

8주간 흡기근육훈련과 태권도 수련이 흡연중년남성의 체력, CRP, 폐기능 및 등속성근기능에 미치는 영향

안영진, 이기성, 김태우, 손현지, 양진호, 김수연, 장창현

선문대학교 스포츠과학과

The Effect of 8 Weeks Inspiratory Muscle Training and Taekwondo Exercise on Physical Fitness, CRP, Pulmonary Function and Isokinetic Muscular Function in Middle Aged Male Smokers

Yung-Jin An, Ki-Sung Lee, Tae-Woo Kim, Hyun-Ji Son, Jin-Ho Yang, Soo-Yeon Kim, Chang-Hyun Jang

Department of Sport Science, Sunmoon University, Asan, Korea

PURPOSE: The purpose of this study was to compare and analyze the effects of Taekwondo training including 8-week inspiratory muscle training on physical fitness, CRP, pulmonary function and isokinetic muscle function of middle-aged male smokers.

METHODS: 21 middle-aged male smokers were divided into 3 groups: inspiratory muscle training+Taekwondo training group (n=7), Taekwondo training group (n=7) and control group (n=7). Measurement variables were physical fitness (Body composition, muscular strength, muscular endurance, flexibility, cardiorespiratory function, balance), CRP, pulmonary function (FVC, FEV1, FEV1/FVC), and isokinetic muscle function (peak torque %BW, average power %BW). The repeated measure ANOVA was conducted to analyze the differences and interactions between groups and periods. In the case of any difference, t-test was conducted to perform post hoc test between pre and post treatment and the contrast was conducted to perform post hoc test between groups. One-way analysis of variance (ANOVA) was used between groups, and repeated measures t-test was used between groups. All significance levels were verified at .05.

RESULTS: As a result, the combined exercise group also showed statistically significant changes in the physical fitness (Body composition, muscular strength, muscular endurance, flexibility, cardiorespiratory function), pulmonary function (FEV1, FEV1/FVC), and isokinetic muscle function (peak torque %BW).

CONCLUSIONS: Consequently, it shows that 8 weeks Taekwondo training including inspiratory muscle training made a positive effect on fat content, muscular strength, muscular endurance, cardio respiratory fitness, R-extension in peak torque %BW in middle-aged male smokers.

Key words: Inspiratory muscle training, Taekwondo exercise, Physical fitness, Pulmonary function, Isokinetic muscular function

서론

우리나라 성인남성의 흡연율은 세계에서 1, 2위를 다툴 정도로 높은 수준이다. 30대 성인남성의 하루 평균 흡연량은 14.1개비이고, 40대 성

인남성은 16.2개비로 연령별 흡연율을 보았을 때 2007년부터 현재까지 30대와 40대가 가장 큰 비중을 차지하고 있다[1]. 흡연은 일시적으로 우리 몸에 영향을 주진 않지만, 장기적으로 건강에 치명적인 손상을 초래할 수 있다[2]. 담배연기 속에는 약 4,000여 가지의 화학물질이 존

Corresponding author: Chang-Hyun Jang Tel +82-41-530-2292 Fax +82-41-530-2796 E-mail jang@sunmoon.ac.kr

Keywords 흡기근육훈련, 태권도 수, 체력, 폐기능, 등속성근기능련

Received Jul 19 2017 Revised Aug 6 2017 Accepted Aug 25 2017

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.

재하며, 여러 유해물질 중에서도 니코틴(nicotine), 타르(tar), 일산화탄소(CO) 등이 인체에 치명적이다[3]. 니코틴은 교감신경계를 향진시켜 화학수용기를 자극하고 카테콜라민의 유리를 증가시켜 혈압을 상승시킨다. 타르는 기도점막의 손상과 기도저항을 증가시켜 폐에 부정적인 영향을 미치며, 일산화탄소는 일산화 헤모글로빈(CO-Hemoglobin)을 형성하여 산소운반능력을 저하시킴으로써 신체운동능력을 약화시킨다[4]. 흡연은 폐암을 비롯한 각종 암(구강인두암, 방광암, 간암, 직장암, 췌장암 등) 발생의 직간접적인 원인을 가져오며, 심혈관질환 및 만성폐질환 등 질병을 발생시킬 수 있다. 관상동맥질환은 혈관 내의 염증이 진행되어 전신의 염증반응 지표들의 혈중 농도가 증가시킬 수 있다[5].

C-반응성 단백질(C-reactive protein, CRP)은 대표적인 혈중 염증지표이며 흡연자들은 대부분 CRP농도가 높다. 규칙적인 신체활동은 혈관염증과정을 개선시키지만[6], Croisier et al. [7]과 Czarkowska-Paczek et al. [8]은 IL-6의 순환량은 증가시키지만 염증인자들에는 유의한 변화가 나타나지 않았다고 보고하였다. 또한 흡연은 심장질환의 위험을 높이는 중심성 비만을 증가시키며 인슐린저항성과 당뇨병을 일으킬 수 있다[9]. 특히 흡연은 폐기능에 부정적인 영향을 주며, 담배의 니코틴은 혈액 응고 작용을 증가시키고 헤모글로빈의 산소공급능력을 저하시켜 체내의 저산소 상태를 초래하는 것으로 보고하고 있다[10].

흡연이 호흡기에 미치는 생리학적 영향은 담배의 유해물질들이 기도의 점막을 자극하여 천식, 기관지염을 일으키고 기도저항과 기도폐색을 높여 폐기능의 저하를 가져온다. 흡연으로 인한 호흡기 질환은 주로 기침과 호흡곤란이 나타나며 호흡근의 기능이 결여되어 있다. Roh & Choi [11]는 대학생의 흡연집단과 비흡연 집단의 각종 체력요인과 폐기능의 비교에서 비흡연 집단이 흡연 집단보다 근력, IRM, 유연성, 순발력 등 체력요인과 FVC, FEV1, MVV의 폐기능이 높게 나타났다고 하였다. 또한 Sun et al. [12]의 연구에서는 비흡연군(n=93), 흡연군(하루 평균 19.8개비, 흡연기간 7.7년; n=106)의 유산소 운동능력 비교에서 장기적인 흡연이 20대 성인 남성의 유산소 운동능력이 우수하였다. 이처럼 흡연집단은 비흡연 집단보다 체력적인 요인과 폐기능 요인이 현저히 떨어지는걸 알 수 있다. 약화된 체력과 폐기능을 회복하기 위해서는 금연이 가장 좋은 방법이지만 흡연은 중독성과 의존성을 갖는 물질이기 때문에 사실상 어렵다고 볼 수 있다. Choi [13]의 연구에서는 흡연자의 운동습관은 심폐능력과 호흡 능력의 증가뿐만 아니라 심혈관위험인자 등에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였고 Kim [14]의 연구에서도 만성 흡연자의 짐스틱(gymstick)을 이용한 상지운동과 사이클(cycle)을 이용한 하지운동 후 폐기능의 유의한 증가를 보고하였다.

