

국가대표 소프트볼선수들의 흡기능력과 골밀도 및 골 질량 그리고 체간의 근력 및 근지구력의 상관관계 분석

김현철 · 박기준^{1†}

대한체육회 의과학부, ¹단국대학교 특수교육과

Analysis of correlation between the inspiratory capacity of the National softball players and the bone density, bon mass, muscle power, muscle endurance

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

Department of Medicine and Science, Korean Sport & Olympic Committee

¹Department of Special Education, Dankook University

Received: October 8, 2019 / Revised: October 11, 2019 / Accepted: December 6, 2019

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: A prospective study was conducted to investigate the correlation between the inspiration ability, bone mineral density, lumbar muscle strength, and muscular endurance for the national softball athletes in the national training center.

METHODS: The general characteristics of study subjects, inspiration ability, bone mineral density, muscle strength, and muscular endurance data were analyzed using descriptive statistics. In addition, the Pearson product moment correlation was performed to investigate the correlation between the inspiratory capacity, bone mineral density, muscle strength, and muscular endurance.

RESULTS: The inspiration, flow rates, and volume were

not correlated with the bone mass and bone mineral density. Inspiration and the flow rates and volume were not correlated with the bone mass and bone mineral density. On the other hand, inspiration was correlated with the Extensor muscles ($r=.464, p=.006$) at an angular velocity of $60^\circ/s$ and the flexors ($r=.463, p=.006$) and extensor muscles ($r=.615, p<.001$) at an angular velocity of $180^\circ/s$. The flow rate was also correlated with the extensor muscles ($r=.444, p=.009$) at an angular velocity of $60^\circ/s$ and with flexor muscles ($r=.432, p=.011$) and extensor muscles ($r=.589, p<.001$) at an angular velocity of $180^\circ/s$. Finally, the volume was correlated at the extensor muscles at an angular velocity of $180^\circ/s$ ($r=.534, p=.001$).

CONCLUSION: The correlation between the inspiratory capacity, bone mineral density, muscle strength, and muscular endurance of softball athletes did not correlate with the bone mass and bone density. On the other hand, the lumbar muscle strength increased with increasing inspiratory capacity.

Key Words: Softball athletes, Inspiratory capacity, BMD, Muscle power, Muscle endurance

†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

운동은 건강과 체력 그리고 근력 및 근지구력은 물론 [1], 골량의 증가와 골 강도 그리고 골밀도에도 기여하며 [2], 산소섭취량의 증가와 심폐의 산소교환 능력을 높여 심폐기능이 향상된다. 또한, 운동을 통한 근육과 혈관의 발달은 혈액이 심장으로 되돌아갈 수 있도록 수축 운동(Milking movement)을 하는 제2의 심장 역할을 한다 [3].

엘리트 선수에게 심폐기능은 운동 수행능력의 중요한 요소들 중의 하나이며, 골밀도는 스포츠손상과 밀접한 관련이 있다 [4]. 또한, 운동 수행능력과 관계된 심장과 호흡기관의 지구력 그리고 근력 및 근지구력, 유연성, 순발력, 속도, 등은 엘리트 선수의 심폐 지구력과 전신 근력 및 근지구력 등을 평가하는 지표가 된다 [5-7]. 따라서 심폐 지구력과 전신 근력 및 근지구력은 운동선수의 운동 수행능력을 판단하는 근거로 활용되고 있으며 [5-7], 골밀도는 스포츠 손상 예방을 위해서는 간과할 수 없는 요소이다 [4]. Moodie 등 [8]은 호흡 기능의 향상을 위한 훈련 중 흡기 근 훈련(Inspiratory muscle training)은 가로막과 흡기 보조 근에 부하를 적용함으로써 근력과 근지구력 향상에 도움을 준다고 보고하였으며, 흡기 근 훈련은 근력과 근지구력이 밀접한 관련이 있다고 보고하였다 [9,10]. 또한 Kilding 등 [11]은 수영선수를 대상으로 한 흡기 근 훈련이 100m, 200m, 400m 구간의 기록 향상은 물론 8.9%의 최대 흡기량이 상승하였다고 하였다. 한편 박원하 [12]와 양윤권 [13]은 심폐기능과 골밀도 그리고 근력은 꾸준한 운동을 통하여 향상될 수 있는 요소들이기 때문에, 심폐기능은 골밀도와 근력의 상관관계가 있다고 시사했다. 그러나 이은선 등 [14]은 심폐기능과 골밀도 그리고 근력은 다양한 변수에 쉽게 영향을 받기 때문에 상관관계는 아직까지 명확하지 않다고 보고하였다 [15-17]. 또한 이들의 연구들은 엘리트 선수들을 대상으로 연구를 진행한 것이 아닌, 일반인들을 대상으로 연구를 진행하였다. 엘리트 선수와 일반인들은 체력 및 근력 신체 조성의 차이가 있기에 [18], 이전에 선행연구들의 결과를 엘리트 선수들에게 일반화하기에는 다소 무리가 있다.

