

Systematic Review of Varied Exercise Programs on Body Composition and Physical Fitness for Firefighters

Seung-Hee Baek¹, Jung-Jun Park², Deong-Il Seo³, Wook Song⁴, Chung Gun Lee⁴, Han-Joon Lee⁵, Yeon Soon Ahn⁶, Hyun-Joo Kang^{1*}

¹Soonchunhyang University, Asan, Korea

²Pusan National University, Busan, Korea

³Dongguk University, Seoul, Korea

⁴Seoul National University, Seoul, Korea

⁵University of Ulsan, Ulsan, Korea

⁶Yonsei University, Seoul, Korea

Received: August 7, 2018

Accepted: September 28, 2018

Published online: October 31, 2018

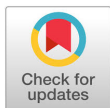
Keywords:

Body composition

Exercise program

Firefighter

Physical fitness



ABSTRACT

OBJECTIVES Firefighting is one of the most hazardous, physically demanding professions that must possess relatively high levels of physical fitness to perform in a safe and efficient manner. Considering the intense nature of their work, firefighters requires regular exercise training to ensure optimal levels of occupational performance. This study suggests effective guidelines in different exercise programs for preventing injury and improving physical fitness through a systematic review of precedent literature about firefighters.

METHODS In this systematic review, the Cochran's PICOTS-SD method (2009), which is based on precedent literature published by many researches was selected. We revised using appropriate key words from precedent literature for our present study. Finally, seven studies were selected from articles based on the time period from 2001 to 2018.2, Institutional Review Board (IRB) approval or randomly assigned.

RESULTS Results showed useful information in the exercise field through analyzing exercise programs. Health-related physical fitness in firefighters showed significant differences before and after exercise participation, such as muscular fitness, cardiorespiratory fitness, and body composition.

CONCLUSIONS The research suggest that an exercise program for firefighters could ensure optimal levels of occupational performance and endurance. It is hoped that the results of these studies will encourage those firefighters who are responsible for the public's safety to participate in required exercise programs.

© The Asian Society of Kinesiology and the Korean Academy of Kinesiology

서론

소방공무원의 업무는 과거 화재 예방과 진압 위주로 수행하다가 각종 재난 및 재해의 발생과 국민들의 소방행정에 대한 수요증가로 인해 구조와 구급 업무가 확대되었다.

화재진압이나 구급 및 구조는 소방공무원의 목숨을 잃을 수도 있는 위험한 악조건 속에서 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 활동해야만 하는 특수한 성격을 지니고 있다. 산소통이나 호흡 마스크와 같은 임무수행에 필요한 중량의 장비를 착용한 상태로 화재를 진압하기 위해 소방호스나 파괴 장비 등 무거운 장비를 다룰 수 있어야 하며, 의식을 잃고 위험한 상황에 처해 있는 사람을 안전한 곳으로 옮길 수 있어야 한다[1]. 소방공무원은 위험한 현장 활동에서 매우 격렬한 신체적 활동과 상당히 높은 체력이 요구

***Correspondence:** Hyun-Joo Kang, Department of Sports Medicine, Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro, Asan, 31538, Republic of Korea

E-mail: violethjk@hanmail.net



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

되는 직업군 중에 하나이다[2]. 이러한 특수성으로 국내 소방공무원들은 업무 중 순직, 공·사상, 외상 후 스트레스 등으로 매우 고통받고 있으며, 소방공무원의 순직 및 공·사상 현황을 보면, 다른 어떤 직종보다 질병 발생 및 사고의 위험이 높은 것으로 보고되고 있다[3]. 긴급하고 위험한 화재 진압 시 소방공무원의 근골격계 부상과 체력 부족은 인명 구조능력을 떨어지게 하므로 각종 위험요인으로 소방공무원을 보호하기 위해서는 체력증진은 선택이 아닌 필수라 할 수 있다[4].

소방방재청 훈련 128호의 "소방활동 안전관리 규정" 제20조에는 "소방공무원은 자신에게 적합한 체력단련 및 건강관리를 해야 한다"고 명시하고 있으며, 2004년 개정된 동령의 "소방공무원 체력관리 규칙"에 의해 매년 소방공무원 체력검정을 실시하도록 규정되어 있다[5]. 하지만 소방공무원 근무규칙에 제시된 소방공무원 근무일과표 예시에 따르면, 외근 근무 일과 중에 체력관리 시간은 1시간만이 편성되어 있고[3], "소방공무원 체력관리 규칙"에 따라 소방본부, 소방학교, 소방서는 체력관리 기관으로 소속 소방공무원의 체력관리 프로그램을 운영하고 있으나, 소방공무원 체력요구 기준에 부합할 수 있는 과학적이고 체계적인 체력향상 프로그램은 상당히 미흡한 실정이다. 현행 소방공무원의 체력단련을 위한 각종 프로그램은 소방직무와 현장 활동과의 관련성이 적고 체력측정 기준도 부적합하므로 소방 현장 활동상 필요한 체력을 갖추기 위하여 과학적 근거에 의한 교육프로그램의 필요성을 강조하였다[6]. 소방공무원의 체력과 건강상태가 임무수행 중 근관절 부상과 관련이 있으므로 체력과 건강유지 프로그램의 개발과 도구화에 대한 필요성을 강조하였는데, 이는 소방공무원을 위한 실질적인 운동프로그램들이 매우 부족하다는 사실을 반증한다[7].