최대운동능력을 결정하는 중요한 요인으로 폐환기능력을 평가하는데 최대운동능력의 약 85%를 상회하는 운동에서 횡격막의 피로가 발생한다고 보고하고 있다[15,16]. 횡격막 근육과 호흡근육은 형태학적

으로나 기능적으로 골격근에 해당하여 적절한 생리적 자극이 주어지면 그 훈련에 따라 반응하게 된다[17]. 따라서 호흡근육의 근력강화는 피로를 줄여주거나 지연시켜 운동능력을 향상시킬 수 있다[18]. Yoon & Jeon [19]의 연구에서는 높은 강도의 흡기근육 훈련이 건강하고 체력이 좋은 대상자들의 VO₂max와 심폐기능의 향상을 보고하였고 Jung & Lee [18]의 연구에서도 흡기근육 훈련과 유산소운동의 동시적용이 심폐반응과 폐기능의 향상을 보고하였다. 이외에도 낭포성섬유증(cystic fibrosis)환자에 흡기근육훈련을 적용한 연구[20]와 건강한 대상자에게 흡기근육훈련을 적용한 연구[21], 운동선수 대상자에게 흡기근육훈련을 적용한 연구[19,22,23] 등 다양한 대상자에서 호흡근육 근력강화의 긍정적인 효과가 있음을 보고하였다.

Yang [24]의 흡연경력이 1년 이상 하루 10개비 이상 흡연하는 20대 남학생을 대상으로 호흡근 강화훈련을 4주간 주 2회 실시한 후의 폐기능의 영향에서 호흡근 폐기능 향상의 정적인 상관관계가 확인되었다. 또한 Choi et al. [25]은 격렬한 운동 및 호흡에 대한 강한 요구가 생기면 외늑간근은 흡입 공지의 부피를 증가시켜 예비 흡기량을 늘리고, 내늑간근은 내보내는 공기의 양을 늘려 예비호기량을 증가시키는 것으로 미루어, 운동을 할 때 호흡법은 횡격막뿐만 아니라 복부근, 늑간근을 효율적으로 활용하고 있어 흡연자의 심폐기능 향상에 적절한 방법이라고 하였다.

태권도는 우리 민족의 얼과 혼이 담긴 국기로 전 세계적으로 보급되어 있으며 올림픽 정식종목으로 채택되어 현재 204개국에서 약 7,000만이 수련하고 있는 국제적인 스포츠이다. 태권도는 스포츠경기이지만 수련방법이나 성격상 여전히 무도의 본질을 고수하고 있으며 양생을 근본으로 하는 복식호흡을 강조하고 있다[26]. 태권도 수련은 전신을 움직이는 신체활동이기 때문에 근력, 근지구력, 민첩성, 평형성 등 균형 있는 신체발달을 유도하며, 신경계 근육 및 순환계의 생물학적 기능을 발달시킨다[27]. 또한 신체의 조직력과 순환계에도 커다란 영향을 주어 백혈구 수가 늘어나고 적혈구의 생성이 왕성해짐에 따라 신체의 동적 건강을 향상시킨다. 또한 호흡법을 통해 심폐기능을 촉진시킬 수 있으며, 상대를 압도할 수 있는 순간적인 지적 활동이 전개됨으로써 뇌와 신경계의 지적 판단력과 응용력을 길러주게 된다[28]. 태권도 수련과 관련된 선행연구를 살펴보면 Chun et al. [29]은 지속적으로 태권도 수련을 하고 있는 대학생 집단과 평소 운동경험이 없는 대학생 집단의 기초체력을 비교분석 하였는데 태권도 수련집단에서 유연성, 순발력, 근지구력이 높게 나타났고(p<.05) 등속성 근력 또한 각속도 180°/sec와 60°/sec에서 높게 나타났다. Koo et al. [30]에서도 여유심박수 50-70%의 운동강도로 주 5일, 12주간 태권도 품새 수련을 실시한 결과 태권도그룹에서 FVC, VC, ERV가 증가하였다고 보고하여 호흡을 필요로 하는 품새수련이 폐기능에 긍정적인 변화를 나타내었다. 그러나 흡연 중년남성들에 대한 태권도의 폐기능 효과에 대한 연구는 미

진한 실정이다.

본 연구에서는 태권도 수련에 참여하는 흡연중년남성이 흡기근육 훈련을 병행함으로써 얻어지는 체력, CRP, 폐기능 및 등속성근기능의 변화를 연구함으로써 기존 태권도 수련을 통하여 얻어지는 생리적 변화와 호흡근 강화운동을 추가하여 얻어지는 생리적 변화의 비교를 통하여 태권도 운동과 흡연의 기초자료를 마련하는 데 목적이 있다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 피검자는 경기도 S시의 40대 중년남성으로 통계청의 하루 평균 흡연량을 기준으로 16.2개비의 담배를 3년 이상 지속하고 있는 흡연자 21명을 대상으로 구성하였다. 흡연방법 중 필터담배가 아닌 경우 실험에서 제외시켰다. 실험 전 체성분 분석 및 개인 면담을 통해 약물복용을 하지 않고 생활습관이 양호한 자를 선정하였다. 기흉의 병력이 있거나 폐에 이상이 있는 사람, 고혈압이 있는 사람, 갈비뼈 골절의 경험이 있거나 골다공증이 있는 사람은 실험에서 제외시켰다. 모든 검사와 운동프로그램, 예상되는 효과를 충분한설명을 하고 연구자가 선행연구 및 통제를 위해 사전에 작성해 놓은 동의서를 받았다. 집단 간 연령 및 체질량지수(BMI)에 통계적인 차이가 없는 피검자들은 복합운동집단(흡기근육 훈련+태권도 수련집단; n=7), 태권도 수련집단(n=7), 통제집단(n=7)으로 무작위 배정하였다. 연구대상의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. 연구절차

본 연구는 S대학교 운동생리학 실험실에서 실시하였으며 흡연중년 남성 21명으로 실시하였다. 8주간의 흡기근육 훈련을 포함한 태권도 수련집단은 흡기근육 훈련 1일 2회 30분, 태권도수련은 주3회 60분, 인터벌트레이닝으로 실시하였다. 측정항목은 체력(신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력), CRP, 폐기능(FVC, FEV1, FEV1/FVC), 등속성근기능(peak torque %BW, average power %BW)을 측정하였다.

Table 1. Physical characteristics of the participants

Variables	IMT+TE (n=7)	TE (n=7)	C (n=7)	p
Age (year)	40.85±5.24	40.85±5.63	40.71±5.52	.998
Height (cm)	173.42±3.1	172.85±2.26	173.71±2.42	.826
Weight (kg)	76.12±8.51	76.92±11.66	75.74±8.63	.973
Fat content (%)	19.61±5.03	19.28±7.8	21.55±5.61	.768
BMI (kg/m ²)	25.28±2.22	25.81±3.28	25.05±2.32	.862

Values are M ± SD.

IMT+TE, inspiratory muscle training+taekwondo exercise; TE, taekwondo exercise; C, control.

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

1) 신체구성(body composition)

신체구성은 생체전기저항법인 체성분 검사기(In Body720, Bio Space, Korea)를 이용하여 오차를 최소화하기 위해 측정 하루 전 저녁 9시 이후부터 공복상태를 유지하고 측정하였다. 측정 당일 실험실에 도착한 후 피검자의 몸에 부착되어 있는 금속성 물질을 빼고 양말을 벗고 손과 발바닥을 닦은 후 실시하였다. 직립된 자세에서 양팔을 약간 벌린 상태에서 전극을 누르고 2분간 측정하였다. 신체구성의 변인은 체중, 체지방률(Fat content [%]), 체질량지수(body mass index [kg/m²])로 선정하였다.