따라서 본 연구는 국가대표 소프트볼선수를 대상으로 운동 수행능력을 판단하는 지표인 흡기력, 흡기 유속, 유량과 근력 및 근지구력 그리고 스포츠 손상과 밀접한 관련이 있는 골밀도 및 골 질량을 알아보고자 하였다. 더 나아가 심폐 능력 중 하나인 흡기력과 흡기 유속 그리고 유량이 골밀도 및 골 질량 그리고 근력 및 근지구력 사이의 상관관계를 알아보고자 하였다. 이는 엘리트 선수들의 운동 수행능력과 밀접한 관련이 있는 호흡기관 운동의 중요성을 확인하고 선수들의 경기력 향상을 위한 호흡 운동프로그램 및 스포츠 손상 예방 프로그램 개발에 유용한 기초자료로 제공하기 위함이다.

II. 연구 방법

1. 연구참여자

본 연구는 2018년과 2019년 국가대표로 선발되어 국가대표 선수촌에서 훈련한 총 34명의 국가대표 소프트볼선수들이 연구참여자로서 참가하였다. 국가대표 소프트볼선수들은 국가대표 선수촌 담당 물리치료사에게 연구 목적에 대한 충분한 설명을 들었으며, 연구에 참여하기로 동의한 선수들만 동의서에 서명하고 연구를 진행하였다. 매년 규정에 의해 선발된 국가대표 소프트볼선수들로서, 감각 이상 및 운동장애 그리고 신경·근·골격에 대한 병력이 없었다. 또한 골밀도 측정에 대한 제한사항과 심폐기능의 의학적 소견이 없었으며, 연구참여자들의 일반적 특징은 Table 1과 같다.

2. 자료수집

연구참여자들은 1단계와 2단계로 나누어 연구를 진행하였다. 연구참여자들은 오후 훈련이 없는 목요일 오후에 일괄적으로 측정하였으며, 점심 식사 후 200ml 이상의 충분한 수분 섭취와 최대한 편한 자세로 앉아 30분 이상의 휴식으로 안정을 취한 후 측정하였다. 1단계 측정은 흡기력과 흡기 유속 그리고 유량 값 및 골밀도(Bone Mineral Density; BMD)를 측정으로, 먼저 흡기력과 흡기 유속 그리고 유량 값을 측정하였으며, 이후 골밀도를 측정한 후 숙소로 복귀하였다. 2단계 측정은

Table 1. General Characteristics of Subjects (n=34)

	Mean	SD
Age(years)	23.15	3.10
Height(cm)	165.23	5.92
Weight(kg)	62.59	6.81

등속성 장비를 이용한 근력 및 근지구력을 측정하는 단계로써, 연구참여자는 1단계 측정 후 1주일 후 동일한 조건에서 가벼운 준비운동을 실시하고, 체간(요부근, 복부 근)의 근력 및 근지구력을 부하 속도 60%/와 180%/s로 측정하였다.

3. 측정 도구

1) 흡기 근(Inspiratory muscle) 측정

흡기 근 측정은 역치 저항성 흡기 근 측정 및 훈련기 (Power breathe K5, UK)를 사용하여 흡기력과 흡기 유속 그리고 유량 값을 측정하였으며(Fig. 1), 연구참여자들의 안전과 대상작용을 방지하기 위하여 정면을 바라보고 의자에 앉게 한 후 체간과 목이 굴곡 및 신전 되거나 과도한 어깨의 움직임이 없도록 주의하여 실시하였다. 또한 구강 내 압력만을 측정하기 위하여 코를 막은 후 실시하였으며, 공기가 새지 않도록 마우스피스에 최대

한 입술을 밀착하였다. 이후 정확한 데이터를 측정하기 위해 연구참여자에게 최대한도로 숨을 내쉬 후 ‘시작’ 신호를 보내면 최대한 빠르고 깊게 숨을 들이마시도록 하여, 흡기력(압력: CmH2o)과 흡기 유속(L/s) 그리고 유량 값(L)을 측정하였다. 측정은 총 3회 실시하여 평균값을 산출하였다. 이 같은 방법으로 2주 간격으로 5회 측정하였으며, 측정된 값의 평균으로 자료를 수집하였다.