소방공무원의 직무수행 환경과 활동조건은 물리적으로 위험환경에 노출되어 있기 때문에 소방업무수행을 위한 최소한의 체격 및 체력을 제시하고 있다[8]. 국외연구에 따르면, 소방공무원의 체력수준이 높을수록 구조업무수행 성공률이 높다고 하였고[9], 다른 연구에서도 소방대원의 화재 구조 현장에서 임무수행 능력과 체력과의 높은 상관성을 규명하였다[10]. 선진국에서 소방공무원을 선발하기 위한 실시하는 CPAT(Candidate Physical Ability Test)와 생리적인 요인을 분석한 결과, CPAT를 통과한 합격생은 최대산소섭취량과 최고파워가 매우 높았으며, 상지 근력, 심박수 반응 등도 상관이 있음을 보고하였다

[11]. 즉, 소방현장에서 부상을 최소화하고 효율적으로 안전하게 임무를 수행하기 위해서는 소방 활동에 적합한 체력을 갖추고 있어야만 하며, 이를 위해서는 적절한 운동프로그램과 규칙적인 실천을 통해서만 가능하다고 하겠다. 안전하고 성공적인 임무수행은 격하고 위험한 신체활동을 무리 없이 수행할 수 있는 소방공무원의 체력적 능력에 따라 좌우되기 때문이다[12]. 최근 들어 소방공무원의 현장 활동과 관련된 직무는 사회 환경의 변화와 함께 절대적인 체력이 필요하며, 각종 소방현장에서 부상을 낮추고 안전하게 임무를 수행하기 위해서는 일정 수준 이상의 체력과 이를 위한 지원이 절실하게 필요한 상황이다.

따라서 본 연구의 목적은 소방공무원 업무 중 발생할 수 있는 부상을 최소화하고 현장 활동을 효율적으로 수행하기 위한 체력증진 운동프로그램 연구를 체계적으로 고찰하여 프로그램의 효과성을 검증하고자 하였으며, 검증한 자료를 근거로 하여 소방공무원의 체력관리와 증진에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

연구 방법

국내·외에서 수많은 저자들에 의해 출판된 연구의 체계적 고찰을 위해 문헌 검토 기준을 정하고 문헌 검색 및 선별 방법에 따라 논문을 선정하였으며, 본 연구의 체계적 고찰에 대한 연구방법은 다음과 같다.

문헌 검토 기준

Cochran's PICOTS-SD(Participants, Interventions, Comparisons, Outcomes, Timing, Setting, Study Design) method(2009)에 따라 문헌 검토 기준을 선정하고 본 연구에 적합하게 수정하여 진행하였다[13]. 수정한 선정기준에 따르면, 연구 대상자(P)는 소방공무원, 중재 방법(I)은 구조화된 운동 또는 재활 프로그램, 비교군(C)은 비교집단이나 전·후 처치 비교, 결과(O)는 체력요소나 연구 목적과 관련된 효과, 시점(T)은 연구 진행 전과 후 또는 전, 중, 후, 세팅(S)은 소방기관 내에서나 피트니스센터 등 지역 사회 대상, 연구 설계(SD)는 무선택당통제연구나 IRB 승인을 받은 실험설계로 정하였다. 소방공무원을 대상으로 운동프로그램 효과의 체계 연구를 위하여 밀접하게 연관되어 있는 단어와 신뢰성과 타당성이 있는 연구를 포함범위로 하였다.

문헌 검색 및 선별 방법

문헌 검색은 Cochran's PICOTS-SD method에 가이드라인에 따라 수정된 주요어인 소방공무원, 운동프로그램, 재활프로그램 중심으로 국외 논문 검색 사이트(PubMed, Medline, Science Direct, Google Scholar)와 국내 논문 사이트(국회도서관, RISS, KISS, DBPIA)에서 2001년부터 2018년 2월까지 연구된 논문을 중심으로 검색하였다. 연구자의 검토과정을 거쳐 국문과 영문으로 작성되지 않은 논문 및 이전 발표한 자료를 바탕으로 다시 게재한 논문은 배제하였다.

결과

국외논문은 PubMed, Medline, Science Direct, Google Scholar 검색 사이트에서 문헌 검색을 통하여 firefighter 분류에서 5176개의 논문을 검색하였고 다음으로 제목을 통한 firefighter exercise, firefighter rehabilitation, firefighter fitness 분류에서 1820개의 논문을 선별하였으며, 그 중 firefighter exercise program, firefighter rehabilitation program 분류를 통해 744개의 논문을 검색하였다. 다음으로 제목과 요약본을 통해 관련성을 검토하였으며, 전문 소방공무원, 무작위 선별하여 실시한 실험연구, IRB승인을 받은 논문 총 6편을 선정하였다. 국내논문은 국회도서관, RISS, KISS, DBPIA 검색사이트를 이용하여 소방공무원을 주요어로 하는 2348개의 논문을 검색하였고 그 가운데 소방공무원의 운동, 체력, 재활과 관련 있는 논문 127편으로 선별하여 무선할당통제연구 방법으로 수행했거나 IRB에 승인된 실험논문 18개 중 배제 사항을 제외하고 2편을 선정하였다. 선정된 국외와 국내 논문 총 8편 가운데 저자가 중복되고 연구방법과 내용이 동일하며 이미 발표된 논문을 다시 게재한 연구 한 편을 제외하고 최종적으로 7편을 선정하였다.

소방공무원의 운동프로그램과 관련된 체계적인 고찰을 위하여 선정한 7개의 논문은 가장 빠르게 출판된 시기에 따라 영어 알파벳을 순서대로 부여하였으며, (Table 1)에 요약하였다.

연구A[14]는 신입소방관을 대상으로 감독 하에 운동프로그램을 진행하여 신체조성 및 체력의 변화를 살펴보고자 하였다. 16주간의 운동프로그램은 ACSM(American College of Sports Medicine)과 NSCA(National Strength and Conditioning Association)에서 인증한 운동프로그램을 근

거로 하여 감독 하에 실시하였다. 1시간 동안 실시하는 운동프로그램은 심혈관계 컨디셔닝, 근체력, 직무와 관련된 활동, 복부/등 컨디셔닝 중심으로 구성하였다. 체력 평가로 신체조성은 7부위 피부두겹법으로 측정하고, 유연성은 앉아 윗몸앞으로굽히기 검사로 실시하였다. 상지 근력은 악력계로 측정하였으며, 상지 근지구력은 팔굽혀펴기를 통해 평가하였다. 최대산소섭취량은 연령으로 예측된 심박수의 85%에 도달했을 때 종료하는 최대하 자전거에르고미터 검사 프로토콜을 통하여 산출하였다. 연구 결과, 16주간 훈련 후 신입소방공무원의 체지방($p \leq 0.007$), 최대산소섭취량($p \leq 0.007$), 근지구력($p \leq 0.007$)과 유연성($p \leq 0.007$) 모두 유의하게 향상되었고, 체지방($p \leq 0.007$)은 유의한 감소를 보여 직무에 필요한 체력요소들이 향상됨을 나타냈다.