2) 근력(muscular strength)

근력은 악력계(T.K.K5101, TAKEI, Japan)를 이용하여 악력을 측정하였다. 두 발을 어깨 넓이로 벌린 후 악력계 손잡이를 피검자의 손가락 둘째마디에 맞게 조정하였다. 팔을 곧게 펴고 든 손의 악력을 총 2회 측정하였다. 측정 간 20초-1분 휴식을 취한 후 최대치를 kg으로 기록하였다.

3) 근지구력(muscular endurance)

근지구력 검사는 매트에 누워 윗몸일으키기를 1분간 실시하였다. 무릎을 90도로 굽히고 양팔은 머리 뒤에서 각지를 낀 후 팔이 허벅지에 닿을 때까지 올라갔다가 어깨와 등이 바닥에 닿을 때까지 내려오는 것을 1회로 기록하였다.

4) 유연성(flexibility)

유연성 측정은 체전굴 측정기(NH-3000K, HelmasIII, Korea)를 사용하여 측정하였다. 양다리를 앞으로 펴서 무릎을 굽히지 않고 발바닥을 좌전굴 벽에 대어 양손 끝을 앞으로 밀어 2초간 유지하게 하였다. 총 2회 측정하여 최대치를 cm로 기록하였다.

5) 유산소성 운동능력(cardiorespiratory function)

유산소성 운동능력은 보통 최대운동 또는 최대하운동시 인체가 산소를 어느 정도 유용하게 활용하는 것으로 평가된다[31]. 본 실험에서는 자동 호흡가스 분석시스템(MetalLyzer 3B, Germany)을 이용하여 트레드밀로 운동부하검사를 실시하였다. 매 3분마다 경사도를 2% 증가시키는 Bruce Protocol을 사용할 것이며, 측정항목은 고강도 Transducer와 연결된 자동호흡대사 분석장치에서 20초마다 1회 환기량, 분사환기량, 호흡수, 산소섭취량, 체중 당 산소섭취량, 이산화탄소 배출량을 측정하였다. 부하량이 증가함에도 불구하고 산소섭취량이 거의 증가하지 않는 고원상태(levelling-off)를 나타내는 지점과 최고 심박수가 나이에 의해서 예측된 최대심박수(200-나이)의 95%수준에 도달했을 경우, 호흡교환율(RER)이 1.1 이상의 판단기준에서 최소 2가지 항목

이상의 조건을 만족시킨 경우에 한해서 최대산소섭취량을 취하였다. 가능한 목표심박수의 80% 이상 해당되는 심박수에 도달할 때까지 운동을 지속하도록 하였으며 피검자가 더 이상 운동을 계속하지 못하겠다고 의사를 표시할 경우 운동을 중단하였다[32]. 검사를 통하여 운동 지속시간, 최대산소섭취량을 측정하였다.

6) 평형성(balance)

평형성 측정은 눈감고 외발서기(closed eyes foot balance)로 측정하였다. 자연스레 선 상태에서 양손을 허리에 붙이고 한발을 들어 균형을 유지하며 눈을 감고 유지하는 시간을 기록하였다. 이때 지지하는 발이 움직이거나 허리에서 손이 떨어졌을 때, 눈을 떴을 때 균형을 잃은 것으로 간주하였다.

(1) 혈액 검사

혈액검사는 실험 전일 저녁 9시 이후부터 금식을 하여 12시간 이상 공복상태를 유지한 상태에서 오전 9시부터 11시까지 S대학교 운동생리학실험실에서 진행되었다. 피검자들은 실험실에 도착한 후 약 5분간 의자에 앉은 채로 휴식을 취한 후 간호사 2명이 사전검사로서 상완정맥에서 5 mL를 채혈하였다. 운동트레이닝 전과 후에 동일한 방법으로 혈액을 총 2회 수집하였다. 채혈된 전혈(whole blood)은 혈청(serum)을 얻기 위해 진공 tube에 5 mL의 전혈을 넣은 후 5분간 실온에 1시간 방치한 후 원심분리(3,000 rpm, 10분)를 하여 혈청 분리관에 담은 후 실험종료와 함께 N 임상병리센터에 의뢰하여 CRP를 분석하였다.

(2) 폐기능 검사(Vmax Spectra: Pulmonary Suction Testing)

폐기능 검사는 Spiropalm (COSMED, United Kingdom)을 이용하여 측정하였다. 피검자는 검사를 시행하기 전 검사의 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 듣고 동의서를 작성하고 최근의 질병 또는 약물 복용 등 간단한 설문 조사를 하였다. 폐활량 측정 시 목과 자세에 대한 설명

과 흡기, 호기에 대한 교육, 마우스피스 사용법을 설명하고 피검자에게 시범을 보여주었다. 피검자는 앉은 상태에서 5분간 휴식을 취한 후 코마개와 마우스피스를 문 후 힘을 빼고 최대한 빠르고 세게 호기하였다. 잘못된 방법을 지적하고 적합한 검사를 위해 3회 이상 검사를 실시할 것이다. 검사 항목은 FVC, FEV1, FEV1/FVC를 측정하였다.

(3) 등속성 근기능 검사

등속성 근기능은 관절의 위치각(position angle)과 토크곡선(torque curve)을 동시에 기록할 수 있는 등속성 장비인 MPS21 (LINAK, Korea)을 이용하여 무릎 관절의 좌, 우 신전과 굴곡의 등속성 근력(60%/sec)과 근 파워(90%/sec)를 측정하였다. 각속도 60%/sec의 부하속도에서 3회 무릎 관절 신전 및 굴곡 운동 수행을 했을 때 발휘된 최대근력을 체중으로 나눈 값인 상대근력(peak torque %BW)과 각속도 180%/sec의 부하속도에서 10회 무릎 관절 신전 및 굴곡 운동 수행을 했을 때 발휘된 평균파워를 체중으로 나눈 값인 상태평균파워(average power %BW)를 측정하였다. 측정 간 휴식시간은 30초를 두었다. 측정 전 장비의 Calibration을 실시하였고 피검자에 신체적 조건에 맞도록 의자의 회전, 각도, 등받이의 수평, Dynamometer의 경사도, 높이, 좌우 회전각도 및 의자고정 위치를 설정하였다. 측정 부위를 제외한 다른 부위는 strap으로 고정하였다. 장비의 적응을 위해 예비테스트를 2번 실시하도록 하여 최대 근력을 발휘하도록 유도하였다.

3. 운동프로그램

흡기근육 훈련은 POWER breathe (HaB International, England)를 이용하여 실시하였다. Griffiths et al. [33]과 Romer et al. [34]의 연구에서 흡기 횟수는 POWER breathe로 30번 흡기를 수행하는 것이 최대 흡기압의 절반의 수준과 같다는 자료를 바탕으로 운동기간은 8주간 주 3회, 태권도 수련의 본 운동 중 인터벌 트레이닝 중간에 POWER breathe를 최대 노력으로 신속하고 강하게 30번 흡기 하도록 하였다.

