



# 한국 성인의 심폐체력과 의료이용행태 및 의료비의 관련성: 국민체력100 사업 건강체력 기준을 바탕으로

이승희<sup>1</sup> MS, 이호진<sup>2</sup> PhD, 오인환<sup>3</sup> MD, MPH, PhD, 정현경<sup>3</sup> PhD, 이미현<sup>4</sup> PhD, 박세정<sup>5</sup> PhD

<sup>1</sup>고려대학교 체육학과, <sup>2</sup>용인대학교 체육학과, <sup>3</sup>경희대학교 의과대학 예방의학교실, <sup>4</sup>성결대학교 체육교육학과, <sup>5</sup>한국스포츠정책과학원 스포츠과학연구실

## Association Between Cardiorespiratory Fitness and Healthcare Costs in Adults Using the Criterion Referenced Fitness Thresholds: The Korea Institute of Sport Science Fitness Standards Study

Seunghye Lee<sup>1</sup> MS, Hyojin Lee<sup>2</sup> PhD, In-Hwan Oh<sup>3</sup> MD, MPH, PhD, Hyeon-Kyoung Cheong<sup>3</sup> PhD, Mihyun Lee<sup>4</sup> PhD, Saejong Park<sup>5</sup> PhD

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Korea University, Seoul; <sup>2</sup>Department of Physical Education, Youngin University, Youngin; <sup>3</sup>Department of Preventive Medicine, Kyung Hee University School of Medicine, Seoul; <sup>4</sup>Department of Physical Education, Sungkyul University, Anyang; <sup>5</sup>Department of Sports Science, Korea Institute of Sports Science, Seoul, Korea

**PURPOSE:** This study aimed to determine the association between cardiorespiratory fitness (CRF) and healthcare utilization and healthcare costs in Korean adults using criterion-referenced health fitness thresholds.

**METHODS:** The sample was drawn from the Korea Institute of Sport Science Fitness Standards Study (2014–2015) participants (n=1,780) aged 19–64 years. Participants completed a treadmill exercise test in which the peak oxygen uptake was estimated from the treadmill time. CRF thresholds were identified using receiver operating characteristic curve analysis using CRF z-scores as the test and metabolic syndrome as the criterion. The participants were categorized into low-, middle-, and high-risk groups. Healthcare utilization and healthcare costs, derived from the Korea National Health Insurance Data Sharing Service, were compared using multiple linear regression with control for body mass index (BMI), income, healthcare utilization, and healthcare costs in the previous year.

**RESULTS:** In this study, two CRF thresholds were established: one for high sensitivity, the other for high specificity. CRF thresholds at the low-risk group were 35.2–42.6 mL/kg/min for men and 26.8–34.3 mL/kg/min for women. The total healthcare costs per participant per year for the middle- and high-risk groups were 173,016 Won and 324,840 Won, respectively, higher than those in the low-risk group after the adjustment for BMI, income, healthcare utilization, and costs in the previous year ( $p=.006$ ,  $p<.001$ ). The high-risk group had 2,890 visits, 3,177 visit days, and 27,215 prescription days, all of which were significantly higher than those of the low-risk group ( $p=.003$ ,  $p=.003$ ,  $p=.002$ ).

**CONCLUSIONS:** A low CRF is associated with higher healthcare utilization and costs. Improving CRF may result in lower healthcare utilization and costs.

**Key words:** Cardiorespiratory fitness thresholds, Aerobic capacity, Healthcare utilization, Healthcare costs

**Corresponding author:** Saejong Park **Tel** +82-2-970-9562 **Fax** +82-2-970-9502 **E-mail** saejpark@sports.re.kr

\*본 논문은 2020년도 국민체육진흥공단 국민체육진흥기금을 지원받아 수행된 연구임.

**Keywords** 심폐체력, 절대평가 기준, 의료이용행태, 의료비

**Received** 25 Sep 2021 **Revised** 8 Nov 2021 **Accepted** 8 Nov 2021

© 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.

## 서론

우리나라는 고령화와 만성질환자 증가로 인해 의료비가 지속적으로 증가하고 있다[1]. 만성질환은 우리나라 전체 사망 원인의 약 80%를 차지하고 있는데[2], 만성질환 예방 및 관리를 위한 핵심 요인으로 신체활동의 중요성이 널리 알려져 있다[3]. 신체활동은 만성질환 예방 및 관리에 효과적이며 의료비 감소에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[4]. 신체활동과 의료비와의 관계를 분석한 연구에 의하면 신체활동이 적을수록 입원진료 등 의료이용과 의료비가 높은 것으로 나타났으며, 신체활동 부족(physical inactivity)은 사망의 주요 요인으로 보고되었다[5].

신체활동은 건강에 긍정적인 영향을 줄 뿐만 아니라 체력 증진에도 영향을 준다[6]. 심폐체력은 일상생활에서 신체활동의 반복적인 참여로 변화가 가능하며, 심폐체력 수준은 평소의 신체활동과 밀접한 관련이 있다[6]. 심폐체력 증진에 기여하는 요인으로 신체활동의 영향이 큰 것으로 알려져 있다[7].

심폐체력과 만성질환 유병 및 사망률의 위험 감소에 대한 연구들을 보면[8-13], 심폐체력은 만성질환 예방에 효과적인 방안으로 여겨지고 있다[8]. 다수의 선행연구에 따르면, 낮은 심폐체력을 가진 사람은 높은 심폐체력이나 평균 이상의 심폐체력을 가진 사람보다 사망률이 더 높았으며[9,10] 심혈관계 질환 및 위험요인 등도 더 높게 나타났다[8,11-13]. 이에 심폐체력은 각종 질병과 사망률의 강력한 예측인자로 밝혀지고 있다[9].

국외에서는 심폐체력과 의료비에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있으며, 높은 심폐체력 수준은 의료비 감소와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다[14-22]. 체력 수준에 따른 의료비를 살펴보면 체력 수준이 낮아질수록 의료비는 증가하였다[15]. 또한, 체력이 낮은 집단은 체력이 높은 집단보다 연간 전체 의료비가 더 많게 나타났다[20].