2) 골밀도 측정

골밀도 측정은 이중에너지 흡수(Dual energy X-ray Absorptiometry; DXA)방식에 의한 엑스레이 발생용 진단 장비인 Horizon W(Hologic, USA)를 이용하였으며 (Fig. 2), 엑스레이 감쇄 물질인 시계, 휴대폰, 안경, 액세서리 등을 제거하도록 하였다. 연구참여자들은 편안한 복장으로 Scanning table에 편하게 누워 발끝은 서로 모아준 자세에서 골밀도(g/cm³)와 골 질량(kg)을 측정하였다. Scan 범위는 정면 요추(AP Spine), 전신부 촬영(Whole Body), 고관절(Hip joint) 및 전완 부위(forearm)에 대한 촬영이 기본으로 수행되었다. 측정 시간은 6분으로 전신 엑스레이와 함께 골밀도가 측정된다. 이 같은 방법으로 2주 간격으로 5회 측정하였으며, 측정된 값의 평균으로 자료를 수집하였다.



Fig. 1. Power breathe K5 UK.



Fig. 2. x-ray bone density scan system (Hologic, Inc. Horizon W).



Fig. 3. Biodex system 4.

3) 체간의 굴곡근과 신전근의 등속성 운동 측정

체간의 등속성 운동은 Biodex(System 4, USA)을 이용하여 의 굴곡근(Flexor)과 신전근(Extensor)을 Councentric/Councentric(Con/Con)으로 측정하였다(Fig. 3). 연구참여자들은 측정 시 최대의 노력이 이루어지도록 사전 교육을 진행하였으며, 물리치료사 2인이 연구참여자들을 독려할 수 있도록 옆에서 구령을 넣어주었다. 먼저 선수들의 부상 예방을 위해 가벼운 준비운동을 10분

간 실시하였으며, 측정 자세는 신전과 굴곡 운동 반복 시에 요부 이외의 움직임이 일어나지 않도록 의자에 연결된 벨트로 어깨, 가슴, 골반을 고정하였으며 가동 범위는 0~100°로 설정하여 실시하였다[19]. 엘리트 선수들의 동적 근력 평가에서 느린 부하 속도(근력)는 60%/s, 중간 부하 속도(근지구력)는 180%/s에서 평가한다는 연구보고에 근거하여 실시하였다[20]. 먼저 60%/s에서 3회 적응 연습 후 최대의 힘으로 5회 측정하였으며,

Table 2. General Characteristics of Inspiratory Capacity, Bone Density, Muscle Power and Muscle Endurance.

	Mean	SD
Inspiration Force(CmH2o)	108.89	13.70
Flow Rate(L/S)	6.08	.69
Volume(L)	2.59	.56
Bone Mass(kg)	1.18	.08
Bone Mineral Density(cm^3)	2.43	.26
Flexor of Angular Velocity of 60°/s	145.16	18.79
Extensor of Angular Velocity of 60°/s	180.82	47.32
Flexor of Angular Velocity of 180°/s	128.76	20.40
Extensor of Angular Velocity of 180°/s	132.46	43.76

이후 180°/s에서 3회 적응 연습 후 25회 측정하였다. 또한, 측정 시 지속된 최대 수축 운동 후 힘(force)과 무기인산(Pi)이 완전히 회복하기 위해 5분의 휴식이 필요하다라는 연구에 기초하여[21], 부하 속도 사이에는 요가 매트 위에 편히 누운 자세로 5분간의 휴식 시간을 주었다. 이 같은 방법으로 2주 간격으로 5회 측정하였으며, 측정된 값의 평균으로 자료를 수집하였다.