Table 2. Exercise program

	Contents	Exercise
Taekwondo exercise + Inspiratory muscle training	Warm up (10 min)	Gymnastics & stretching
	Taekwondo exercise (40 min)+ Inspiratory muscle training (15 min)	Basic kicks (10 min) 2 min rest and inspiratory muscle training 30 time (5 min) Basic physical fitness exercise: sit up, push up rope-skipping exercise (15 min) 2 min rest and inspiratory muscle training 30 time (5 min) Pumsae exercise, Gyeorugi exercise (15 min) 2 min rest and inspiratory muscle training 30 time (5 min)
	Cool down (10 min)	Gymnastics & stretching
Taekwondo exercise	Warm up (10 min)	Gymnastics & stretching
	Taekwondo exercise (40 min)	Basic kicks (10 min) Basic physical fitness exercise: sit up, push up rope-skipping exercise (15 min) Pumsae exercise, Gyeorugi exercise (15 min)
	Cool down (10 min)	Gymnastics & stretching

운동 시간은 1회 30분의 흡기 시 5분을 넘지 않도록 하였다[35]. 태권도 수련 프로그램은 Park [36], Kim [37]의 연구에서 사용된 프로그램을 참고하여 구성하였고 인터벌트레이닝으로 구성하였다. 태권도 수련은 인터벌 트레이닝을 통해 유산소와 무산소시스템 모두 작동하게 하여 고강도 운동단계의 부산물인 젖산으로 근육 피로를 유발 시켰다. 고강도 유산소 운동강도는 75-80%의 여유심박수로 설정하였다. 복합운동 집단(흡기근육 훈련+태권도 수련)의 프로그램과 태권도 수련집단의 훈련 프로그램은 Table 2에 제시하였다.

4. 자료처리방법

본 연구의 측정 자료는 SPSS 17.0 version 통계 프로그램을 이용하여 각각의 그룹과 측정시기의 체력(신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐 지구력), CRP, 폐기능, 등속성근기능(근력, 근파워)의 기술 통계를 이용

하여 평균(Mean)과 표준편차(Standard deviation)를 산출하였다. 8주간 호흡훈련을 포함한 태권도 수련의 적용에 따른 집단과 측정시기 간의 변화를 검증하기 위하여 이원변량분석(two-way with repeated measure ANOVA) RG(3)×RM(2)을 이용하였으며 사후검증은 scheffe 방법을 사용하였다. 정확한 검증을 위하여 그룹 간에는 일원변량분석(one-way ANOVA), 측정시기 간에는 반복측정 t-검증 방법을 이용하였다. 본 연구의 통계 분석을 위한 모든 유의수준은 .05로 설정하였다.

연구 결과

본 연구는 8주간 호흡훈련을 포함한 태권도 수련을 통해 흡연중년 남성의 체력, CRP, 폐기능 및 등속성근기능에 미치는 영향을 비교 분석하고자 하는 것이다. 이를 위하여 복합운동집단(흡기근육 훈련+태

Table 3. Change of physical fitness & CRP

			pre	post	t	F-value (scheffe)		p		
Body composition	Weight (kg)	IMT+TE (n=7)	76.12±8.51	73.92±8.04	4.404**	.047	group (A)	.954		
		TE (n=7)	76.92±11.66	76.14±9.90	.962		time (B)	.005**		
		C (n=7)	75.74±8.63	75.51±8.22	.693		A X B	.074		
	Fat content (%)	IMT+TE (n=7)	19.61±5.03	17.71±4.35	3.890**		group (A)	.589		
		TE (n=7)	19.28±7.80	18.60±6.78	1.341		time (B)	.007**		
		C (n=7)	21.55±5.61	21.78±5.67	-.699		A X B	.013*		
	BMI (kg/m ²)	IMT+TE (n=7)	25.28±2.22	24.46±2.12	4.858**		.165	group (A)	.849	
		TE (n=7)	25.81±3.28	25.38±2.68	1.373			time (B)	.003**	
		C (n=7)	25.05±2.32	25.00±2.17	.487			A X B	.068	
Muscular strength (kg)	IMT+TE (n=7)	38.15±5.52	43.85±3.08	-5.011**	1.746	group (A)		.203		
	TE (n=7)	34.40±5.69	38.28±6.55	-4.155**		time (B)		.000**		
	C (n=7)	35.48±6.51	37.24±5.12	-1.958		A X B		.038*		
Muscular endurance (counts)	IMT+TE (n=7)	33.28±9.99	42.57±9.27	-7.023**		.388		group (A)	.684	
	TE (n=7)	33.14±9.47	35.85±7.24	-2.363				time (B)	.000**	
	C (n=7)	35.14±7.47	34.42±4.99	.540				A X B	.000**	
Flexibility (cm)	IMT+TE (n=7)	8.47±5.43	11.17±3.71	-2.606**			.174	group (A)	.841	
	TE (n=7)	9.34±6.78	9.78±5.86	-.678				time (B)	.046*	
	C (n=7)	8.20±6.92	8.00±6.53	.326				A X B	.045*	
Cardiorespiratory fitness	Exercise duration (sec)	IMT+TE (n=7)	725.57±78.55	806.00±70.50	-4.174**			.265	group (A)	.265
		TE (n=7)	709.14±72.11	743.28±63.07	-1.891				time (B)	.001**
		C (n=7)	722.85±20.82	716.42±9.51	1.000				A X B	.004**
	VO ₂ max (mL/kg/min)	IMT+TE (n=7)	32.00±3.46	35.42±3.69	-6.492**	1.227			group (A)	.317
		TE (n=7)	32.14±6.14	33.00±5.71	-3.286*				time (B)	.000**
		C (n=7)	30.42±2.50	30.14±1.86	1.000				A X B	.000**
Balance (sec)	IMT+TE (n=7)	13.41±7.74	17.75±10.54	-2.256	2.806		group (A)	.087		
	TE (n=7)	16.40±7.18	18.14±8.11	-2.216			time (B)	.007**		
	C (n=7)	8.78±1.82	9.26±2.91	-.769			A X B	.113		
CRP (mg/dL)	IMT+TE (n=7)	0.10±0.11	0.07±0.05	1.444		.005	group (A)	.995		
	TE (n=7)	0.10±0.10	0.08±0.09	1.804			time (B)	.048*		
	C (n=7)	0.09±0.06	0.08±0.05	1.922			A X B	.371		

Values are M±SD.

IMT+TE, inspiratory muscle training+taekwondo exercise; TE, taekwondo exercise; C, control.

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

권도 수련집단; n=7), 태권도 수련집단(n=7), 통제집단(n=7)으로 구분 하였으며 체력(신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력, 평형성), CRP, 폐기능(FVC, FEV1, FEV1/FVC), 등속성 근기능(peak torque %BW, average power %BW)을 종속변인으로 설정하여 집단과 측정시기에 따른 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 신체구성의 변화에서 집단 내에서의 체중, 체지방량, BMI는 모두 IMT+TE 집단에서만 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). 집단 간 변화율의 비교에서는 세 집단 모두 운동 후 차이가 없었고 집단과 시기 간 상호작용에서는 체지방량에서만 나타났다($p < .05$) (Table 3).