특정 질환자에 대한 심폐체력과 의료비 연구에서도 심폐체력 수준이 높을수록 의료비가 절감하는 것으로 나타났다[19,21,22]. 비만[21], 요통[19], 당뇨병[22]에서도 체력이 높은 집단이 낮은 집단보다 의료비가 더 낮게 나타났다. 심폐체력과 의료이용에 대한 연구에서는 체력이 낮은 집단이 체력이 높은 집단보다 의료방문 횟수와 입원 기간이 더 많게 나타났다. 또한, 1년 후 검진에서 체력이 낮은 집단이 체력이 향상된 경우, 체력 향상되지 않은 집단보다 입원 횟수가 적게 나타났다[16].

이와 같이 심폐체력은 체력 수준이 높거나 체력을 증진할수록 의료비 절감 효과가 나타나며, 질환자에서도 심폐체력이 높으면 의료비 감소에 긍정적인 역할을 하는 것으로 나타났다. 그러나 지금까지 체력과 의료비 관련 선행연구들은 서양인 중에서도 퇴역군인과 남성을 위주로 진행되었으며, 아시안인을 대상으로 한 연구는 전무한 실정이다. 또한, 심폐체력과 의료 이용 행태에 관한 연구도 부족하였다.

국내에서는 주로 신체활동 또는 운동 참여와 의료비에 대한 연구가 보고되었다[23-28]. 비만 노인 여성의 신체활동 수준에 따른 의료비 차이를 본 결과, 총 진료비가 비참여 집단이 걷기 집단보다 더 많게 나타났다[28]. 당뇨병 환자의 운동실천에 따른 의료비를 비교한 연구에서는 총 개인지출의료비, 입원한 경험과 외래 일수에서 운동한 집단이 더 낮게 나타났다[25]. 신체활동 정도에 따른 의료이용과의 관련성을 살펴본 결과, 활동적 집단이 비활동적 집단 보다 입원이용 가능성과 외래이용 등이 더 낮게 나타났다[26].

이와 같이 국내에서는 신체활동과 의료비와의 관계에 대한 연구들이 실시되고 있으나 노인을 대상으로 한 연구가 대부분이었으며, 건강한 성인을 대상으로 한 연구는 부족하였다. 특히, 신체활동 정도에 따라 의료비 감소에 긍정적 효과가 있음이 선행연구들을 통해 보고되었으나 주관적인 설문조사로 인해 신체활동의 그 정도를 명확히 알 수가 없었다. 반면, 심폐체력은 평소 신체활동으로 결정되며, 심혈관계 질환 발생의 강력한 예측인자인 최대산소섭취량으로[29] 객관적인 지표를 이용하여 비교가 가능하다.

이에, 우리나라 건강한 성인들의 심폐체력 수준이 의료비 절감에 영향을 미치는지 객관적으로 파악해 볼 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 성인 남녀를 대상으로 심폐체력과 의료이용 및 의료비와의 관련성을 파악하고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상 및 자료수집

본 연구는 “국민체력100 사업 한국인 건강체력 기준개발(Korea Institute of Sport Science Fitness Standards, KISS FitS) 프로젝트(2014-2016)”의 일부 자료를 이용하였다[30,31]. KISS FitS 프로젝트는 건강위험요인들(심혈관계 및 대사, 정신, 노쇠 등)과 관련된 성인 및 노인의 건강체력 수준을 제시한 연구이다[32-34]. 본 연구에서 이용한 자료는 KISS FitS 프로젝트의 성인 만 19세에서 만 64세의 심폐체력 자료(총 2,278명, 여자: 54.4%)를 이용하였으며[30], 심폐체력의 건강체력 기준 재분석에 자료를 활용하였다[35]. 본 연구에서는 심폐체력 검사 참여자 중 개인정보 제공 및 활용에 동의한 자료를 국민건강보험공단의 의료이용 및 의료비 자료와 연계하였다. 본 연구의 심폐체력에 따른 의료이용 및 의료비 자료연계는 연구참여 연도(2014-2015)를 기준으로 참여 이전 연도와 참여 이후 연도(2013-2016년도) 자료(총 1,780명)를 이용하였다(Table 1). 성별에 따른 가구소득은 보험료 20분위로 산출하였고, 남자  $13.8 \pm 5.1$ , 여자  $12.6 \pm 5.6$  이었다. 본 연구는 한국스포츠정책과학원 기관생명윤리위원회의 승인을 받았다.

**Table 1.** Characteristics of the participants

Variables	Men (n=794)	Women (n=986)
Age (yr)	44.7±12.1	47.0±11.7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.8±2.9	23.6±3.3
SBP (mmHg)	126.0±12.1	117.0±13.8
DBP (mmHg)	81.1±9.7	74.4±9.2
VO <sub>2</sub> max (mL/kg/min)	40.3±6.1	29.9±5.7

Values are means and SD.

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; VO<sub>2</sub>max, maximal oxygen uptake.

## 2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 기 개발된 한국 성인의 건강체력 기준[30,31]을 청소년기 건강체력 기준과의 연계성을 고려하여 1) 성인의 질병예방을 위한 건강체력 기준을 재분석[35]하여 제시하고 이에 따라 집단을 분류한 후, 2) 국민건강보험공단 자료와 연계하여 건강체력 기준에 따른 의료이용행태와 의료비를 조사하였다.

### 1) 심폐체력 건강체력 기준 개발

본 연구에서는 수정된 NCEP-ATP III (2002)의 대사증후군 기준을 이용하여 성인의 심폐체력 건강체력 기준을 제시하였으며, 신장, 신체구성, 허리둘레, 혈액분석 및 심폐체력(최대산소섭취량) 등의 모든 측정 방법은 선행연구 Park et al. [31]과 같다. 심폐체력 측정은 브루스의 프로토콜(Bruce protocol)을 이용하여 최대운동부하검사를 실시한 후 운동을 종료한 시간과 성별 변수를 사용하여 최대산소섭취량을 추정하여 사용하였다[36].