4. 자료 분석

모든 연구참여자의 일반적 특성과 흡기능력(흡기력, 흡기 유속, 유량 값)과 골밀도 및 골 질량 그리고 근력 및 근지구력을 산출하기 위하여 기술통계(Descriptive statistics)를 시행하였다. 나이가 흡기능력과 골밀도 그리고 근력의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson의 적률 상관관계(correlation) 시행하였다. 통계적 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 하였으며, 모든 통계 분석은 SPSS version 24.0 for Windows (IBM Corp, Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 흡기 근 능력

연구참여자들의 평균 흡기력은 $108.89 \pm 13.70 \text{CmH}_2\text{o}$ 이었으며, 흡기력이 가장 높은 선수는 $131.22 \text{CmH}_2\text{o}$ 이었고, 가장 낮은 선수는 $73.06 \text{CmH}_2\text{o}$ 이었다. 또한

소프트볼선수들의 평균 흡기 유속은 $6.08 \pm .69 \text{L/S}$ 이었으며, 흡기 유속이 가장 높은 선수는 7.24L/S 이었고, 가장 낮은 선수는 4.24L/S 이었다. 마지막으로 소프트볼선수들의 평균 유량은 $2.59 \pm .56 \text{L}$ 이었으며, 유량이 가장 높은 선수는 3.37L 이었고, 가장 낮은 선수는 1.64L 이었다(Table 2).

2. 골밀도 및 골 질량

모든 국가대표 소프트볼선수들의 평균 골밀도는 $1.18 \pm .08 \text{cm}^3$ 이었으며, 골밀도가 가장 높은 선수는 1.38cm^3 이었고, 가장 낮은 선수는 1.05cm^3 이었다. 또한 소프트볼선수들의 평균 골 질량은 $2.43 \pm .26 \text{kg}$ 이었으며, 골 질량이 가장 높은 선수는 3.01kg 이었고, 가장 낮은 선수는 1.89kg 이었다(Table 2).

3. 근력 및 근지구력

모든 국가대표 소프트볼선수들의 체간의 느린 부하 속도의 평균 굴곡근(Flexor)의 근력은 $145.16 \pm 18.79 \text{N}$ 이었으며, 가장 높은 선수는 168.40N 이었고, 가장 낮은 선수는 105.50N 이었다. 평균 신전근(Extensor)의 근력은 $180.82 \pm 47.32 \text{N}$ 이었으며, 가장 높은 선수는 276.70N 이었고, 가장 낮은 선수는 89.60N 이었다. 체간의 중간 부하 속도의 평균 굴곡근의 근력은 $128.76 \pm 20.40 \text{N}$ 이었으며, 가장 높은 선수는 167.40N 이었고, 가장 낮은 선수는 102.50N 이었다. 평균 신전근의 근력은 $132.46 \pm$

Table 3. The Correlation between Inspiratory Capacity and Bone Density, Muscle Power, Muscle Endurance Scale

	IF	FR	VOL	BM	BMD	F/60	E/60	F/180	E/180
IF	1								
FR	.994**	1							
VOL	.740**	.724**	1						
BM	.272	.234	.003	1					
BMD	.186	.158	.004	.823**	1				
F/60	.106	.078	.062	.394*	.477**	1			
E/60	.464**	.444**	.291	.428*	.464**	.660**	1		
F/180	.463**	.432*	.292	.270	.239	.001	.040	1	
E/180	.615**	.589**	.534**	.380*	.336	.248	.449**	.631**	1

IF=Inspiration force, FR=Flow rate, VOL=Volume, BM=Bone mass, BMD=Bone mineral density, F/60=Flexor 60°/s, E/60=Extensor 60°/s, F/180=Flexor 180°/s, E/180=Extensor 180°/s

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

43.76N이었으며, 가장 높은 선수는 209.50N이었고, 가장 낮은 선수는 75.90N이었다(Table 2).

4. 흡기 근 능력과 골밀도 및 근력 그리고 근지구력의 상관관계

연구참여자들의 흡기력과 흡기 유속 그리고 유량 값과 골밀도 및 골 질량 그리고 근력 및 근지구력 간의 상관관계를 보면, 흡기력은 골밀도 및 골 질량에는 어떠한 상관관계도 없었다. 그러나 느린 부하 속도의 신전근 간의 상관관계는 $r=.464(p=.006)$ 이었으며, 중간 부하 속도의 굴곡근은 $r=.463(p=.006)$ 이었고, 신전근은 $r=.615(p<.001)$ 이었다. 느린 부하 속도의 신전근과 중간 부하 속도의 굴곡근 및 신전근이 높을수록 흡기력이 높았다.