2. 체력의 변화에서 집단 내에서의 근력, 근지구력, 유연성, 평형성은 IMT+TE 집단에서 평형성은 뺀 나머지 모두 유의한 차이가 나타났다

($p < .01$), TE 집단에서는 근력에서만 유의한 차이가 나타났다 ($p < .01$). 집단 간 변화율의 비교에서는 세 집단 모두 운동 후 차이가 없었고 집단과 시기 간 상호작용에서는 평형성을 제외한 체력요인에서 유의한 차이가 나타났다 ($p < .05, p < .01, p < .05$) (Table 3). 심폐지구력의 변화에서 집단 내에서의 운동지속시간 최대산소섭취량은 IMT+TE 집단에서는 모두 유의한 차이($p < .01$)가 나타났고 TE 집단에서는 최대산소섭취량에서만 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 집단 간 변화율의 비교에서는 세 집단 모두 운동 후 차이가 없었고 집단과 시기 간 상호작용은 모두 나타났다($p < .01$) (Table 3).

3. CRP의 변화에서 집단 내에서의 유의한 차이는 모두 나타나지 않았고, 집단 간 변화율의 비교에서도 세 집단 모두 운동 후 차이가 없었

Table 4. Change of pulmonary function & isokinetic muscular function

		pre	post	t	F-value (schffe)	p		
FVC (L)	IMT+TE (n=7)	4.09±0.18	4.09±0.16	.274	.333	group (A)	.721	
	TE (n=7)	4.10±0.32	4.10±0.25	.075		time (B)	.571	
	C (n=7)	4.16±0.20	4.20±0.16	.651		A X B	.777	
FEV1 (L)	IMT+TE (n=7)	3.07±0.43	3.32±0.34	-4.449**	.012	group (A)	.988	
	TE (n=7)	3.16±0.52	3.30±0.53	-1.233		time (B)	.009**	
	C (n=7)	3.21±0.33	3.25±0.37	.552		A X B	.238	
FEV1/FVC (%)	IMT+TE (n=7)	0.75±0.08	0.81±0.06	4.272**	.050	group (A)	.951	
	TE (n=7)	0.76±0.09	0.80±0.10	1.085		time (B)	.022*	
	C (n=7)	0.77±0.05	0.77±0.09	.097		A X B	.233	
Peak torque %BW (Nm)	R-extension	IMT+TE (n=7)	41.74±6.23	53.94±14.91	-3.104*	.126	group (A)	.882
		TE (n=7)	47.70±4.44	49.08±4.04	-1.901		time (B)	.004**
		C (n=7)	45.77±11.35	46.44±10.66	.408		A X B	.007**
	R-flexion	IMT+TE (n=7)	24.85±5.70	32.52±9.37	-3.822**	.556	group (A)	.578
		TE (n=7)	21.52±7.70	29.51±6.92	-2.996*		time (B)	.001**
		C (n=7)	22.41±16.32	24.67±9.25	.666		A X B	.278
	L-extension	IMT+TE (n=7)	50.61±15.74	58.18±17.04	-2.613*	.472	group (A)	.631
		TE (n=7)	43.05±10.74	53.57±9.82	-2.404		time (B)	.002**
		C (n=7)	46.91±15.68	49.31±15.74	-1.258		A X B	.225
	L-flexion	IMT+TE (n=7)	25.54±7.23	32.61±8.00	-2.480*	.119	group (A)	.888
		TE (n=7)	26.04±7.54	30.74±8.02	-2.574*		time (B)	.002**
		C (n=7)	26.68±8.86	27.60±8.05	-1.444		A X B	.116
Average power %BW (Nm)	R-extension	IMT+TE (n=7)	105.35±33.84	112.67±32.90	-1.225	.163	group (A)	.851
		TE (n=7)	109.41±21.18	116.05±14.62	-1.262		time (B)	.074
		C (n=7)	103.54±27.31	105.91±27.69	.719		A X B	.751
	R-flexion	IMT+TE (n=7)	37.55±10.03	45.94±15.89	-1.925	.091	group (A)	.914
		TE (n=7)	38.42±13.88	49.75±15.05	-4.724**		time (B)	.002**
		C (n=7)	40.65±22.36	40.22±20.21	0.268		A X B	.034*
	L-extension	IMT+TE (n=7)	107.98±23.25	116.75±31.01	-2.144	.085	group (A)	.919
		TE (n=7)	106.32±21.47	112.60±15.01	-1.197		time (B)	.024*
		C (n=7)	105.54±30.55	107.88±31.94	.967		A X B	.544
	L-flexion	IMT+TE (n=7)	51.82±14.59	53.65±15.65	.852	.065	group (A)	.938
		TE (n=7)	47.77±9.89	53.48±12.09	-1.477		time (B)	.127
		C (n=7)	49.61±22.55	50.02±18.89	.183		A X B	.419

Values are M±SD.

IMT+TE, inspiratory muscle training+taekwondo exercise; TE, taekwondo exercise; C, control.

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

다. 집단과 시기 간 상호작용에서도 나타나지 않았다(Table 3).

4. 등속성 근력(peak torque%BW)에서 집단 내에서의 R-extension, R-flexion, L-extension, L-flexion 는 IMT+TE 집단에서 모두 유의한 차이가 나타났고($p < .05$, $p < .01$, $p < .05$, $p < .05$), TE 집단에서는 R-flexion와, L-flexion에서만 유의한 차이가 나타났다($p < .05$, $p < .05$). 집단 간 변화율의 비교에서는 세 집단 모두 운동 후 차이가 없었고 집단과 시기 간 상호작용은 R-extension만 나타났다($p < .01$) (Table 4). 등속성 근파워(average power %BW)에서 집단 내에서의 R-extension, R-flexion, L-extension, L-flexion는 TE 집단에서의 R-flexion에서만 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). 집단 간 변화율의 비교에서는 세 집단 모두 운동 후 차이가 없었고 집단과 시기 간 상호작용은 R-flexion만 나타났다($p < .05$) (Table 4).

논 의

흡연은 폐암을 비롯한 각종 암과 만성폐쇄성폐질환의 주요 원인이며, 호흡기 질환과 밀접한 관련이 있다. 또한 심혈관질환 및 관상동맥질환의 발생에서도 직간접적인 영향을 미친다. 흡연자의 운동습관은 심폐능력과 호흡능력의 증가뿐만 아니라 심혈관위험인자 등에 긍정적인 영향을 미친다. 호흡운동을 할 때 횡격막 근육은 환기량을 증가시키며 호흡기질환의 복식호흡에 효과적이다. 횡격막 근육과 호흡근육은 형태학적으로나 기능적으로 골격근에 해당하는데 호흡훈련을 통해 발달시킬 수 있다. 호흡근육 훈련의 연구대상자나 훈련유형의 방법의 차이가 존재한다고 하는데[38], Lee & Lee [39]의 연구에서는 Ultra-breath (AQUUS, UK)의 호흡근 강화 운동기구를 사용하여 20대 남성 20명을 대상으로 8주간 운동프로그램을 실시한 결과 흡연자와 비흡연자 모두 최대호기량과 호흡근 근력이 증가하였다고 보고하였다. 태권도 수련은 전신을 움직이는 신체활동이며 우리 민족 고유의 전통 무예로 양생을 근본으로 하는 복식호흡을 강조하고 있다.