건강체력 기준 개발을 위한 자료처리 방법은 다음과 같다. 성별, 연령대별 심폐체력 수준을 반영하기 위하여 LMS 분석을 이용하여 성별 연령대별 Z점수(표준점수)를 산출하였다. LMS 통계 방법은 최대우도법(maximum penalized likelihood)으로 평활화(smoothing)된 백분위수 곡선을 추정하는 방법이다. 최대산소섭취량의 L, M, S값과 백분위수를 얻기 위해서 LMS Chartmaker Light ver.2.54 소프트웨어(Medical Research Council, London, UK)를 이용하였다. Z점수 산출 공식은 'Z점수 = ((Y/M)L-1)/(L×S)'이다.

성인의 건강체력 기준 설정 방법은 질병예방을 위한 준거로 대사증후군으로 선정한 후, Receiver operating characteristic of curve (ROC curve) 분석을 이용하여 곡선 아래의 면적(Area Under Curve, AUC) 값을 산출하였다[31,37]. 본 연구에서는 AUC가 0.6 이상인 값을 정확하다고 해석하였다[31,38]. 건강체력 기준 설정은 민감도(Sensitivity)와 특이도(Specificity)에 따른 분별점으로 선정하였다. ROC 곡선 분석은 Medcals ver.14.0 프로그램(MedCalc, Belgium, UK)을 이용하였다. 모든 통계적 검정의 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

### 2) 심폐체력 수준에 따른 의료이용행태 및 의료비 비교

본 연구에서는 심폐체력 수준에 따른 의료이용행태 및 의료비 비교를 하기 위해 성인기 질병 예방을 위한 건강체력 기준을 이용하였다. 심폐체력에 따른 집단은 건강체력 기준에 의거하여 저위험(Low risk), 중위험(Middle risk), 고위험(High risk)으로 분류하였다. 저위험 집단은 민감도를 중심으로 한 분별점 이상, 고위험 집단은 특이도를 중심으로 한 분별점 이하, 중위험 집단은 민감도와 특이도 분별점 사이의 체력 값으로 분류하였다.

의료이용행태 및 의료비는 의료방문횟수, 입내원일수, 요양일수, 원외처방일수, 의료비로 구분하였으며, 모든 의료이용은 입원한 경우와 외래로 온 경우, 입원과 외래를 합친 총계로 나누었다. 단, 원외처방일수는 원외처방전으로 정의되어 입원과 외래로 구분하지 않았다. 의료방문횟수(Number of visits)는 요양기관(의료급여기관)에서 건강보험심사평가원에 심사 청구한 명세서 중 심사평가원에서 심사결정한 명세서 건수(현, 청구건수; 구, 진료건수)를 의미한다. 요양기관은 환자에게 진료하는 기관으로서, 상급종합병원, 종합병원, 병원, 요양병원, 의원, 치과병원, 치과의원 조산원, 보건의료원, 보건소, 보건지소, 보건진료소, 한방병원, 한의원, 약국을 총칭한다. 입내원일수(Visit days)는 건강보험 환자(의료급여 수급권자)가 실제로 요양기관(의료급여기관)에 방문 또는 입원한 일수를 의미한다. 요양일수(Treatment days)는 내원일수에 원내 투약일수를 포함한 일수, 단, 내원과 투약이 중복된 날은 1일로 산정. 약국 처방건의 요양일수는 투약일수를 의미한다. 원외처방일수(Prescription days)는 원외처방전에 의하여 조제투약 하도록 처방한 일수를 의미한다. 의료비(Healthcare costs)는 요양기관(의료급여기관)에서 건강보험환자 진료에 소요된 비용으로 보험자부담금(공단부담금)과 환자본인부담금(비급여 제외)을 합한 금액이며, 요양기관에서 청구한 총 진료비 중 심사 결정된 진료비를 의미한다.

자료처리방법에서 모든 자료는 평균과 표준편차(mean±SD)로 표기하였다. 심폐체력에 따른 일반적 특성을 비교하기 위해 분산분석(ANOVA)을 이용하였다. 심폐체력에 따른 의료이용행태 및 의료비를 비교하기 위해 다중선형회귀분석(multiple linear regression)을 실시하였으며, 입원 관련 의료비용 비교를 위해서는 0이 다수 존재함을 고려하여 TOBIT 분석 방법을 이용하였다. 보정변수는 신체질량지수(BMI), 가구소득, 체력 측정 이전연도의 의료비와 의료이용행태를 이용하였다. 가구소득 변수는 건강보험 가입자 구분변수와 보험료 20분위수를 이용하였다. 모든 통계분석은 SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC)를 이용하였으며, 통계적 유의 수준은 α=.05로 설정하였다.

## 연구 결과

### 1. 심폐체력의 건강체력 기준

본 연구에서 연령별 성인 남녀의 심폐체력의 건강체력 기준은 Table 2와 같다. ROC 분석 결과, AUC 값은 남성이 0.680, 여성이 0.628로 나타났다. 심폐체력의 건강체력 기준은 민감도와 특이도를 이용하였는데 민감도(sensitivity)가 70% 이상이면서 특이도(specificity)가 가장 높은 값과 특이도가 90% 이상이면서 민감도가 가장 높은 값을 제시하였다. 민감도를 중심으로 한 연령대별 심폐체력 분별점은 남성(42.6-35.2 mL/kg/min)과 여성(34.3-26.8 mL/kg/min) 모두 연령대가 증가할수록 점차 감소하였다. 특이도 중심의 심폐체력 분별점은 남성(36.7-30.4 mL/kg/min)과 여성(29.2-20.6 mL/kg/min) 모두 연령대가 증가할수록 점차 감소하였다. 심폐체력 분별점은 모두 남성이 여성보다 높게 나타났다.