연구B[15]는 소방공무원은 정상인과 비교하여 대사증후군 유병률이 4배 이상 높게 나타난 선행연구를 근거로 대사증후군 위험요인을 낮추기 위한 목적에 따라 12주간의 저혈당영양-체력프로그램을 진행하였다. 프로그램에 참여한 소방공무원 가운데 대사증후군은 46.7%로 선행연구에서 제시한 결과와 유사하게 정상집단보다 높은 유병율을 보였다. 운동프로그램은 자격을 갖춘 운동지도자의 감독 하에 주에 2 시간 동안 실시하였으며, 유연성 향상을 위한 스트레칭/요가운동, 저항/근력강화운동, 최대심박수의 50-60%에 해당하는 심폐지구력 컨디셔닝, 최대심박수의 60-70%에 해당하는 지방연소운동, 최대심박수의 70-80%에 해당하는 심폐지구력 강화운동으로 구성하였다. 일상생활에서는 만보계를 착용하고 일일 60-90분동안 저-중강도로 만보걸기를 권장하였으며, 매일 일지를 기록하고 주 1회 체중변화를 확인하였다. 운동프로그램과 동시에 Mediterranean and DASH 식단 가이드라인에 맞는 식단프로그램도 제공하였다. 인체계측과 대사증후군 위험요소는 프로그램 시작한 후 6주와 12주에 측정하였고, 프로그램 종료 후 6개월 후에 재측정하였다. 저혈당영양-체력프로그램 시작 후에 체중, 체지방, 체질량지수, 인체둘레, 대사증후군의 위험요인과 유병률이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 프로그램이 종료되고 6개월에 다시 상승하는 경향을 나타냈으나 프로그램 시작 전보다는 허리둘레를 제외하고 전반적으로 어느 정도 향상된 수치를 유지하였으며, 연구에서 제시한 프로그램은 심혈관질환의 위험요인이 될 수 있는 대사증후군 유병률 감소에 가장 긍정적인 결과를 가져왔다.

Table 1. Summary of Literature Review

Reference (year)	Group (N)	Age (year)	Research object	Exercise protocols	Analysis methods	Outcome
Roberts et al. (2002)	Exercise (115)	28.3±4.3	Evaluate fitness levels of rookie firefighters	1h·d ⁻¹ , 3d·wk ⁻¹ for 16weeks Supervised exercise program Cardiovascular conditioning (20-30min) Muscle strength/endurance (20-30) Job-specific activities (20-30)	V'O ₂ max (submaximal cycle ergometry) body composition (skinfold test) flexibility (sit and reach test) strength (hand grip) muscle endurance (push-up)	↑ V'O ₂ max (p≤0.007) ↑ Muscle strength (p=0.06) ↑ Flexibility (p≤0.007) ↑ Lean tissue mass (p≤0.007) ↓ Fat mass (p≤0.007)
Carey et al. (2011)	Exercise (75)	42±7.5	Effect low glycemic nutritional fitness program while on duty to reverse MetS ^a	2-Hr weekly sessions 12-week stretching/flexibility ex., Resistance/strength training, Cardiovascular training with 50%-80% THR ^b Daily activity (60 to 90 min) with acquiring 10,000 steps	MetSa: waist ≥40 (M) or ≥35 inches (W), BP≥135 or ≥85mmHg, FBS ≥100mg/dl, TG ≥150mg/dl, HDC-C <40 (M) or <50 mg/dl (W)	↓ 3.2±1.6 vs 1.9±1.7 MetS risk factors (p<0.01) at pre and post ↓ WC ^c (2.4inches) ↓ SBP (10.8mmHg) ↓ DBP (5.8mmHg) ↓ FBS (21.8mg/dl)
Gwon HJ (2013)	Exercise (8) Control (8)	45.1±2.2 41.6±4.2	Effect lumbago rehabilitation program on firefighters with LBP ^d	25min, 2·d ⁻¹ , 4d·wk ⁻¹ for 8 weeks Core isometric exercise (flexion and extension reinforcement) 1-4-wk (10sec × 3rep/ exercise) 5-6-wk (12sec × xrep / exercise) 7-8-wk (15sec × 3rep/ exercise)	Abdominal muscular strenght (sit-up holding) Back muscle strength (sit-arch back holding) Flexibility (sit and reach test) Balance (single leg with eye closed) Pain scale (visual analogue scale)	↑ Abdominal muscle strength (p=0.013) ↑ Back muscle strength (p=0.000) ↑ Flexibility (p=0.002) ↑ Balance (p=0.000) ↓ Pain scale (p=0.012)
Mayer et al. (2015)	Exercise (54) Control (42)	37.6±9.8 31.3±8.0	Effect supervised worksite exercise while on duty on back and core muscle	10min, 2d·wk ⁻¹ for 24weeks 4 Core isometric exercise (6-8sec × 5rep/set) 1 Progressive resistance exercise for back extension (6 angle setting) plus usual fitness program Control group participants only usual fitness regimen	Back muscular endurance (modified Biering-Sorensen Test) Core muscular endurance (plank Test)	↑ Back muscular endurance (p=0.21) ↑ Core muscular endurance (p=0.006)

^aMetS: Metabolic Syndrome; ^bTHR: Target Heart Rate; ^cWC: Waist Circumference; ^dLBP: Low Back Pain; ^eBIA: Bioelectrical Impedance Analysis; ^fASLR: Active Straight Leg Raise; ^gSM: Shoulder Mobility; ^hTSP: Trunk Stability Push-Up; ⁱRS: Rotary Stability; ^jDS: Deep Squat; ^kHS: Hurdle Step; ^lILL: Incline Lunge

Table 1. Summary of Literature Review (cont.)