흡기 유속도 골밀도 및 골 질량에는 어떠한 상관관계도 없었다. 그러나 느린 부하 속도의 신전근 간의 상관관계는 $r=.444(p=.009)$ 이었으며, 중간 부하 속도의 굴곡근은 $r=.432(p=.011)$ 이었고, 신전근은 $r=.589(p<.001)$ 이었다. 느린 부하 속도의 신전근과 중간 부하 속도의 굴곡근 및 신전근이 높을수록 흡기 유속이 높았다.

마지막으로 유량은 골밀도 및 골 질량 그리고 느린 부하 속도의 굴곡근과 신전근은 어떠한 상관관계도 없었다. 그러나 중간 부하 속도의 신전근과의 상관관계는

$r=.534(p=.001)$ 으로, 오직 중간 부하 속도의 신전근이 높을수록 유량이 높았다(Table 3).

IV. 고 찰

우리의 연구에서 국가대표 소프트볼선수들의 평균 흡기력과, 평균 흡기 유속 그리고 평균 유량을 알아보았다. 아쉽게도 국내연구에서는 소프트볼 선수들의 흡기능력을 조사한 연구가 없었기 때문에 본 연구와 비교 해볼 수 없었다. 그러나 일본의 엘리트 여자선수들을 대상으로 조사한 연구에서는 평균 흡기력은 $103.90\pm 24.60\text{CmH}_2\text{o}$ 이었으며, 특히 엘리트 소프트볼선수들의 평균 흡기력은 $99.10\text{CmH}_2\text{o}$ 로[22], 우리의 연구 보다는 조금 낮은 수준이었다. Ohya 등[23]은 고도로 훈련된 여자선수들과 흡기 근육의 피로를 요구하는 운동선수들일수록, 흡기력이 높다고 하였다. 그러나 우리나라 소프트볼 선수들이 일본 선수들보다 고도의 훈련과 흡기 근육의 피로를 요구하는 훈련을 시행한다고 단정 지을 수는 없으며, 신체적 조건, 흡연 및 생활환경 그리고 기후요소 및 지리적 특성 등 호흡에 영향을 줄 수 있는 요인들을 배제할 수 없다[24].

또한, 우리의 연구에서 국가대표 소프트볼선수들의 평균 골밀도 및 평균 골 질량을 알아보았다. Mudd 등

[25]은 미국 소프트볼 대학선수들을 대상으로 골밀도 연구를 진행하였다. Mudd 등[25]의 연구에서는 $1.16 \pm 0.06 \text{ cm}^2$ 로 우리의 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 국가대표 소프트볼선수들의 체간의 느린 부하 속도의 평균 굴곡근과 평균 신전근 그리고, 체간의 중간 부하 속도의 평균 굴곡근과 신전근을 알아보았다. 김정은 등[26]의 소프트볼선수들의 체간을 조사한 연구에서는 느린 부하 속도의 굴곡근은 $131.40 \pm 14.49 \text{ N}$ 이었으며, 신전근은 $135.40 \pm 36.82 \text{ N}$ 이었다. 중간 부하 속도의 굴곡근은 $111.80 \pm 19.16 \text{ N}$ 이었으며, 신전근은 $104.30 \pm 30.14 \text{ N}$ 이었다. 전체적으로 우리의 연구보다 체간의 근력이 낮았다. 이러한 차이는 연구참여자들의 차이 때문으로 사료된다. 우리의 연구는 대부분 성인 선수들로 이루어졌으나, 김정은 등[26]의 연구는 고등학생 선수들로 연구가 진행되었다. 이는 아직 성장기 학생들로 신체 조성이 명확하게 자리 잡지 못했기 때문으로 사료된다[27].