### 2. 심폐체력에 따른 의료이용행태 및 의료비 관련성

심폐체력에 따른 저위험, 중위험 및 고위험 집단의 일반적 특성은 Table 3과 같다. 연령, 신체질량지수, 최대산소섭취량, 가구소득은 심폐체력에 따라 남녀 모두 유의하게 나타났다. 연령과 신체질량지수는 저위험, 중위험, 고위험 집단 순으로 증가하였으며, 최대산소섭취량과 가구소득은 저위험, 중위험, 고위험 집단 순으로 감소하였다. 반면 혈압은 여성의 수축기 혈압에서만 집단 간 차이가 나타났다. 심폐체력에 따른 가구소득은 남자의 경우 저위험 집단 14.8±4.5, 중위험 집단 13.3±5.4, 고위험 집단 12.7±5.6이며( $p < .001$ ), 여성의 경우 저위험 집단 13.0±

5.6, 중위험 집단 11.9±5.7, 고위험 집단 12.9±5.5으로 집단 간 차이가 나타났다( $p = .0133$ ).

심폐체력의 건강체력 기준에 따른 다음연도 의료이용행태 및 의료비 결과는 Table 4와 같다. BMI, 가구소득 그리고 이전년도 의료이용행태 및 의료비를 보정한 후 다음연도 의료이용행태 및 의료비를 심폐체력 수준별로 비교하였다. 의료방문횟수는 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 유의하게 많았다. 입원 의료방문방문횟수는 대체적으로 값이 적게 나타나 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 평균적으로 0.118회 더 방문했으며, 총 의료방문횟수와 외래 의료방문횟수는 각각 평균적으로 2.890회, 2.804회로 고위험 집단이 더 많이 방문한 것으로 나타났다. 총 의료방문횟수의 평균을 살펴보면, 저위험 집단은 12.58회인 반면, 고위험 집단은 17.94회로 고위험 집단이 저위험 집단에 비해 더 많이 방문한 것을 알 수 있다.

입내원일수도 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 총 입내원일수와 외래일수가 평균적으로 약 3일 더 많았다. 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 평균적으로 총 입내원일수 3.177일, 입원일수 0.479일, 외래일수 2.807일 더 많았으며, 통계적으로 유의하게 나타났다. 요양일수는 총 요양일수가 저위험 집단에 비해 중위험 집단과 고위험 집단으로 갈수록 평균 3.052일, 4.534일로 점점 더 증가하는 것으로 나타났고, 입원 요양일수는 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 평균 1.363일 더 많았다. 원외처방일수는 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 평균 27.215일 많았으며 통계적으로 유의하였다. 처방일수는 원외처방이어서 입원과 외래를 구분하지 않았다.

**Table 2.** Criterion-referenced cardiorespiratory fitness thresholds and corresponding sensitivity and specificity in adults

Gender	AUC (95% CI)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	<i>p</i>	VO <sub>2</sub> max cut-points (mL/kg/min)				
					19-29 yr	30-39 yr	40-49 yr	50-59 yr	60-69 yr
Men (n=1,038)	0.68 (0.647-0.711)	70.32 23.87	56.44 90.38	<.001 <.001	42.6 36.7	41.8 36.3	40.5 35.0	38.2 32.8	35.2 30.4
Women (n=1,240)	0.628 (0.598-0.657)	70.14 20.14	54.18 90.41	<.001 <.001	34.3 29.2	32.6 27.2	30.8 25.3	28.7 23.1	26.8 20.6

AUC, area under the curve; VO<sub>2</sub>max, maximal oxygen uptake.

**Table 3.** Characteristic of the subjects according to criterion-referenced cardiorespiratory fitness thresholds among adults

Variables	Men (n=794)				Women (n=986)			
	Low risk (n=400)	Middle risk (n=290)	High risk (n=104)	<i>p</i>	Low risk (n=477)	Middle risk (n=370)	High risk (n=139)	<i>p</i>
Age (yr)	42.2±11.5	44.7±12.2	47.1±11.3	.0001**	44.7±11.3	47.4±11.5	47.0±10.8	.019*
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.2±2.3	25.1±3.1	25.6±3.5	<.0001**	22.6±2.5	23.9±3.4	25.4±4.1	<.0001**
SBP (mmHg)	125.2±11.5	126.0±12.2	128.0±11.8	.0887	114.7±12.0	117.4±14.5	118.3±13.2	.0016*
DBP (mmHg)	80.74±9.54	81.4±9.9	82.6±9.3	.2058	74.1±9.1	74.0±9.2	74.6±9.1	.8053
VO <sub>2</sub> max (mL/kg/min)	44.9±4.0	37.5±2.4	30.7±3.8	<.0001**	34.3±3.5	27.4±2.9	21.9±3.9	<.0001**

Values are means and SD, unless otherwise noted.

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; VO<sub>2</sub>max, maximal oxygen uptake.

\* $p < .05$ , \*\* $p < .001$ .

Table 4. The association between the levels of cardiorespiratory fitness and healthcare utilization and costs in the next year