인간의 신체는 중년기로 접어들수록 노화나 스트레스, 흡연, 음주 등 각종 생활양식으로 인하여 신체적 기능의 퇴화와 체력의 감소를 동반한다. 이중 흡연은 많은 연구자에 의해 심폐체력의 감소를 가져온다고 보고되고 있다. Knapik et al. [40]은 젊은 남성들을 대상으로 최대 산소섭취량을 비교한 결과 흡연자들이 비흡연자들에 비해 더 낮다고 지적하였고 Lustiola et al. [41]은 흡연자들이 비흡연자들의 비해 최대 심박수가 더 낮다($p < .01$)고 보고하였다. 흡연의 4,000여 가지의 유해물질 중 대표적인 일산화탄소(CO)는 헤모글로빈(Hb)과 높은 친화력을 가지고 있어 혈액 속 carboxy hemoglobin (COHb)이 증가되어 혈액의 산소운반 능력을 저해하는데[42] 이처럼 흡연은 혈액학적인 변인과 심폐기능에 연구가 집중되어 있어 운동습관과 체력의 다양한 요인과의 연구는 부족하였다. 본 연구에서는 흡기근육훈련과 태권도 수련을 통

해 신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력, 평형성의 다양한 체력요인을 측정하였다. Sin [43], Jung [44]의 연구에서는 태권도 수련으로 체지방률의 감소와 단백질, 무기질의 증가를 보고하여 본 연구의 IMT+TE집단의 체중, 체지방률, BMI의 감소 결과와 동일한 결과를 나타냈다. TE집단에서는 약간의 감소가 있었으나 유의한 차이는 나타나지 않았다. 본 연구에서 IMT+TE집단의 변화는 흡기근육 장비를 사용하여 태권도 수련 중 인터벌 트레이닝 중간에 호흡훈련을 포함하여 break time을 줄인 유산소성 훈련으로 체지방감량에 효과적인 것으로 판단된다. Lee & Yang [45]의 연구에서는 장기간의 태권도 수련집단이 대조집단에 비해 근력과 근지구력이 유의하게 증가한다고 보고하여 본 연구에서의 태권도수련결과와 동일한 결과를 나타냈다. 그러나 근력과 근지구력에서는 IMT+TE집단과 TE집단에서 큰 차이를 보이지 않았다.

본 연구에서는 호흡훈련을 포함한 태권도 수련집단에서 평형성을 제외한 체력요인을 모두 증가시켰는데 Kim [46]의 연구에서도 12주간 주 5회 60분 약 60%의 운동강도를 적용한 태권도 수련에서 대학생 30명의 체력을 비교분석한 결과 유연성, 민첩성, 순발력 등은 유의한 차이를 보였지만 평형성 검사에서 유의한 차이를 보이지 않아 본 연구와 일치하였다. 태권도 수련 중 외발로 중심을 잡으며 발차기를 하는 동작을 반복하면 고유수용기의 적응이 일어나 평형성을 증가시킬 수 있으나 중년남성들에게 발차기는 다소 어려운 동작이기 때문에 평형성의 증진이 어려웠을 것으로 판단된다.

CRP는 염증반응과 대사과정 중 비특이적 반응이 나타날 때 증가하는 혈장 단백질 중 하나로 조직의 상처, 감염 및 염증에 반응하는 염증인자이며 인체 내 염증수준을 혈중CRP 농도로 측정할 수 있다. 또한 심혈관계 질환의 예후인자 및 독립적 질환의 예후인자로 측정하기가 매우 편하고 안전하기 때문에 임상에서 가장 많이 쓰인다.

운동과 CRP에 관한 선행연구는 많이 이루어지고 있지만 운동강도, 운동기간, 운동형태 등에 따라 다양한 결과를 나타내고 있다. Geffken et al. [6]은 주 5일 높은 수준의 신체활동은 혈중CRP농도를 감소시킨다고 보고하였고 Albert et al. [47]은 높은 수준의 신체활동은 남성들의 CRP수준을 낮추지만 여성들에게는 나타나지 않는다고 보고하였다. Kim & Kim [48]의 연구에 의하면 12주간 60%의 IRM강도로 저항운동을 실시한 결과 혈중CRP농도가 감소하여 긍정적인 영향을 보고하였고 Kim [49]의 연구에 의하면 8주간 고강도 낮은 반복횟수의 근력운동집단과 저강도 높은 반복횟수의 근지구력 운동집단의 CRP농도를 비교한 결과 두 집단 모두 운동 후 유의한 차이가 나타나지 않았다고 하였다.

CRP의 IMT+TE집단은 운동 전 0.10 ± 0.11 mg/dL에서 운동 후 0.07 ± 0.05 mg/dL으로 0.03 mg/dL감소하였고 TE집단에서는 운동 전 0.10 ± 0.10 mg/dL에서 운동 후 0.08 ± 0.09 mg/dL로 0.02 mg/dL감소하였다. C

집단에서는 운동 전 0.09 ± 0.06 mg/dL에서 운동 후 0.08 ± 0.05 mg/dL로 0.01 mg/dL 감소하였다. 연구결과 세 집단 모두 CRP의 농도는 약간 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않아 Kelly et al. [50]의 운동수행 후 체중감소와 체력이 유의하게 향상되었음에도 불구하고 혈중CRP 농도의 변화가 없었다고 보고한 결과와 일치하였으나 IMT+TE집단과 TE집단에서 감소하는 경향을 보였다. Cottell et al. [51]은 운동기간과 운동강도에 따라 CRP의 농도의 변화는 다양하다고 보고하였고 Yoon & Lim [52]은 운동을 통해 CRP를 포함한 염증유발지표들을 개선시키기 위해서는 운동기간을 증가시켜야 한다고 보고하였다. 이 연구의 결과는 3년 이상 흡연자의 8주간의 짧은 운동기간으로 CRP의 농도에 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다. 따라서 흡연기간이 길수록 운동기간을 길게 설정하면 CRP에 더욱 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각되기 때문에 향후 후속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

흡연은 니코틴, 일산화탄소, 타르 등 유해가스가 부교감신경을 마비시켜 심박수와 혈압이 필요이상으로 증가하여 심장의 작업량을 증가시키게 되고 폐환기를 위하여 호흡근이 더욱 많은 산소를 필요로 하게 되어 운동을 수행하는 골격근에는 적은양의 산소가 공급된다[4]. 폐기능의 능력을 결정하는 생리적 요인은 근 활동을 위한 에너지원의 축적과 영양소와 산소를 조직에 운반하는 혈관망의 발달이며 그 기능의 향상과 비만 측정치를 감소시키는데 호흡 운동이 요구된다[53]. 따라서 본 연구에서는 흡연자 21명을 대상으로 흡기근육훈련과 태권도 수련 등 운동방법에 따른 폐기능을 측정하였는데 폐기능은 폐의 특성과 기능을 파악하는 것으로 운동수행능력을 판단할 수 있는 한 가지 지표이다. 폐기능의 변인으로 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC), 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, FEV1), 1초율(forced expiratory volume in one second/forced vital capacity, FEV1/FVC)을 측정하였는데 연구결과 세 그룹 중 IMT+TE집단에서만 FEV1과 FEV1/FVC (%)가 유의하게 증가하였다. FEV1은 1초 동안에 하는 노력성 호기량을 나타내는데 실제 FVC의 80% 이상을 차지한다. FEV1이 FVC의 75% 이하로 떨어지면 기도폐쇄가 있는 것으로 진단될 수 있기 때문에 FEV1의 증가는 호흡능력의 지표로 나타난다.