Reference (year)	Group (N)	Age (year)	Research object	Exercise protocols	Analysis methods	Outcome
May and Nuzzo (2015)	Supervised exercise (36), control (28)	36.1±10.0 31.8±8.5	Effect worksite exercise while on duty on lumbar multifidus muscle	10-15min, 2d-wk ¹ for 24weeks 4 Core isometric exercise (6-8sec × 5rep /set) 1 Progressive resistance exercise for back extension (75°, 60°, 45°, 30°, 15° or 0°/set) plus usual fitness program Control group participants only usual fitness regimen	Lumbar multifidus muscle cross-sectional area and asymmetry (ultrasonography)	No significant differences between the groups by baseline and scores L4 and L5 lumbar multifidus muscle and asymmetry values
Pawlak et al. (2015)	Supervised exercise (11), Control (9)	35.0±6.6 42.3±5.6	Effect tactical on-duty program on fitness and occupational performance	1hr, 2-3d-wk ⁻¹ , for 12weeks Dynamic and static stretching, circuit training strength and endurance, cardiovascular exercise 10-15rep/exercise(work:rest ratio 1:1)	Body composition (WC ^c , BIA ^e) V̇O _{2peak} (submaximal treadmill protocol) Muscular strength (hand grip) Flexibility (sit and reach test) Task-specific performance (6 simulated fire ground test)	↓ Fat mass (-10.5%) ↑ Cardiovascular fitness (5.5%) ↑ Muscular strength (7.5%) ↑ Flexibility (9.3%) ^f ↓ Time to completion on 4 of 6 tasks (-7.5%)
Stanek et al. (2017)	Corrective exercise (65)	40.4±8.4	Effect corrective exercise on functional movement screen (FMS) scores	≥3d-w ⁻¹ , self-monitored for 8 weeks 4-week progressive corrective exercise plus prescribed program FMS (Squatting, stepping, bending, pushing, , and shoulder & spinal rotation) and prescribed program	FMS score Mobility (ASLR ^f & SM ^g) Stability (TSP ^h & RS ⁱ) Advanced movements (DS ^j , HS ^k , & ILL ^l)	↑ FMS score (pre: 12.09±2.75, post: 13.66±2.28) ↑ Stability (pre: 4.13±1.21, post: 4.55±0.83) ↑ Advanced movements (pre: 4.45±1.28, post: 5.36±1.29)

^aMets: Metabolic Syndrome; ^bTHR: Target Heart Rate; ^cWC: Waist Circumference; ^dLBP: Low Back Pain; ^eBIA: Bioelectrical Impedance Analysis; ^fASLR: Active Straight Leg Raise; ^gSM: Shoulder Mobility; ^hTSP: Trunk Stability Push-Up; ⁱRS: Rotary Stability; ^jDS: Deep Squat; ^kHS: Hurdle Step; ^lILL: Incline Lunge

연구C[16]는 허리통증이 있는 40대 소방공무원을 대상으로 재활프로그램을 진행하였다. 무작위로 할당된 실험군 8명과 통제군 8명에 대하여 프로그램 전후에 체격, 근력, 유연성, 평형성, 주관적 통증정도를 측정하였다. 허리통증 재활프로그램은 8주간 주 4일동안 하루 2회 허리 굽힘근 강화운동과 펌근 강화운동을 중심으로 총 25분간 실시하였다. 1주차에서 4주차까지 동작 당 10초간 3회, 5주에서 6주차까지는 동작 당 12초간 3회, 7주차부터 8주차까지는 동작당 지속시간 15초간 3회로 시간을 증가시키면서 부하량을 늘려 나갔다. 재활프로그램 후 실험군은 복부근력과 등근력 모두 유의한 향상을 보였으며

(p=0.013, p=0.00), 유연성 검사에서도 실험군은 운동 후 유의한 향상(p=0.00)을 보였다. 평형성 변화에서도 실험군이 유의한 향상을 보였으며(p=0.00), 주관적 통증정도에서도 실험군은 운동 후 통증정도가 감소하였으며, 집단 간에서도 유의한 차이가 나타났다(p=0.012). 소방공무원에서 빈번하게 발생하는 허리통증을 완화시키고자 실시한 재활프로그램을 통해 허리 근력과 주관적 통증이 긍정적으로 감소하는 결과를 보여 프로그램의 효과를 입증하였다.

연구D[17]도 소방공무원의 허리통증을 예방하기 위해 실험군 54명과 통제군 42명을 무선훈당으로 분류하

고 코어근육과 등근육의 근지구력을 향상시키는 운동프로그램을 실시하였다. 운동전문가의 감독 하에 24주간 주 2회 근무지 내에서 동일하게 실시하였다. 무작위로 할당된 실험군에서는 4가지의 코어운동(Cat camel, Bird dog, Curl-up, Side bridge)과 각도 별 등뿔 운동(75°, 60°, 45°, 30°, 15°, 0°)으로 구성하였다. 코어운동은 한 동작 당 6-8 초를 유지하는 것을 5번씩 반복하고 등뿔 운동은 6개의 각도별로 편심성 수축, 동심성 수축, 등속성 운동을 각 4 초씩 지속하여 12초간 근지구력을 강화시키도록 구성하였다. 실험군과 통제군 모두 일상적인 신체활동은 허용하였다. 운동프로그램 후 modified Biering-Sorensen 검사를 통해 등뿔근육이 12% 강화됨을 확인하였고($p=0.21$), plank 검사로 코어 근지구력도 운동 후에 21%나 유의하게 향상되는 결과를 확인하였다($p=0.006$). 허리통증 환자는 아니지만 코어와 등 근육의 강화로 소방공무원에서 빈발하는 허리통증 예방을 위한 운동프로그램의 유효성이 검증되었다.

연구E[18]는 연구D[17]의 동일한 연구자가 허리 못갈래근의 비대와 근단면적의 비대칭을 살펴보기 위하여 실시하였다. 프로그램을 위하여 운동군 36명, 비교군 28명으로 무선할당하여, 24주간 일주일에 2번 10-15분 정도 소방기관에서 실시하였다. 운동프로그램은 연구D와 동일하게 코어근육과 등근육의 근지구력을 향상시키는 위한 목적으로 실시하였다. 운동프로그램이 끝난 후 초음파를 통해 비교한 결과에서 허리 못갈래근의 비대와 허리 좌·우측의 비대칭 정도는 유의하게 변화되지 않았다. 연구결과, 연구자가 구성한 운동프로그램이 허리 못갈래근과 근육 단면적의 비대칭 정도가 향상되는 효과성은 검증되지 않았다.