Variables	Group	N	Total			Inpatient			Outpatient				
			Mean	SD	beta	p	Mean	SD	beta	p	Mean	SD	beta
Number of visits	Low risk	877	12.58	13.50	1	0.10	0.36	1	12.49	13.38	1		
	Middle risk	660	14.20	15.66	0.686	0.15	0.59	0.050	14.05	15.50	0.641	0.070	.343
	High risk	243	17.94	17.94	2.890	0.22	0.63	0.118	17.72	17.74	2.804	.002*	.003*
Visit days	Low risk	877	12.98	14.25	1	0.50	2.46	1	12.48	13.39	1		
	Middle risk	660	14.84	16.81	0.920	0.80	3.58	0.259	14.04	15.50	0.635	.126	.347
	High risk	243	18.78	19.51	3.177	1.07	3.70	0.479	17.72	17.74	2.807	.044*	.003*
Treatment days	Low risk	877	15.89	29.23	1	1.02	4.41	1	14.87	28.24	1		
	Middle risk	660	19.25	33.79	3.052	1.69	6.93	0.649	17.56	31.37	2.422	.052	.055
	High risk	243	29.41	59.95	4.534	2.47	8.37	1.363	26.94	58.16	3.372	.004*	.057
Prescription days	Low risk	877	111.93	178.82	1	-	-	-	-	-	-		
	Middle risk	660	146.43	193.57	6.710	-	-	-	-	-	-		
	High risk	243	173.86	210.48	27.215	-	-	-	-	-	-		
Healthcare costs	Low risk	877	394,067	709,350	1	69,510	296,071	1	312,899	553,224	1		
	Middle risk	660	556,456	1,395,995	173,016	201,468	592,750	85,765	392,686	775,676	85,644	.030*	.012*
	High risk	243	780,783	1,811,269	324,840	271,017	758,425	197,087	503,624	1,218,951	114,520	<.001*	.016*

Adjusted for BMI, income, healthcare utilization and healthcare costs in the previous year by multiple linear regression. \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

의료비에서는 총 의료비, 입원 의료비 그리고 외래 의료비 모두 저위험 집단에 비해, 중위험 집단과 고위험 집단으로 갈수록 많아졌다. 총 의료비는 저위험 집단에 비해 중위험 집단이 평균 173,016원, 고위험 집단이 평균 324,840원 더 많았으며, 입원 의료비는 저위험 집단에 비해 중위험 집단이 평균 85,765원, 고위험 집단이 평균 197,087원이 더 많았으며, 외래 의료비는 중위험 집단이 평균 85,644원, 고위험 집단이 평균 114,520원 저위험 집단에 비해 더 많았다. 특히 고위험 집단에서는 입원 의료비가 외래 의료비보다 평균 증가량이 많은 것으로 나타났다.

## 논 의

본 연구는 국내 최초로 한국 성인을 대상으로 심폐체력과 의료이용행태 및 의료비와의 관련성을 분석하였다. 심폐체력은 질병예방을 위한 건강체력 개념을 도입하였고 이를 토대로 심폐체력 기준에 따른 의료이용행태와 의료비의 차이를 분석하였다. 연구 결과, 전반적으로 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 입원 이용행태나 의료비가 상대적으로 증가하는 것으로 보였고, 외래의 영향으로 총 의료행태나 의료비가 증가하는 것으로 나타났다.

### 1. 심폐체력의 건강체력 기준

본 연구에서 심폐체력의 건강체력 기준은 Park [30]의 연구와 Park et al. [31]의 연구 자료를 이용하였으며, 청소년기 건강체력 기준과의 연계성을 고려하여 심폐체력의 건강체력 기준을 재분석하였다. 본 연구 결과, 심폐체력은 대사증후군을 저중도 정확수준(남성 0.680, 여성 0.628)으로 분별하는 것으로 나타났으며, 이는 Park [30]의 연구와 Park et al. [31] 연구의 AUC값과 동일하였다.

본 연구에서는 성인을 대상으로 심폐체력의 건강체력 기준을 재 분석한 결과, 선행연구와 다소 다르게 나타났다[30,31]. 본 연구에서는 민감도 중심과 특이도 중심의 분별점을 산출하였는데, 본 연구진의 선행 연구에 비해 민감도는 낮추고, 특이도는 높였다. 민감도 중심의 연령대 별 심폐체력 기준은 본 연구에서 남자 42.6 mL/kg/min에서 35.2 mL/kg/min와 여자 34.3 mL/kg/min에서 26.8 mL/kg/min으로 나타난 반면, 본 연구진의 선행연구에서는 남자 44.1 mL/kg/min에서 36.4 mL/kg/min와 여자 36.6 mL/kg/min에서 29.4 mL/kg/min으로 나타났다. 특이도 중심의 연령대 별 심폐체력 기준은 본 연구에서 남자 36.7 mL/kg/min에서 30.4 mL/kg/min와 여자 29.2 mL/kg/min에서 20.6 mL/kg/min으로 나타난 반면, 본 연구진의 선행연구에선 남자 40.4 mL/kg/min에서 33.5 mL/kg/min와 여자 32.4 mL/kg/min에서 24.5 mL/kg/min으로 나타났다.

국외 선행연구에서도 미국 청소년들을 대상으로 건강체력 기준 개발 연구 결과, 성별 연령별 백분위수, 민감도와 특이도의 의미 등 모두

를 고려하여 민감도 70-80% 이상에서 건강체력 구역(Healthy Fitness Zone), 특이도 90% 이상에서 위험 구역(At risk)으로 분별점을 제시하였다[37]. 본 연구에서는 심폐체력의 건강체력 기준을 재 분석을 통해 거짓 양성(false positive)을 낮추어 잘못 판정하는 것을 최소화하기 위해서 특이도를 높였다. 민감도를 중심으로 한 분별점(Sensitivity 70% 이상)은 대사증후군의 위험이 매우 낮음을 의미하며, 대사증후군 예방을 위한 최적의 심폐체력 수준을 의미한다. 특이도를 중심으로 한 분별점(Specificity 90% 이상)은 대사증후군의 잠재적 위험성이 높은 심폐체력 수준을 의미한다. 따라서 질병 예방을 위해선 건강체력 기준보다 체력 수준을 높게 유지하는 것이 중요하다. 또한 성인기 건강체력 기준 개발 이후 청소년기 건강체력 기준 개발이 됨에 따라 생애주기가 변화하는 시점에서 청소년기보다 성인기의 심폐체력이 높게 선정되어 역전현상 등이 나타났다. 이를 보완하기 위해 심폐체력의 건강체력 기준을 재 선정하기로 하였다. 이에 본 연구에서는 2017년도 이후 최근의 국민체력100 사업 참여자의 심폐체력 수준을 비교하고, 청소년기에서 성인기로 연결되는 시점을 고려하여 전문가 의견조사를 진행하여 분별점을 재 선정하였다.