국가대표 소프트볼선수들의 흡기력 및 흡기 유속 그리고 유량은 골밀도 및 골 질량에는 어떠한 상관관계도 없었다. Dalsky 등[28]은 흡기능력이 골밀도와 골 질량 간의 상관관계가 없는 이유는 심폐기능을 향상시키기 위해 필요한 자극과 골 축적에 대한 자극이 다르기 때문이라고 하였다. 연구의 설계의 차이로 본 연구와 직접 비교하기에는 무리가 있으나, 양윤권[13]의 연구에서는 심폐기능이 골밀도와 상관관계가 있다는 연구를 발표하였다. 그러나 양윤권[13]의 연구에서는 전신 골밀도와 심폐기능의 상관관계가 아닌 하지 골밀도와 골반 골밀도에서만 심폐기능과 상관관계가 있었다. 이러한 선행연구 결과와의 불일치는 측정 방법의 차이나 신체적 조건 및 생활환경 등의 이유로 인한 것으로 사료된다[12]. 우리의 연구에서 연구참여자들은 국가대표 소프트볼 선수들로서 하루 평균 4시간 이상, 주 5일을 훈련 및 경기에 참여하며 운동을 시행한다. 그러나 이전의 선행연구의 연구대상자들은 일반 여자대학생들로[13], 평균 골밀도가 본 연구의 연구참여자들이 더 높아 신체적 조건과 생활환경의 차이가 있었다.

흡기력은 느린 부하 속도의 신전근과 중간 부하 속도의 굴곡근 및 신전근과 상관관계가 있었다. 흡기 유속 역시도 느린 부하 속도의 신전근과 중간 부하 속도의

굴곡근 및 신전근과 상관관계가 있었다. 마지막으로 유량은 중간 부하 속도의 신전근과 상관관계가 있었다. 이는 Barbosa 등[29]의 근력 운동이 심폐 능력에 영향을 미친다는 연구와 일치하였다. 호흡은 체간 근육의 활성화화를 유도하며 요부 안정화 근육은 필수이다[30]. 호흡 시 흉곽과 복부의 근육들은 주동근과 협력근으로 작용하며[31], 호기 중에는 복부 근육의 수축과 복강 내 압력의 상승으로 횡격막을 상승시켜 공기를 체외로 배출하기 때문에[30], 심폐 능력과 근력 간의 상관관계가 있는 것으로 사료된다. 또한 근육량의 증가는 근육 내의 모세혈관의 밀도와 수를 증가시켜, 모세혈관에서 미토콘드리아로 산소전달을 촉진 시킨다[32]. 이는 미토콘드리아의 밀도를 증가시켜, 근육 내에서 산소의 확산 거리를 축소 시키며, 산소이용의 효율과 산화효소의 증가로 근육에서의 산소추출을 증가시킨다[32]. 따라서 근육량의 증가는 심박수는 감소시키소, 최대산소 섭취량과 무산소성역치, 최대운동량을 증가시킨다[33]. 한편 Ohya 등[22]은 심폐 능력은 근력과 근육량뿐만 아니라 체질량도 영향이 있다고 시사했다.

일반적으로 근육 활동은 골격계의 기계적인 부하를 주는 주요 요소이기에, 근력과 근육량은 골밀도와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려졌다[34]. 그러나 본 연구에서는 심폐 능력이 체간의 근력 및 근지구력과 상관관계가 있었으나, 골밀도와 골 질량과는 상관관계가 없었다. 조원경 등[32]은 근지구력의 개선은 골격근 세포내의 산성화를 지연시켜 환기량의 감소에 기여한다고 시사하였으나, 아직까지 이러한 이유는 명확하지 않다. 추후 이러한 이유를 구명하기 위해 신체적 조건 및 생활환경 등의 요인들을 세분화하여 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 이러한 연구 결과들은 운동 수행능력을 판단하는 근거가 되는 심폐 능력 및 근력[5-7], 그리고 스포츠 손상과 밀접한 관련이 있는 골밀도[4]가 동반 상승할 수 있는 호흡 운동프로그램 및 스포츠 손상 예방 프로그램 개발의 유용한 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 국가대표 선수촌에서 훈련한 국가대표 소프트볼선수들로 국한되었다. 우리나라를 대표하는 국가대표 소프트볼선수들을 대상으로 흡기력, 흡기 유

속, 유량과 근력 및 근지구력 그리고 스포츠 손상과 밀접한 관련이 있는 골밀도 및 골 질량과 심폐 능력 중 하나인 흡기력과 흡기 유속 그리고 유량이 골밀도 및 골 질량 그리고 근력 및 근지구력 사이의 상관관계를 알아보았지만, 전국에서 활동하는 모든 엘리트 선수들을 고려하지 못하였다.

