</a>
Seokki Min	<a href="https://orcid.org/0000-0003-3134-9689">https://orcid.org/0000-0003-3134-9689</a>

## REFERENCES

- Choi KJ. Application of psychological training for improving the performance of water polo players. *Sport Science*. 2020;37(2):239-48.
- Mountjoy M, Miller J, Junge A. Analysis of water polo injuries during 8904 player matches at FINA World Championships and Olympic games to make the sport safer. *Br J Sports Med*. 2019;53(1):25-31.
- Smith HK. Applied physiology of water polo. *Sports Med*. 1998;26:317-34. doi: 10.2165/00007256-199826050-00003.

4. Lindholm P, Lund H, Blogg L, Gennser M. Profound hypercapnia but only moderate hypoxia found during underwater rugby play. *Undersea Hyperb Med.* 2022;49(3):367-72. doi: 10.22462/05.06.2022.10.
5. Ramirez-Campillo R, Perez-Castilla A, Thapa RK, Afonso J, Clemente FM, et al. Effects of plyometric jump training on measures of physical fitness and sport-specific performance of water sports athletes: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med Open.* 2022. 29;8(1): 108. doi: 10.1186/s40798-022-00502-2.
6. McCluskey L, Lynskey S, Leung CK, Woodhouse D, Briffa K, et al. Throwing velocity and jump height in female water polo players: Performance predictors. *J Sci Med Sport.* 2010;13(2):236-40.
7. Korea swimming federation. Introduction of national team information; 2022 [cited 2022 Dec 28]. Available from: <https://www.korswim.co.kr/board/infoNews/list?infoNewValue=info1>.
8. Korea swimming federation. Notice; 2022 [cited 2022 Dec 28]. Available from: <https://www.korswim.co.kr/board/notice/detail/703>.
9. Botonis PG, Toubekis AG, Platanou TI. Evaluation of physical fitness in water polo players according to playing level and positional role. *Sports (Basel).* 2018;28;6(4):157. doi: 10.3390/sports6040157.
10. Kim HJ, Kim CS. Continued Mat pilates exercise improve basal physical fitness, core stability and back pain in healthy college female. *Exerc Sci.* 2022;31(3):345-56. DOI: <https://doi.org/10.15857/ksep.2022.00255>.
11. Kim CK, Hyun GS. The study of muscle function about each swimming style in swimmer. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 2002;17: 889-96.
12. Rochat I, Côté A, Boulet LP. Determinants of lung function changes in athletic swimmers. A review. *Acta Paediatrica.* 2022;111:259-64.
13. Choi DW, Park HM, Kim YM, Kim JS, Kim SH, et al. Pulmonary ventilatory function in competitive swimmers. *J Korean Phys Soc.* 1991;30(1):185-92.
14. Kim TG, Kim SJ. Effect of swimming exercise on pulmonary function and blood pressure. *Korea Sport Research.* 2003;14(5):1577-86.
15. Akpınar S, Sainburg RL, Kirazci S, Przybyla A. Motor asymmetry in elite fencers. *Journal of Motor Behavior.* 2014;47(4):302-11.
16. Akpınar S. Decreased interlimb differences in female basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2016;56(12): 1448-454.
17. Kim HS, Pho JH, Cho IH, Kim CK, Lee JS. Comparisons of maximal swimming performance and physiological variables among elite competitive swimmers, modern pentathletes and water polo players during recovery. *Exerc Sci.* 2003;12(4):715-25.
18. Kim CS, Park SJ, Kim GW, Kim HJ, Kim JY. Evaluation of muscle strength laterality in Korean traditional archers. *J KSLES.* 2017;24(3): 343-50.
19. Alderink GJ, Kuck DJ. Isokinetic shoulder strength of high school and college-aged pitchers. *J Orthop Sports Phys.* 1986;7(4):145-55.
20. Lee BD, Choi KJ, Kim HS. Effect of resistance training patterns on swimming record, lactate and jumping performance in water polo players. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 2007;31:1171-9. DOI : 10.51979/KSSLS.2007.11.31.1171.
21. Lee SJ, Yoo EJ, Kim B, Eo SJ, Kim YJ, et al. Rom characteristics of shoulder and hip joint in high school water polo players. *Br J Sports Med.* 2018;16(1):597-606.
22. Won YS. Comparison of uniform rotational speed by the shoulder joint of professional baseball player and college baseball player. *J coaching Dev.* 2007;9(2):317-25.
23. Olivier N, Daussin F. Isokinetic torque imbalances of shoulder of the french women's national water polo team. *Science & Sports.* 2019;34(2): 82-7.
24. Sanders RH. A model of kinematic variables determining height achieved in water polo boosts. *Appl Biomech.* 1999;15:270-83.
25. Mazica B, Lazovich M, Djelica J, Suzic-Lazic S, Djordjevic-Saranovic T, et al. Respiratory parameters in elite athletes - does sport have an influence? *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition).* 2015;21(4):192-7. <https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2014.12.003>.
26. Marja Päivinen, Kari Keskinen, Heikki Tikkanen. Swimming-induced changes in pulmonary function: special observations for clinical testing. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation.* 2021;13:55. <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00277-1>.
27. Matsumoto I, Araki H, Tsuda K, Odajima H, Nishima S, et al. Effects of swimming training on aerobic capacity and exercise induced bronchoconstriction in children with bronchial asthma. *Thorax.* 1999;54(3): 196-201.
28. Sang HL, Young SL, Sang HL, Min SH. The study of correlation between the isokinetic leg strength and anaerobic exercise capacity of women soccer players. *Korea Sport Research.* 2003;14(5):1667-78.