국외 선행연구의 심폐체력의 분별점을 살펴보면 성인 709명을 2년간 추적조사한 연구에서는 11.3 METs (AUC 0.63; 민감도 60.6%, 특이도 59.0%)로 제시하였다[38]. 또한 제2형 당뇨병을 대상으로 14년 동안 추적 조사한 연구에서는 10.8 METs (AUC 0.70, 민감도 0.64, 특이도 0.64)로 제시하였다[39]. 이들 연구에서는 성인 남녀 또는 남자를 통합하여 1개의 분별점을 제시하였지만 본 연구의 민감도 70% 이상 분별점에서 30대와 40대 남성 11.9 METs와 11.6 METs로 나타난 값과 유사한 것으로 나타났다.

그러나 국외 선행연구에서는 종단적 연구를 통해 건강체력 수준과 질병 예방과의 인과관계를 규명한 반면, 본 연구는 횡단 연구로서 그 한계를 가지고 있다. 향후 연구에서는 종단적 연구를 통해 성인의 건강체력 수준과 질병예방과의 인과관계를 규명하는 연구가 필요하다.

## 2. 심폐체력에 따른 의료이용행태 및 의료비 관련성

본 연구에서 심폐체력에 따른 의료이용행태와 의료비를 분석한 결과, 전반적으로 저위험 집단에 비해 고위험 집단이 입원 이용행태나 의료비가 상대적으로 증가하는 것으로 보였고, 입원이 다소 적어 외래의 영향으로 총 의료행태나 의료비가 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 체력 수준이 높으면 의료이용행태와 의료비의 감소를 보였다. 이러한 결과는 건강한 남성에서 심폐체력이 높은 집단에서 연간 의료기관방문과 입원일수가 감소하는 것을 보고한 Mitchell et al. [16]의 연구와 유사하다. 또한 건강한 성인 남녀를 대상으로 심폐체력 수준에 따라 연간 평균 의료방문횟수(physician office visits)와 연간 평균 입원일수(inpatient days)를 살펴본 연구에서도 남녀 모두 체력수준이

높을수록 연간 의료방문횟수와 입원일수가 통계적으로 유의하게 감소하였음을 보고하였다[18].

본 연구에서는 심폐체력 수준이 높을수록 의료비가 감소하는 것으로 나타났는데 이는 여러 국외 선행연구와 유사한 결과이다[15,17-22]. Pronk et al. [15]의 연구에 따르면 체력 측정 33개월 이후의 연간 의료비용을 고위험 집단(체력 수준 낮음)과 저위험 집단(체력 수준 높음)으로 분류하여 비교한 결과, 고위험 집단에서 연간 의료비용이 10% 더 많게 나타났으며, 심폐체력 수준에 따른 연간 의료비용 추정치는 체력 수준이 낮아질수록 연간 의료비용 추정치는 점차 증가하였다(높은 심폐체력 집단 1,783달러, 낮은 심폐체력 집단 1,926달러). 또한 중년의 체력 수준과 22년 후의 의료비를 추적한 연구에서는 중년기의 체력수준이 높은 집단이 낮은 집단보다 의료비가 낮게 나타났다[18]. Myers et al. [20]의 연구에 따르면 심폐체력이 증가함에 따라 의료 비용 감소에 대한 기울기가 관찰되었으며, 체력이 낮은 집단이 체력이 높은 집단보다 연간 인당 전체 의료비가 약 14,662달러가 더 높았다. 유통이 있는 환자를 대상으로 한 연구에서도 심폐체력이 높은 집단이 낮은 집단보다 투약 비용이 더 낮게 나타났다[19]. 체력과 비만에 따른 의료비 연구에서는 비만하여도 체력이 높은 집단이 체력이 낮은 집단보다 연간 인당 의료비 32,807달러가 더 낮았음을 보고하였다[21]. 체력과 당뇨병에 따른 의료비 연구에서는 당뇨병 집단에서 체력이 높은 집단이 체력이 낮은 집단보다 연간 의료비가 평균 30,816달러 더 낮게 보고하였다[22]. 체력 측정 후 1년 동안의 총 의료비를 비교한 선행연구에서는 1 METs가 증가할 때마다 평균 5.4%의 의료비 감소가 나타났으며, 다른 변수들 중에서도 METs는 연령 보정 후 1년 의료비를 가장 잘 예측하는 것으로 보고하면서 심폐체력과 의료비와의 밀접한 관련성이 있음을 시사하였다[17].

국내에서는 체력 수준과 의료이용행태나 의료비의 관련성 연구는 거의 전무하였으며, 신체활동과의 관련성에 관한 연구에서 신체활동 수준이 높거나 운동에 참여한 집단이 의료이용행태 및 의료비가 감소하는 것으로 보고하였다[23,25,26,28]. Jeon et al. [23]의 연구에 따르면 여성 노인을 대상으로 1개월의 체조운동 전후를 비교한 결과, 의료기관이용횟수와 의료비가 감소하였다. 또한 노인을 대상으로 신체활동 정도에 따른 의료이용과의 관련성을 살펴본 연구에서 활동적 집단이 비활동적 집단보다 입원, 외래 및 약국이용 가능성이 더 낮았다고 보고하였다[26]. 20세 이상 성인 및 노인 당뇨병 환자를 대상으로 한 연구에서도 입원한 경험과 외래 일수가 운동군이 비운동군보다 낮게 나타났다. 총 개인지출의료비가 운동군 1,084,730.1원, 비운동군 1,354,487.5원으로 유의한 차이를 보였다[25]. 반면 지역주민의 신체활동 수준에 따른 직접 의료비 지출 연구에서는 신체활동 수준이 높아도 직접 의료비용이 감소되지 않은 것으로 나타났는데[27], 이러한 결과는 대상자의 연령대가 10대에서 80대로 광범위하게 분포되었으며,

주관적 설문지를 이용한 제한점이 있었다.