V. 결 론

본 연구는 각종 국제 대회에 참가하기 위해 훈련하였던, 대한민국 국가대표 스포츠선수들을 대상으로 흡기 능력과 골밀도, 허리 근력 및 근지구력의 상관관계를 알아보기 위하여 전향적 연구를 진행하였다.

2018년과 2019년 2년간 국가대표로 선발된 34명의 스포츠선수들의 평균 흡기력은 $108.89 \pm 13.70 \text{ cmH}_2\text{O}$ 이었으며, 평균 흡기 유속은 $6.08 \pm 0.69 \text{ L/S}$ 이었고, 평균 유량은 $2.59 \pm 0.56 \text{ L}$ 이었다. 평균 골밀도는 $1.18 \pm 0.08 \text{ cm}^3$ 이었으며, 평균 골 질량은 $2.43 \pm 0.26 \text{ kg}$ 이었다. 체간의 느린 부하 속도의 평균 근력은 굴곡근은 $145.16 \pm 18.79 \text{ N}$ 이었으며, 신전근은 $180.82 \pm 47.32 \text{ N}$ 이었다. 체간의 중간 부하 속도의 평균 근지구력은 굴곡근은 $128.76 \pm 20.40 \text{ N}$ 이었으며, 신전근은 $132.46 \pm 43.76 \text{ N}$ 이었다. 흡기력, 흡기 유속 그리고 유량은 골밀도 및 골 질량과 어떠한 상관관계도 없었다. 그러나 흡기력은 체간의 느린 부하 속도의 신전근과 각속도 중간 부하 속도의 굴곡근과 신전근에서 상관관계가 있었다. 흡기 유속 또한 체간의 느린 부하 속도의 신전근과 중간 부하 속도의 굴곡근과 신전근에서 상관관계가 있었다. 마지막으로 유량은 체간의 중간부하 속도의 신전근에서 상관관계가 있었다.

본 연구는 비록 34명의 제한된 인원으로서 연구가 진행되었지만, 한국을 대표하는 국가대표 스포츠선수들이 모두 연구에 참여하였다. 이러한 연구 결과들은 운동 수행 능력과 밀접한 관련이 있는 호흡기관 운동의 중요성을 확인하고 선수들의 경기력 향상을 위한 호흡 운동 프로그램 및 스포츠 손상 예방 프로그램 개발에 유용한 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] Vivian H, Heyward. Advanced fitness assessment & exercise prescription. Champaign Ill. : Human Kinetics Books. 1991.
- [2] Smith EL, Reddan W, Smith PE. Physical activity and calcium modalities for bone mineral increase in aged women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1981;13(1):60-4.
- [3] Yoo KU, Cho SY. Exercise Therapy and Health care. Seoul: a pedagogic researcher. 2005.
- [4] Kim HC, Park KJ. Correlation Analysis of Sports injuries and Body Composition and Bone Density in National Water Pool Players. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine.* 2019;14(3):134-41.
- [5] Kim JH, Park SK, Hwang SK et al. Study on Oxygen Uptake and Cardiopulmonary Function According to the Exercise Stride Difference. *Korean journal of physical education.* 1993;32(1):135-65.
- [6] Lee JH, Park CB, Yoo SH, et al. A Study on the Cardiovascular function by Exercise Events. *Korean journal of physical education.* 1994;33(3):3375-90.
- [7] Hong SK. The Effects of the Application of an Elastic Tape to Inspiratory Muscles on Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength. Master's Degree. Korea University. 2011.
- [8] Moodie L, Reeve, J, Elkins M. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation a systematic review. *Physiother.* 2011;57(4):213-21.
- [9] Dudley GA, Abraham WM, Terjung RL. Influence of exercise intensity and duration on biochemical adaptations in skeletal muscle. *J Appl Physio.* 1982;53(4):844-50.
- [10] Na YM. Sports Medicine: Injuries and Rehabilitation(3th ed). Seoul: haNibook. 2006.
- [11] Kilding AE, Brown S, McConnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200m swimming performance. *Eur J Appl Physiol.* 2009;108(3):505-16.
- [12] Park WH. Relationship of Maximal Oxygen Uptake to

- Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Korean Society of Sports Medicine*. 1997;15(2):319-25.
- [13] Yang YK. Relationship of Cardiorespiratory Function, Muscular Strength and Bone Mineral Density in Female College Students. *Korean Journal of Sports Science*. 2013;22(3):1205-14.
- [14] Lee IS, Kim SB, Moon CS, et al. The correlation between lung capacity and bone density in Korean. *The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases*. 2012;114:272.
- [15] Bayramoglu M, Sozay S, Karatas M, Kilinc S. Relationships between muscle strength and bone mineral density of three body regions in sedentary postmenopausal women. *Rheumatol Int*. 2005;25(7):513-7.
- [16] Duppe H, Gardsell P, Johnell O, et al. Bone mineral density, muscle strength and physical activity: a population-based study of 332 subjects aged 15-42 years. *Acta Orthop Scand*. 1997;68(2):97-103.
- [17] Madsen KL, Adams WC, Van Loan MD. Effects of physical activity, body weight and composition, and muscular strength on bone density in young women. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(1):114-20.
- [18] Kim SH, Son KS. Differences in Body Composition and Fitness Level between Professional and Amateur Golfers. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2002;18(2):999-1007.
- [19] Grabiner MD, Jeziorowski JJ, Divekar AD. Isokinetic measurements of trunk extension and flexion performance collected with the biodex clinical data station. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1990;11(12):590-8.
- [20] Utter A, Gross F, Dasilva S, et al. Development of a wrestling-specific performance test. *J. Strength and Conditioning Research*. 1997;11(2):88-91.
- [21] 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.
- [22] Ohya T, Hagiwara M, Chino K et al. Maximal inspiratory mouth pressure in Japanese elite male athletes. *Respir Physiol Neurobiol*. 2016;230:68-72.
- [23] Ohya T, Yamanaka R, Hagiwara M et al. The 400- and 800-m track running induces inspiratory muscle fatigue in trained female middle-distance runners. *J. Strength Cond. Res*. 2016;30:1433-7.
- [24] Park JW, Hwang BD. Analysis of Effects of Regional Air Pollutants(PM10, O3, CO) on Respiratory Disease. *Korean Public Health Research*. 2017;43(3):53-6.
- [25] Mudd LM, Fometti W, Pivamik JM. Bone mineral density in collegiate female athletes: comparisons among sports. *J Athl Train*. 2007;42(3):403-8.
- [26] Kim JE, Kim YK, Lee HJ et al. The Correlation between Isokinetics Flexion-Extension Force of Each Joint and Throwing Speed in the Softball Pitchers. *Korean Society of Sports Medicine*. 2000;18(1):33-40.
- [27] Na BS, Kim WK. Body Composition and Isokinetic Knee Joint Strength of High School Taekwondo Athletes. *Korean journal of physical education*. 2005;44(4):317-24.
- [28] Dalsky GP, Karen S, Stocke BS et al. Weight-Bearing Exercise Training and Lumbar Bone Mineral Content in Postmenopausal Women. *Ann Intern Med*. 1988;108(6):824-8.
- [29] Barbosa Filho VC, Lopes Ada S, Bozza R, Rech CR et al. Correlates of cardiorespiratory and muscular fitness among Brazilian adolescents. *Am J Health Behav*. 2014;38(1):42-52.
- [30] Kim TH, Park HK. Effect of the balance exercise on the unstable surfaces for the vital capacity in healthy adults: a preliminary study. *Korea Society of Intergration Medicine*. 2016;4(3):17-25.
- [31] Shin SO, Kim NS. Correlation Between Muscle Strength, Pulmonary Function and Respiratory Muscle in Children with Cerebral Palsy. *J Korean Soc Phys Med*. 2016; 11(2):123-30.
- [32] Cho WK, Kim DS, Choe KH et al. Assessment of Effect of Pulmonary Rehabilitation on Skeletal Muscle Metabolism by 31P Magnetic Resonance Spectroscopy.

- Tuberculosis and Respiratory Diseases. 1997;44(5): 1040-50.
- [33] Minotti JR, Johnson EC, Hudson TL, et al. Training induced skeletal muscle adaptations are independent of systemic adaptations. J Appl Physiol. 1990;68(1): 289-94.
- [34] Cho JH, Jae SY, Park WH et al. Relationship of Back Strength and Aerobic Capacity to Lumbar Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. Korean Society of Sports Medicine.