연구F[19]는 소방공무원을 운동군 11명과 대조군 9명을 무선할당으로 나누고 직무 수행에 맞도록 새롭게 고안한 서킷트레이닝의 효과를 알아보기 위하여 12주간의 감독 하에 진행하였다. 체력은 최대산소섭취량 측정을 통한 심폐능력, 악력계를 이용한 상지근력, 앉아윗몸앞으로굽히기 검사를 통한 유연성을 평가하였다. 모의 화재진압 검사로는 6가지의 소방현장업무와 관련이 있는 활동(계단오르기, 호스끌기, 강제진입, 사다리연장하기, 장비운반하기, 희생자구조하기)을 최대한 빨리 수행하는 것으로 측정하였다. 서킷프로그램은 스트레칭 동작을 포함한 정적스트레칭과 동적스트레칭, 근력과 근지구력의 서킷트레이닝, 심폐지구력운동으로 구성하였으며, 일주

일에 2-3회 1시간동안 진행하였다. 운동 동작과 휴식은 1:1 비율로 하여 동작 당 10-15회를 반복할 수 있도록 실시하였다. 12주 후 운동집단에서 체지방량(-10.5%), 심폐체력(5.5%), 근력(7.5%), 유연성(9.3%)이 상당히 향상되었고 모의 화재진압 6가지 활동 중에 4가지는 시간이 단축되는 결과(-7.5%)를 가져왔다. 소방공무원에 적합하게 개발한 서킷트레이닝이 체력과 현장활동과 관련된 업무활동에서도 효과적임을 입증한 연구이다.

연구G[20]은 소방공무원의 부상 예방을 위하여 8주간 주 3회 개별화된 교정운동프로그램을 실시하고 Functional Movement Screen(FMS) 점수 변화로 기능체력에 대한 향상을 증명하고자 하였다. FMS는 7가지 기능적 동작 패턴으로 효과성을 검증하기 위한 평가 도구이며, FMS 운동 패턴은 소방공무원의 직무 기술과 관련이 있는 쪼그려 앉기, 걷기, 굽히기, 밀기, 어깨와 척추 회전운동으로 구성하였다. 각 평가는 7가지 FMS 기능적 움직임에 대한 종합 점수로 계산하며, 개별적 FMS검사는 가동성, 안정성, 숙련된 움직임으로 3개 범주로 분류하였다. 가동성에 대한 평가는 active straight leg raise(ASLR)와 shoulder mobility(SM), 안정성에 대한 평가는 trunk stability push-up(TSP)과 rotary stability(RS), 숙련된 움직임 평가에는 deep squat(DS), hurdle step(HS), inline lunge(IL)를 실시하였다. 8주 후 56명의 소방공무원의 결과를 살펴보면 FMS의 점수는 유의하게 향상되었고($p<0.001$), 안정성과 숙련된 움직임 검사에서도 운동 전보다 향상되어 각각 유의한 차이가 나타났다($p<0.05$, $p<0.001$). 연구를 통해 소방공무원에게 필요한 기능체력의 향상을 위해서 실시한 교정운동프로그램의 필요성을 강조하였다.

논의

본 연구에서 분석한 논문들은 Cochran's PICOTS-SD의 지침에 따라 문헌 검토 기준을 정하여 선정한 연구들로 오류와 편향됨을 최소화하려고 노력하였다. 질적 수준이나 신뢰할 만한 결과를 바탕으로 소방공무원을 위한 운동프로그램의 효과성을 검증할 수 있었으며, 연구E를 제외하고 연구목적에 따라 모두 긍정적으로 변화되는 결과를 확인할 수 있었다.

연구A[14]는 신입소방공무원을 대상으로 감독 하에 실시한 운동프로그램이 신체조성과 체력 전반적인 부분에 향상을 가져왔다. 소방업무를 수행하기 위해서는

심폐지구력의 가장 중요한 지표인 최대산소섭취량이 45mg·kg-1min-1 정도는 되어야 하는데[21], 운동프로그램 시작 전 신입소방공무원들은 화재 진압 임무를 수행하는 데 충분한 심폐능력을 갖추지 못했으나 16주 훈련 프로그램을 통해 최대산소섭취량이 45±6mg·kg-1min-1 증가하여 28%까지 향상되는 결과를 보였다. 뿐만 아니라 근체력, 유연성 모두 향상되었고 체지방 감소와 체지방이 증가하여 소방공무원의 직무를 효율적으로 수행할 수 있도록 긍정적인 결과를 보였다. 프로그램 진행 후 화재진압 등 위급한 상황에서 보다 안전하게 현장활동을 수행할 수 있는 심폐능력에 도달했다는 것에 가장 큰 시사점이 있는 연구라 할 수 있다. 진행된 프로그램이 20대 후반의 신입공무원을 대상으로 하여 강도설정을 다소 높게 한 것으로 여겨지나 향후 운동프로그램을 구성할 때는 연령, 체력수준, 다른 업무 활동 등을 고려하여 개별화된 프로그램으로 보완된다면 특히, 체력이 저하된 소방공무원들의 화재진압이나 응급구조 시 부상이 많이 줄어들 것으로 여겨진다. 통계집단 없이 운동 전후를 비교한 부분에 대해서는 논문의 제한점이나 소방공무원을 대상으로 운동프로그램을 시도한 거의 최초의 논문이라는 것에 의의를 둘 수 있을 것이다.