심폐체력은 각종 질병과 사망률의 강력한 예측인자로 중요하게 여겨지고 있다[4-9]. 본 연구 결과를 통해 질병예방을 위한 건강체력 기준에 따라서 저위험 집단(심폐체력이 높은 집단)에 비해 중위험과 고위험 집단(심폐체력이 낮거나 매우 낮은 집단)에서 의료이용행태나 의료비가 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 심폐체력이 낮을수록 의료이용행태와 의료비가 증가하였다. 심폐체력의 증진은 심장질환 위험 요인 개선과 관련이 있으므로[40] 심폐체력의 향상이 건강 관련 위험 요인을 개선해 결국 의료이용행태를 줄일 수 있다는 가능성을 시사하고 있다.

본 연구의 제한점은 다음과 같은 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 단면 연구로서 심폐체력과 의료이용행태 및 의료비의 인과관계를 규명하는데 한계가 있기에 추후 연구에서는 종단적 연구를 통해 인과관계를 규명하는 연구가 필요할 것으로 생각된다. 둘째, 심폐체력을 최대산소섭취량 추정식에 근거하였기에 다소 과대/과소 추정될 가능성이 있다. 추후 연구에서는 호흡가스분석을 통해 직접 최대산소섭취량을 측정할 필요가 있을 것으로 생각된다. 그러나 본 연구는 트레드밀을 이용하여 최대하 운동부하 검사를 실시하였다. 셋째, 성별을 통합하여 분석하였기에 성별에 따른 의료이용행태 및 의료비의 차이를 규명하는데 한계가 있다. 추후 연구에서는 성별 및 연령을 구분하여 의료비를 비교한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 그러나 본 연구는 성별과 연령을 고려한 심폐체력 분별점을 이용하여 자료 분석 시 체력 수준에 따른 집단 간의 비교를 용이하도록 하였다. 넷째, 의료이용 자료는 비급여를 제외한 의료급여기관에서 수급권자 진료에 소요된 의료이용 건수와 비용으로서 한계가 있다. 추후 연구에서는 한방 및 약국 이용 등을 포함한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

본 연구는 한국 성인을 대상으로 건강체력 기준으로 분류한 심폐체력 수준에 따른 의료이용행태와 의료비를 비교하는데 목적이 있었다. 심폐체력 수준에 따른 의료이용행태 및 의료비에서는 저위험 집단(높은 심폐체력)보다 고위험 집단(낮은 심폐체력)에서 의료방문횟수, 입내원일수, 요양일수, 처방일수, 의료비에서 유의하게 증가하였다.

결론적으로 심폐체력 수준이 높으면 의료이용행태 및 의료비 관련 요인의 절감효과를 이끌어 낼 수 있다는 것을 시사하며, 특히 질병예방을 위한 건강체력 기준의 적용은 의료이용행태와 의료비 절감을 위한 건강한 성인 개인의 체력 목표 설정에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다. 향후 성별 및 장기간 체력 증진의 효과에 따른 효과 차이 등의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 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: S Park; Data curation: H Lee, S Lee; Formal analysis: IH Oh, HK Cheong; Funding acquisition: S Park; Methodology: IH Oh, M Lee; Project administration: S Park; Writing-original draft: S Lee; Writing-review & editing: S Park.

## ORCID

Seunghye Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1721-9132">https://orcid.org/0000-0003-1721-9132</a>
Hyojin Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4238-0596">https://orcid.org/0000-0002-4238-0596</a>
Hyeon-Kyoung Cheong	<a href="https://orcid.org/0000-0001-6663-7109">https://orcid.org/0000-0001-6663-7109</a>
In-Hwan Oh	<a href="https://orcid.org/0000-0002-5450-9887">https://orcid.org/0000-0002-5450-9887</a>
Mihyun Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0002-3827-3405">https://orcid.org/0000-0002-3827-3405</a>
Saejong Park	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7229-5790">https://orcid.org/0000-0001-7229-5790</a>

## REFERENCES

1. Health insurance review & assessment service, national health insurance aervice. 2019 national health insurance statistical yearbook. 2020: seoul: health insurance review & assessment service, national health insurance service. <https://opendata.hira.or.kr/op/opc/selectStcPblc.do?sno=13301&odPblcTpCd=002&searchCnd=&searchWrd=&pageIndex=1>
2. Korea centers for disease control & prevention. 2018 current status and issues of chronic disease. 2018. <https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503020000&bid=0003>
3. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, et al. The physical activity guidelines for americans. JAMA. 2018;320(19):2020-8.
4. Carlson SA, Fulton JE, Pratt M, Yang Z, Adams EK. Inadequate physical activity and health care expenditures in the united states. Prog Cardiovasc Dis. 2015;57(4):315-23.
5. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, et al. The economic burden of physical inactivity: a global analysis