Nourry et al. [54]은 8주간 하루 30분 이상 주3-4회 이상 유산소운동을 한 흡연중년남성 6,235명을 조사한 결과 FVC와 FEV1이 유의하게 증가하였고 Yoon & Jeon [19]은 엘리트 선수를 대상으로 8주간 호흡근 훈련을 병행한 레슬링 훈련 후 FEV1, FVC 및 PEF에서 긍정적인 효과가 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서는 FEV1과 FEV1/FVC (%)의 유의한 차이를 가져왔지만 FVC는 변하지 않았다. 폐기능의 유의한 차이가 없는 것은 호흡근 향상이 8주보다 더 많은 시간이 필요한 것으로 판단된다.

등속성 운동은 일정한 속도에 의해 근력의 측정이 이루어 지는데

근력을 평가하는 방법에서 가장 객관적이고 신뢰도가 높은 방법으로 보여진다[55].

본 연구에서는 무릎 관절의 좌, 우 신전과 굴곡의 등속성 근력인 peak torque %BW (60%/sec)와 근 파워인 average power %BW (90%/sec)를 측정하였다. Peak torque %BW의 좌, 우 신전과 굴곡에선 모두 IMT+TE 집단에서 통계적으로 유의한 증가가 나타났고 TE집단에서는 증가하였으나 유의한 차이가 나타나지 않았다. C집단에서도 약간 증가하였으나 유의한 차이가 나타나지 않았다. 전체적으로 등속성 근기능의 평가에선 세 집단 모두 증가하는 경향을 보였는데 그 이유는 사전측정에서 장비를 한번 다뤄보았기 때문으로 판단된다. 8주간 운동을 한 IMT+TE집단과 TE집단에서는 C집단의 증가보다 향상되어 태권도 훈련은 근력 및 등속성 근력에서 유의한 향상을 보였다는 선행연구와 일치하였다[56].

Average power %BW의 좌, 우 신전과 굴곡에선 IMT+TE집단의 오른쪽 굴근에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타났는데 이는 40대 운동경험이 부족한 중년남성에게 근 파워를 증진시킬 수 있는 태권도 기본 발차기(앞차기, 돌려차기, 옆차기, 짝어차기)는 어려운 동작으로 8주간 동작을 완벽하게 수행하여 정확한 발차기를 구사할 수 없었기 때문에 파워 증진이 어려웠던 것으로 판단된다. 그 중 굴근에서만 통계적인 차이를 보인 이유는 굴곡근은 신전근에 비해 일상생활에 상대적으로 적게 사용되기 때문에 효과가 크게 나타난 것으로 생각된다.

결론

본 연구는 흡연중년남성 21명을 대상으로 복합운동집단(흡기근육훈련+태권도 수련집단; n=7), 태권도 수련집단(n=7), 통제집단(n=7)으로 구분하고 8주간 주 3회 POWERbreathe를 사용한 복합운동과 태권도 수련을 실시하여 체력, CRP, 폐기능 및 등속성근기능의 변화를 알아본 결과 내린 결론은 다음과 같다. IMT+TE (n=7)은 흡연자의 혈중염증지표인 CRP의 변화에 있어서는 유의한 차이는 없었지만 감소하는 경향을 보였다. 신체구성의 체지방률($p < .013$), 근력($p < .038$), 근지구력($p < .000$), 유연성($p < .045$), 심폐지구력의 운동기간, 최대산소섭취량($p < .004$, $p < .000$), 등속성 근력과 근파워의 오른발($p < .007$, $p < .034$)에서는 집단 내 유의한 차이를 보였다. 하지만 집단간의 유의한 차이가 나타나지 않아 향후 실험군의 수를 늘리거나 운동기간을 늘려 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Statistics Korea. Smoking rate 2016.
2. ACSM. ACSM' Guideline for exercise testing and prescription. 8th ed,

- Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2014.
3. Kim CY, Lee CH, Yang JS. The effects of cardiovascular system factors during incremental treadmill exercise testing in hypertensive smoker and nonsmoker. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2002;18(2):1039-1048.
 4. Aronow WS, Cassidy J, Vangrow JS, March H, Kern JC, et al. Effect of cigarette smoking and breathing carbon monoxide on cardiovascular hemodynamics in anginal patients. *Circulation* 1974;50(2):340-347.
 5. Thomsen SB, Rathcke CN, Zerahn B, Vestergaard H. Increased levels of the calcification marker Matrix Gla Protein and the inflammatory markers TKL-40 and CRP in patients with type 2 diabetes and ischemic heart disease. *Cardiovascular Diabetology* 2010;9(1):86.
 6. Geffken DF, Cushmen M, Burke GL, Polak JF, Sakkinen PA, et al. Association better physical activity and markers of inflammation in a healthy elderly population. *American Journal of Epidemiology* 2001; 153(3):242-250.
 7. Croisier JL, Camus G, Venneman I, Deby-Dupont G, Juchmes-Ferir A, et al. Effects of training on exercise-induced muscle damage and interleukin 6 production. *Muscle Nerve* 1999;22(2):208-212.
 8. Czarkowska-Paczek B, Bartlomiejczyk I, Gabrys T, Przybylski J, Nowak M, et al. Lack of relationship between interleukin-6 and CRP levels in healthy male athletes. *Immunology Letters* 2005;99(1):136-140.
 9. Barrett-Connor E, Khaw KT. Cigarette smoking and increased central adiposity. *Annals of Internal Medicine* 1989;111(10):783-787.
 10. Kang HS, Hong YR. The effects of body mass index, cardio/respiratory fitness, and smoking on the clustering of the metabolic syndrome risk factors in college male student. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2011;45(2):709-720.
 11. Roh SK, Choi YS. Effect of smoking on the physical fitness and cardiorespiratory function in university male students. *Journal of Korean Society for the Study of Physical Education* 2013;18(2):231-238.
 12. Sun SK, Jung DC, Ko KJ. The effects of chronic smoking on young male adults' cardiorespiratory function. *Korean Journal of Sport Science* 2006;17(2):38-46.
 13. Choi SB. The comparison on blood pressure and vascular compliance according to aerobic exercise in middle-aged men. *Journal The Korean Society of Living Environmental System* 2007;14(3):222-228.
 14. Kim DH. The effects of upper extremity exercise with Gymstick on the pulmonary function of smokers [thesis]. Seongnam: Gachon University 2013.
 15. Babcock MA, Pegelow DF, McClaran SR, Suman OE, Dempsey JA. Contribution of diaphragmatic power output to exercise-induced diaphragm fatigue. *Journal of Applied Physiology* 1995;78(5):1710-1719.
 16. Johnson BD, Babcock MA, Suman OE, Dempsey JA. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *The Journal of Physiology* 1993;460(1):385-405.
 17. Kramer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, et al. American college of sports medicine position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002;34(2):364-380.
 18. Jung HJ, Lee DT. Impact of concurrent inspiratory muscle and aerobic exercise training on pulmonary function and cardiopulmonary responses. *Exercise Science* 2012;21(3):373-384.
 19. Yoon JR, Jeon HS. Effects of respiratory muscle training in elite wrestlers. *Health & Sports Medicine* 2011;13(4):29-38.
 20. Enright S, Chatham K, Ionescu AA, Unnithan VB, Shale DJ. Inspiratory muscle training improves lung function and exercise capacity in adults with cystic fibrosis. *Chest* 2004;126(2):406-411.
 21. Downey AE, Chenoweth LM, Townsend DK, Ranum JD, Ferguson CS, et al. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory Physiology Neurobiology* 2007;156(2):137-146.
 22. Williams JS, Wongsathikun J, Boon SM, Acevedo EO. Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002;34(7):1194-1198.
 23. Holm P, Sattler A, Fregosi RF. Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists. *BMC Physiology* 2004;4(1):9.
 24. Yang SH. The effects of strengthening exercises on the respiratory muscle function in the university smoker. *The Korean Entertainment Industry Association* 2016;2016(11):128-134.
 25. Choi SU, Lee SH, Baek YH. Effects of diaphragm breathing and garlic power intake on pulmonary function, blood lipids and adiponectin in middle-aged male smokers. *Exercise Science* 2009;18(2):273-283.
 26. Ji CH, Kim TI, Ha MS. Effect of 4-weeks Dan-Jeon breathing training on dynamic pulmonary function. *The Korea Journal of Sports Science* 2007;16(3):559-565.
 27. Lee ES. A Design of the basic fitness training model to developing fitness factors for TAE-KWON-DO. *The Korean Journal of Physical Education* 1996; 35(1):1173-1179.
 28. Jang YS. A study on the orientation of TaeKwonDo development [thesis]. Kyung Hee university. 1994.