연구B[15]는 소방기관에서 근무시간에 실시한 논문이며, 이후 연구D,E,F[17,18,19]도 모두 소방기관에서 실시하여 운동프로그램의 효과를 살펴본 논문들이다. 소방공무원의 직무 특성상 교대근무나 응급상황 발생 등 개인적으로 운동프로그램 실천하는데 어려움이 있기 때문에 같은 기관에서 실시함으로써 동일하게 지도하고 동기부여와 실천율을 높이고자 한 것으로 보인다. 대사증후군이 있을 경우 심혈관계 질환 발생 위험성이 2배 정도 높기 때문에 대사증후군 발생과 합병증 예방을 위한 체계적인 관리가 필요하다는 연구[22]와 소방공무원이 다른 직업군에 비해 직무상 스트레스와 심장 부담 등으로 대사증후군 유병률이 높게 나온다는 결과를 근거로 하여 체력 증진보다는 대사증후군 유병률 감소를 위해 시도된 연구라 할 수 있다. NCEP-ATP III 보고(2002)에서는 대사증후군의 위험인자에 스트레스나 영양불균형과 함께 운동부족도 원인이라고 하였으며[23], 식이조절과 더불어 규칙적인 운동은 근력증가와 혈중 지질 개선으로 대사증후군 합병증 위험을 감소시키는 것으로 운동을 통한 체력관리의 중요성을 강조하였다[24]. 운동의 효과에 대한 선행연구와 유사하게 연구B에서도 프로그램 진행 후 6주에 가장

효과적인 변화를 가져왔으며, 12주 프로그램 종료 후 6개월 후에도 허리-엉덩이둘레와 체지방, 혈압, 중성지방은 향상된 수치를 유지하였다. 프로그램 종료 후에 다시 상승하는 경향이 나타나긴 했지만 대부분의 위험요소가 여전히 기준치보다 낮은 결과를 보여 저혈당영양-체력프로그램은 대사증후군의 유병률이 높은 소방공무원에서도 낮아질 수 있을 것으로 보인다. 아쉬운 부분은 대사증후군 유병률에 주로 초점을 두어 체력에 대한 평가를 하지 않았으나 체력의 효과성도 검증했다면 더욱 의미있는 연구가 되었을 것으로 여겨진다. 동일한 근무기관에서 동일한 스케줄로 식이조절까지 병행했으므로 신체조성과 함께 체력적인 부분도 분명히 향상을 보였을 것으로 판단된다. 질병에 대한 주의도 필요하지만 직무상 체력이 절대적으로 요구되는 직업인 만큼 체력 관리와 평가가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 운동 형태, 강도 등 운동프로그램에 대한 상세한 설명이 없었지만 향후 체력부분에 좀더 초점을 맞추어 구조화된 운동프로그램을 구성하고 정기적으로 평가 관리한다면 신체적인 능력을 갖추게 되고 부상이나 질병의 위험도 감소시킬 뿐만 아니라 만성질환의 위험에서도 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 과학적인 프로그램이라 생각된다.

화재진압이나 응급구조 등 강제로 진입하거나 인명을 구조하는 실제 현장에서는 사람을 들거나 무거운 물건을 이동시켜야 하는 경우가 종종 발생하며, 구조과정에서 잘못된 자세로 여러 신체부위에 부상이 발생하게 된다[25]. 소방직무에 부상 빈도가 높은 부위는 허리로 조사되었으며[27,27], 연구C,D,E[16,17,18]는 이러한 선행연구 결과를 바탕으로 하여 허리통증이나 허리통증을 예방하기 위한 운동프로그램을 실시하였다.

연구C[16]은 허리통증이 있는 소방공무원을 대상으로 재활프로그램을 실시한 연구로 허리 근력에 초점을 맞추어 허리 근력강화 운동으로 구성하여 진행하였다. 허리통증과 관련이 있는 굽힘근과 펴기 강화 운동을 실시하였으며 허리 근지구력과 주관적 통증지표에 향상을 보였다. 8주간 주 2회 25분이라는 짧은 기간의 중재에 비하면 상당히 의미있는 결과라고 할 수 있다. 소방공무원의 직무상 허리 통증과 근골격계 부상이 발생하기 이전에 예방 차원에서 구성하고 근력과 더불어 심폐지구력이나 유연성 등이 추가적으로 보완된다면 소방공무원이 부상으로 인한 직무변경, 조기 은퇴나 불필요한 의료비 지출 등에 매우 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 여겨진다.

연구D[17]는 소방공무원들의 허리통증을 예방하기 위한 목적으로 24주 후 집단을 나누어 소방기관에서 등과 코어근육의 근지구력 강화 운동을 진행하였다. 프로그램 진행 후, 엎드린 상태에서 등근육으로 지탱하는 *modified Biering-Sorensen* 검사에서 등근육이 12% 향상되는 결과를 보였으며, plank 동작을 통한 검사를 통해 코어 근력도 21% 향상되는 결과를 보였다. 24주 프로그램으로 기간이 다소 긴 경향은 있으나 프로그램은 일주일에 2번, 10분의 짧은 시간 동안 실시한 것으로 근무지 내에서 단체로 실시하기에는 매우 효율적이며 더 큰 동기부여가 되었을 것으로 판단된다. 연구D는 소방기관에서 실시하였지만 운동프로그램이나 평가방법도 간단하여 개별적으로 진행해도 진행상 큰 어려움이 없을 것으로 보여진다. 소방공무원의 특수한 직무상 빈발하는 허리통증을 예방할 수 있는 근력 강화 운동으로 안전하고 효과적인 프로그램임을 확인하는 연구라 할 수 있겠다. 추후 소방공무원을 대상으로 운동프로그램을 구성할 때 근무지 내에서 할 수 있는 프로그램으로 개발한다면 시간을 효율적으로 활용하고 참여자들이 동시에 실시할 수 있으므로 동기부여와 그룹 내 참여율도 높여 더욱 긍정적인 결과를 예측할 수 있을 것으로 보인다.