- of major non-communicable diseases. *Lancet*. 2016;388(10051):1311-24.
6. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Circulation*. 2007;116(9):1081-93.
  7. Carrick-Ranson G, Hastings JL, Bhella PS, Fujimoto N, Shibata S, et al. The effect of lifelong exercise dose on cardiovascular function during exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2014;116(7):736-45.
  8. Myers J, McAuley P, Lavie CJ, Despres JP, Arena R, et al. Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. *Prog Cardiovasc Dis*. 2015;57(4):306-14.
  9. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009;301(19):2024-35.
  10. Nauman J, Nes BM, Lavie CJ, Jackson AS, Sui X, et al. Prediction of cardiovascular mortality by estimated cardiorespiratory fitness independent of traditional risk factors: the HUNT study. *Mayo Clin Proc*. 2017. Elsevier.
  11. Jiménez-Pavón D, Artero EG, Lee DC, España-Romero V, Sui X, et al. Cardiorespiratory fitness and risk of sudden cardiac death in men and women in the united states: a prospective evaluation from the aerobics center longitudinal study. *Mayo Clin Proc*. 2016. Elsevier.
  12. Myers J, Kokkinos P, Chan K, Dandekar E, Yilmaz B, et al. Cardiorespiratory fitness and reclassification of risk for incidence of heart failure: the veterans exercise testing study. *Circ Heart Fail*. 2017;10(6):e003780.
  13. Kokkinos PF, Faselis C, Myers J, Narayan P, Sui X, et al. Cardiorespiratory fitness and incidence of major adverse cardiovascular events in US veterans: a cohort study. *Mayo Clin Proc*. 2017. Elsevier.
  14. Nicholl JP, Coleman P, Brazier JE. Health and health care costs and benefits of exercise. *Pharmacoeconomics*. 1994;5(2):109-22.
  15. Pronk NP, Tan A, O'Connor P. Obesity, fitness, willingness to communicate and health care costs. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(11):1535-43.
  16. Mitchell TL, Gibbons LW, Devers SM, Earnest CP. Effects of cardiorespiratory fitness on healthcare utilization. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(12):2088-92.
  17. Weiss JP, Froelicher VE, Myers JN, Heidenreich PA. Health-care costs and exercise capacity. *Chest*. 2004;126(2):608-13.
  18. Bachmann JM, DeFina LF, Franzini L, Gao A, Leonard DS, et al. Cardiorespiratory fitness in middle age and health care costs in later life. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66(17):1876-85.
  19. Kolu P, Tokola K, Kankaanpää M, Suni J. Evaluation of the effects of physical activity, cardiorespiratory condition, and neuromuscular fitness on direct healthcare costs and sickness-related absence among nursing personnel with recurrent nonspecific low back pain. *Spine*. 2017;42(11):854-62.
  20. Myers J, Doom R, King R, Fonda H, Chan K, et al. Association between cardiorespiratory fitness and health care costs: the veterans exercise testing study. *Mayo Clin Proc*. 2018. Elsevier.
  21. de Silva CGdS, Kokkinos P, Doom R, Loganathan D, Fonda H, et al. Association between cardiorespiratory fitness, obesity, and health care costs: the veterans exercise testing study. *Int J Obes (Lond)*. 2019;43(11):2225-32.
  22. Myers J, e Silva CGdS, Doom R, Fonda H, Chan K, et al. Cardiorespiratory fitness and health care costs in diabetes: the veterans exercise testing study. *Am J Med*. 2019;132(9):1084-90.
  23. Jeon MY, Bark ES, Lee EG, Im JS, Jeong BS, et al. The effects of a korean traditional dance movement program in elderly women. *J Korean Acad Nurs*. 2005;35(7):1268-76.
  24. KW K. Medical cost of physical inactivity. *Official J Korean Acad Kinesiol*. 2006;8:57-62.
  25. Cha JE, Yun SN. The comparison of health behaviors, use of health services, and health expenditures among diabetic patients according to the practice of exercise. *J Korean Acad Community Health Nurs*. 2015; 26(1):31-41.
  26. Kwak KI, Baek CH, Ryu SY. Relationship between the physical activity levels and health care utilization in korean elderly. *J Korea Acad-Ind cooperation Soc*. 2015;16(1):617-26.
  27. Kwon WD, Ko W. Differences in the direct medical expenditures among physical activity levels of the community residents. *J Korea Acad-Ind cooperation Soc*. 2016;17(6):106-12.
  28. Kwon MG LH, Lim KM, Lee HK, Kim TS. Differences in quality of life, subjective health status, and medical expenses of obese elderly women according to their physical activities. *J Korean Soc Stud Phys Educ*. 2021;25:309-23.
  29. Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(5):754.
  30. Park S. Development of criterion referenced health fitness standards for



- Korean adults and older adults: Third report. Korean Inst Sport Sci. 2016.
31. Park S, Ko BG, Song H, Song JH, Lee M, et al. Development of criterion-referenced health fitness standards for chronic disease prevention in Korean adults: the Korea Institute of Sport Science fitness standards study (KISS FitS). *Korean J Phys Educ.* 2018;57(6):235-47.
32. Park S, Ko BG, Jung JW, Kwon JS, Kim SN, et al. Association between levels of cardiorespiratory fitness and depressive symptom in women. *Official J Korea Exerc Sci Acad.* 2015;24(4):391-7.
33. Park S, Ko BG, Song JH, Song HS, Chung JW, et al. Cardiorespiratory fitness among Korean adults: 2014-2015 Korea Institute of Sports Science fitness standards (KISS FitS) project. *Korean J Sport Sci.* 2016; 27(4):714-25.
34. Park S, Ko BG, Song JH, Song HS, Park SH, et al. Development of criterion-referenced functional fitness standards for the independent life in Korean older adults: the Korea Institute of Sport Science fitness Standards study (KISS FitS). *Korean J Phys Educ.* 2018;57(5):385-96.
35. Park S. Development of criterion-referenced health fitness standards for Korean adolescents. *Korean Inst Sport Sci.* 2018.
36. Park S, Park SH, Lee MH, Ahn HJ. Validation of prediction equations for VO<sub>2</sub>max using Bruce protocol. *Korean J Meas Eval Phys Educ Sports Sci.* 2014;16(3):41-50.
37. Welk GJ, Laurson KR, Eisenmann JC, Cureton KJ. Development of youth aerobic-capacity standards using receiver operating characteristic curves. *Am J Prev Med.* 2011;41(4):S111-6.
38. Katzmarzyk P, Craig C, Gauvin L. Adiposity, physical fitness and incident diabetes: the physical activity longitudinal study. *Diabetologia.* 2007;50(3):538-44.
39. Kawakami R, Sawada SS, Matsushita M, Okamoto T, Tsukamoto K, et al. Reference values for cardiorespiratory fitness and incidence of type 2 diabetes. *J Epidemiol.* 2014;24(1):25-30.
40. Blair SN, Cooper KH, Gibbons LW, Gettman LR, Lewis S, et al. Changes in coronary heart disease risk factors associated with increased treadmill time in 753 men. *Am J Epidemiol.* 1983;118(3):352-9.