29. Chun SY, Choi YW, Pakr DS. The Impact of Taekwondo Training on Body Composition and Basic Physical Strength. *Journal of Korean Society for the Study of Physical Education* 2013;18(1):201-211.
30. Koo BC, Nam JR, Seo JG. Effect of Body composition, Physical fitness, Pulmonary function, and Blood chemistry in practiced Taekwon-Do Pumsae. *International Journal of Coaching Science* 2009; 11(3):49-58.
31. Saltin B, Åstrand PO. Maximal oxygen consumption in athletes. *Journal of Applied Physiology* 1967;23(3):353-358.
32. Heil DP, Freedson PS, Ahlquist LE, Price J, Rippe JM. Nonexercise regression models to estimate peak oxygen consumption. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1995;27(4):599-606.
33. Griffiths LA, McConnell AK. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *European Journal of Applied Physiology* 2007;99(5):457-466.
34. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on tim-trial performance in trained cyclists. *Journal of Sports Science* 2002;20(7):547-562.
35. Klusiewicz A, Borkowski L, Zdanowicz R, Boros P, Wesolowski S. The inspiratory muscle training in elite rowers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2008;48(3):279.
36. Park DS. A comparative analysis of middle school boy's body composition, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome risk factors among the different Taekwondo practice levels [dissertation]. Asan: Sunmoon University 2013.
37. Kim KJ. Comparison of middle school boys' physical fitness, isokinetic strength, blood lipids and growth relation factors among the different Taekwondo practice levels [dissertation]. Asan: Sunmoon University 2013.
38. McConnell AK, Romer LM. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *International Journal of Sports Medicine* 2004;25(4):284-293.
39. Lee HC, Lee SC. Changes of peak expiratory flow and respiratory muscle strength according to respiratory muscle exercises for men in their twenties. *Health & Sports Medicine* 2011;13(4):1-8.
40. Knapik J, Zoltick J, Rottner HC. Acute effects of cigarette smoking and inhalation of carbon monoxide during maximal exercise. *European Journal of Applied Physiology* 1993;51(3):371-379.
41. Lustiola KE, Kotamaki M, Lassila R. Cigarette smoking alters sympathetic regulation by decreasing density of beta2-adrenoceptors: A study of monitored smoking cessation. *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 1991;17(6):923-928.
42. Kim CK. A review of cardiovascular system during physical activities. *Journal of Sports Science Research* 1996;5:71-86.
43. Sin HM. A study on strength and physique of Tae Kwon Do training and non-training groups [thesis]. Yongin: Yongin University 2002.
44. Jung DC. The effect of 16 week Taekwondo Poomsae Taeguk 8 training on body composition [thesis]. Kyungnam: Kyungnam University 2006.
45. Lee DO, Yang YK. The effect of a children Taekwondo practice on body composition and physical fitness. *Kounkuk University Teachers and Education*, 2000;24(1):53-68.
46. Kim MI. The effects of Taekwondo training on body composition, physical fitness and blood constituent for 12 Weeks. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2006;28:253-260.
47. Albert MA, Glynn RJ, Ridker PM. Effect of physical activity on serum C-reactive protein. *The American Journal of Cardiology* 2004;93(2): 221-225.
48. Kim CH, Kim SM. The effect of 12 weeks aerobic and muscular resistance exercise on the blood lipid, C-reactive protein and homocysteine profile in obese men aged between 20-30s. *The Korean Journal of Physical Education: Natural Science* 2013;22(6):1289-1300.
49. Kim JH. Changes for muscle mass and CRP, IL-6 by type of resistance exercise. *The Korean Journal of Physical Education: Natural Science* 2014;23(4):901-912.
50. Kelly AS, Wetzsteon RJ, Kaiser DR, Steinbrger J, Bank A J, et al. Inflammation, insulin, and endothelial function in overweight children and adolescents: the role of exercise. *The Journal of Pediatrics* 2004;145(6): 731-736.
51. Cottel KE, Dorfman LR, Straight CR, Delmonico MJ, Lofgen IE. The effects of diet education plus light resistance training on coronary heart disease risk factors in community-dwelling older adults. *Journal of Nutrition Health and Aging*. 2011;15(9):762-767.
52. Yoon HY, Lim KW. Effect of long-term resistance exercise training on body fat deposition and resting metabolic rate and bone mineral density. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry* 2005;9(1):105-110.
53. Ko JS. Analysis about pulmonary function and fatness of adolescent period. *Journal of Sport and Leisure Studies* 1997;8:363-371.
54. Norry C, Deruelle F, Guingouya C, Baquet G, Fabre C, et al. High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *European Journal of Applied Physiology* 2005;94(4):415-123.

55. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: Implication for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine* 1994;15(1):11-18.
56. Cetin C, Kececi AD, Erdogan A, Baydar ML. Influence of custom-made mouth guards on strength, speed and anaerobic performance of taekwondo athletes. *Dental Traumatology* 2009;25(3):272-276.
57. Lim YH. Accuracy of university soccer players' knee joint uniform velocity muscular torque measurements using cybex and MPS. *Korea sport research* 2005;16(5):931-936.
58. Lee JS. Effects of 10 weeks power kick training on balance and isokinetic muscular function in taekwondo poomsae athletes. Asan: Sunmoon University 2017.