연구E[18]는 연구D[19]에서 소방공무원의 코어 안정성과 등 근육에 긍정적인 영향을 가져온 결과를 바탕으로 동일한 연구자가 동일한 방법으로 프로그램을 실시하여 허리 근육의 단면적에 대한 변화를 검증하고자 하였다. 일반인을 대상으로 한 연구에서 허리 통증은 허리의 못갈래근과 연관성이 높다는 보고들[28,29]을 근거로 운동프로그램을 통해 소방공무원의 허리 못갈래근의 크기와 비대칭적인 면을 확인하고자 하였다. 프로그램 실시 후 허리 못갈래근의 비대와 허리 좌·우측의 비대칭 정도는 유의한 차이가 나타나지는 않았다. 기본적으로 일반인에 비해 소방공무원은 근육량이 많으며, 허리통증 환자가 아니라 정상인을 대상으로 한 운동프로그램으로 근비대나 대칭 문제에 변화를 가져오기엔 한계가 있었던 것으로도 보인다. 또한 허리 못갈래근은 허리근육 가운데 가장 심부에 있는 근육으로 일반화된 운동프로그램으로 비대해지기가 어려울 수 있으며 허리 주위의 다른 근육들을 함께 살펴보는 것도 의미가 있을 것으로 여겨진다. 연구 대상자를 허리통증이 있는 소방공무원으로 실시하거나 프로그램 구성요소들을 다르게 적용해간다면 긍정적인 변화도 기대할 수도 있었을 것으로 생각된다. 연구E에서 실시

한 운동프로그램이 허리 못갈래근의 단면적과 비대칭에 변화는 나타나지 않았지만 코어에 중심이 되는 근육으로 소방활동에 있어서도 중요한 역할을 할 것으로 여겨지며, 못갈래근을 포함한 코어 근육을 강화하기 위한 프로그램 구성은 반드시 포함되어야 할 것으로 판단된다.

연구F[19]는 기존 서킷 트레이닝에 대한 효과적인 결과[30,31]를 바탕으로 소방공무원에게도 적용하고자 하였다. 새롭게 개발한 서킷트레이닝을 12주간 실시하고 화재진압이나 구조 환경에서 작업 수행력을 검증하고자 한 연구로 현장업무에 대한 실질적인 효과성을 확인하기 위한 중요한 시도가 할 수 있다. 소방기관에서 진행한 서킷트레이닝 후 모의 화재진압검사에서 100%의 향상을 가져왔으며, 이는 실제 업무를 수행할 때 체력적인 피로감이나 부상 등에 매우 긍정적이라 할 수 있다. 또한 연구B,D,E[15,17,18]와 동일하게 근무지에서 실시한 프로그램으로 본 연구의 서킷트레이닝에 가장 큰 장점은 실제 현장에서 사용하는 장비인 사다리, 소방호스, 소방도구를 활용할 수 있었다는 것이다. 실제 현장에서 사다리를 세우고 연장하기나 소방호스를 연결하는 등의 동작을 트레이닝 프로그램을 통해 실시하여 현장에서 장비를 신속하고 친숙하게 사용할 수 있도록 2차적인 효과도 가져왔을 것으로 보인다. 소방공무원들은 화재현장이나 구조상황에서 10층 계단을 빠른 속도로 뛰어올라야 하는 심폐체력과 인명구조를 위해 사람을 엮고 탈출해야 하는 상당한 근력이 요구되는 상황이 빈번하게 발생한다. 서킷트레이닝을 통해 모의 화재진압 수행력이 향상되었다는 것은 현장에서도 수월한 대처가 가능할 수 있다는 것을 의미한다. 연구에서 아쉬운 부분은 서킷트레이닝에 대한 상세한 운동프로그램이 제시되지 않아 향후 본 연구를 기초로 서킷트레이닝을 구성할 때 구체적인 동작을 구현하는데 다소 어려움이 있을 것으로 보인다.

연구G[20]은 56명의 소방공무원을 대상으로 운동프로그램과 개별화된 프로그램을 제공하고 FMS 점수와 기능체력이라고 할 수 있는 가동성, 안정성, 숙련된 움직임 등의 변화를 분석하였다. 8주간의 프로그램으로 통해 참가자의 운동 능력, 안정성, 숙련된 움직임에서는 유의한 향상을 가져왔으나 가동성에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 소방공무원의 현장 특수성을 감안하여 기능체력을 살펴본 것에 대해서는 의의가 있으나 특히 개인체력에 따른 개별화된 프로그램 구성을 강조한 연구라 할 수 있다. 연구에서 2명의 개별화된 프로그램을 예로 제시

하였는데 프로그램 구성에 상당한 차이를 보여 결과도 프로그램에 따라 매우 달라질 수 있을 것으로 예측된다. 8 주동안 운동프로그램을 실시하는 과정에서 self-monitoring으로 진행하였는데 운동전문가의 감독과 지도 하에 실시한 프로그램보다는 체계적인 부분이나 동기부여 면에서 제한점으로 작용했을 가능성이 있어 보인다. 연구 B,D,E,F[15,17,18,19]와 같이 소방기관에서 동시에 진행했다면 동기 부여도 되고 실천율도 높아져 더욱 긍정적인 결과를 가져왔을 것이라 사료된다. 또한 프로그램의 구성이 근력 위주로 되어 있어 가동성 향상을 위해서는 근력과 더불어 민첩성이나 평형성 등의 부분도 강조되어야 할 것으로 보인다.

본 연구의 체계적인 고찰은 소방공무원을 위한 운동프로그램을 구성할 때 객관적인 근거를 제공할 수 있으며 운동프로그램을 계획하고 지도할 때 적절한 운동형태, 기간, 부하 양 등 운동전문가의 의사결정에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 여겨진다. 현재까지 소방공무원을 대상으로 운동프로그램에 대한 많은 연구들이 되어오고 있지 않으나 소방공무원의 특수한 직무를 고려하여 기존 연구를 바탕으로 후속 연구들이 더욱 활발하게 진행되어야 할 것으로 사료된다.

결론

체계적 선별과정을 통해 선정된 7편의 논문을 토대로 고찰을 한 결과, 소방공무원을 대상으로 한 운동과 재활 프로그램의 중요성을 확인할 수 있었고 체력증진과 부상 예방에 필요한 정보를 얻을 수 있었다. 소방공무원의 체력을 증진시키고 부상을 최소화하기 위해서는 반드시 자격을 갖춘 운동전문가의 지도 하에 실시되어야 하며, 심폐지구력, 근체력 위주의 운동이 필수적으로 포함되어야 하겠다. 부상 빈도가 높은 허리통증을 위해 코어운동과 등운동의 효과적인 변화를 확인할 수 있었으며 근체력 가운데 코어와 등근력 운동도 함께 구성되어야 할 것이다. 기존 연구에서 제시한 운동프로그램을 근거로 과학적으로 한층 더 진보된 프로그램 개발이 매우 필요하며, 상당한 체력이 요구되는 소방공무원의 직무를 고려할 때 적극적인 운동참여와 실천율을 높일 수 있는 국가적인 지원이 가장 중요한 요소라 할 수 있겠다.

Acknowledgments

본 연구는 순천향대학교 학술지원비(2018)와 한국소방산업기술원의 현장중심형 소방활동지원 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(MPSS-소방안전-2017-87).

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Kim SG. A Study on the job stress of fire officers. [Master's dissertation]. [Seoul, Republic of Korea]: Dankook University Graduate School of Policy and Business Administration; 2002.
2. Petersen A, Payne W, Phillips M, Netto K, Nichols D, Aisbett B. Validity and relevance of the pack hike wildland firefighter work capacity test: a review. *Ergon*. 2010; 53(10):1276-85.
3. Oh CU. Fire officer physical enhancement program status quo and development plan. [Master's dissertation]. [Seoul, Republic of Korea]: Korea National Sport University Graduate School of Sports and Leisure Studies; 2013.
4. Kim JM. A Study on the body state and improving the physical fitness of fire officials. [Master's dissertation]. [Seoul, Republic of Korea]: Korea National Sport University Graduate School of Sports and Leisure Studies; 2005.
5. Hong SK. The setting of physical fitness test items for the job performance of firefighter's. [PhD dissertation]. [Incheon, Republic of Korea]: Incheon National University Graduate School; 2010
6. Seong BJ, Ko BG, Kim JH, et al. Development of physical fitness program for firefighters. NSPC. Report on the assignment task. 2008.
7. Kim NI, Jang JH, Seong KH, et al. Aerobic exercise capacity and isokinetic muscle strength on duty form in firefighters. *JKSAE*. 2002; 6(1):17-32.
8. Ko BG. The relationship between firefighting performance

- and physical fitness. *KJSS*. 2006; 17(1):66-74.
9. Myhre LG, Tucker DM, Bauer DH, et al. Relationship between selected measures of physical fitness and performance of a simulated firefighting emergency task. 1997, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a319915.pdf>
 10. Michaelides MA, Parpa KM, Thompson J, Brown B. Predicting performance on a firefighters ability test from fitness parameters. *RQES*. 2008; 79(4):468-75.
 11. Sheaff AK, Bennett A, Hanson ED, et al. Physiological determinants of the candidate physical ability test in firefighters. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(11):3112-22.
 12. Jo GH, Lee BE, Lee SH. Relationship between firefighting suppression tasks and physical fitness. *Disaster Prev Res*. 2004; 6(3):139-49.
 13. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. 2009, <http://www.cochrane-handbook.org>
 14. Roberts MA, O'dea J, Boyce A, Mannix ET. Fitness levels of firefighter recruits before and after a supervised exercise training program. *J Strength Cond Res*. 2002;16(2):271-7.
 15. Carey MG, Al-Zaiti SS, Liao LM, Martin HN, Butler RA. A low-glycemic nutritional fitness program to reverse metabolic syndrome in professional firefighters: results of a pilot study. *J Cardiovasc Nurs*. 2011; 26(4):298-304.
 16. Gwon HJ. The effects of the lumbago program on the muscular pain and the function of firefighters with back pain. [Master's dissertation]. [Kangwon, Republic of Korea]: Kangwon National University Graduate School of Industry and Science; 2013.
 17. Mayer JM, Quillen WS, Verna JL, Chen R, Lunseth P, Dagenais S. Impact of a supervised worksite exercise program on back and core muscular endurance in firefighters. *Am J Health Promot*. 2015; 29(3):165-72.
 18. Mayer JM, Nuzzo JL. Worksite back and core exercise in firefighters: effect on development of lumbar multifidus muscle size. *Work*. 2015; 50(4):621-7.
 19. Pawlak R, Clasey JL, Palmer T, Symons TB, Abel MG. The effect of a novel tactical training program on physical fitness and occupational performance in firefighters. *J Strength Cond Res*. 2015; 29(3):578-88.
 20. Stanek JM, Dodd DJ, Kelly AR, Wolfe AM, Swenson RA. Active duty firefighters can improve Functional Movement Screen (FMS) scores following an 8-week individualized client workout program. *Work*. 2017; 56(2):213-20.
 21. Gledhill N, Jamnik VK. Characterization of the physical demands of firefighting. *Can J Sports Sci*. 1992; 17:207-13.
 22. Gami AS, Witt BJ, Howard DE, et al. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 49(4):403-14.
 23. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the national cholesterol education program (NCEP) Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002; 106(25):3143-3421.
 24. Pitsavos C, Panagiotakos D, Weinem M, Stefanadis C. Diet, exercise and the metabolic syndrome. *Rev Diabet Stud*. 2006; 3(3):118-26.
 25. Butler RJ, Contreras M, Burton LC, Plisky PJ, Goode A, Kiesel K. Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*. 2013; 46(1):11-7.
 26. Nuwayhid I, Stewart W, Johnson J. Work activities and the onset of first-time low back pain among New York City fire fighters. *Am J Epidemiol*. 1993; 137(5):539-48.
 27. Gentzler M, Stader S. Posture stress on firefighters and emergency medical technicians associated with repetitive reaching, bending, lifting, and pulling tasks. *Work*. 2010; 37(3):227-39.
 28. Beneck GJ, Kulig K. Multifidus atrophy is localized and bilateral in active persons with chronic unilateral low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012; 93(2):300-6.
 29. Hides JA, Gilmore C, Stanton WR, Bohlscheid E. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and

- healthy asymptomatic subjects. *Man Ther.* 2008; 13(1):43-9.
30. Shabani R, Nazari M, Dalili S, Rad AH. Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes type II. *Int J Prev Med.* 2015; 10;1-11.
31. Arazi H, Ghiasi A, Afkhami M. Effects of different rest intervals between circuit resistance exercises on post-exercise blood pressure responses in normotensive young males. *Asian J Sports Med.* 2013 ;4(1):63-9.