

## Cardiorespiratory Fitness Among Korean Adults: 2014-2015 Korea Institute of Sports Science Fitness Standards (KISS FitS) Project

Saejong Park, Byoung-Goo Ko, Joo-Ho Song, Hong-Sun Song, Jin-Wook Chung, & Soo Hyun Park\*

*Korea Institute of Sport Science*

To provide the distribution of cardiorespiratory fitness including Bruce treadmill exercise time and estimated peak oxygen uptake ( $\text{VO}_{2\text{ peak}}$ ) and investigate association with cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome, sedentary lifestyle, or education level among Korean adults. Analysis of data on 2,006 adults (19-64 yr) who had completed a maximal grade treadmill exercise test, from the Sports Institute of Sports Science Fitness Standards (KISS FitS) project 2014-2015. The mean maximal exercise time was 11'26'', 11'18'', 11'06'', 10'03'' and 8'51'' (minutes and seconds) for men 19-29, 30-39, 40-49, 50-59 and 60-64 years of age, respectively, for women, it was 9'49'', 9'09'', 8'42'', 8'01'' and 7'33'' for the corresponding age groups. The mean peak oxygen uptake was estimated as 42.3, 41.8, 41.2, 37.6 and 33.6 ml/kg/minute for men 19-29, 30-39, 40-49, 50-59 and 60-64 years of age, respectively, For women, it was 34.0, 31.8, 30.3, 28.0 and 26.4 ml/kg/minute for the corresponding age groups. A positive association between cardiorespiratory fitness level and education level was observed for both men and women. Furthermore, participants with sedentary lifestyle had a significantly lower cardiorespiratory fitness than participants with activity lifestyle. Finally, Men with moderate and high fitness level had 50% and 87% lower odds for the metabolic syndrome, and women had 48% and 50% lower odds for the metabolic syndrome, respectively, than the ones with low fitness level after adjustment for age, smoking, alcohol intake, and sedentary lifestyle. These results can be used to track future Korean assessments and to evaluated interventions. The differences in fitness status by education level, sedentary lifestyle or metabolic syndrome can also be used to develop health policies, program and educational services.

**Key words:** age-sex specific cardiorespiratory fitness level, Bruce treadmill exercise time, education level, sedentary lifestyle, race, Asian 

### 서론

높은 심폐체력수준은 독립적으로 만성질환의 유병률

및 사망률의 감소와 관련이 있는 것으로 잘 알려져 있으며, 특히 심폐체력수준이 높아지면 상대적 위험도는 감소된다(Blair et al., 1996; Farrell et al., 1998). 높은 심폐체력수준은 심장질환, 고혈압과 제2형 당뇨병을 포함한 여러 심장-대사 질환에 보호적 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Carnethon et al., 2003; Katzmarzyk et al., 2004; Stevens et al., 2002). 이에 우리나라를 포함한 많은 나라에서는 국민 건강 증진을 위한 핵심

논문 투고일: 2016. 08. 10.

논문 수정일: 2016. 10. 04.

게재 확정일: 2016. 10. 18.

\* 저자 연락처: 박수현(otajulia@kspo.or.kr).

\* 본 논문은 2015년 국민체육진흥공단 국민체육진흥기금을 지원 받아 수행된 연구임.

정책으로써 심폐체력 향상을 위한 규칙적인 운동 및 신체활동량을 권고하고 있다.

심폐체력을 대변하는 여러 지표 중 준거도구(gold standard)인 최대산소섭취량( $VO_{2max}$ )은 개인의 기능적 능력뿐만 아니라 운동 및 신체활동을 지속하는 동안 체내의 산소공급을 위한 심폐계와 근골격계 능력 및 상태의 정보를 제공한다(Cress et al., 2003). 최대산소섭취량을 측정하는 방법으로는 최대운동부하검사, 최대하운동검사 및 필드테스트 등이 있으며, 이 중 최대운동부하검사가 가장 정확도가 높다고 알려져 있다. 최대운동부하검사는 심폐기능 평가뿐만 아니라 심장질환의 진단 및 예후의 목적으로 측정하기 때문에(ACSM, 2014) 스포츠 현장 및 임상에서 생리학적 기능 평가를 위해 널리 활용하고 있다. 그러나 아직까지 인종별, 성별, 연령별을 고려한 심폐체력 수준의 제시는 제한적이다.

1999-2000과 2001-2002 미국건강영양조사(National Health and Nutrition Examination Survey: NHANES)를 이용한 첫 번째 인구기반 대규모 자료에서 성인 남녀의 심폐체력 수준을 인종별로 제시하였으나 심폐체력을 상 중 하로만 비교한 제한 점을 가지고 있다(Duncan, Li & Zhou, 2005). 그 후 1999-2002년 NHANES 자료를 이용하여 인종별 성별 연령별에 따른 체력수준의 분포를 제시하였다. 이 연구에서는 백인, 흑인 그리고 멕시코계 미국인의 성별, 연령별의 추정된 최대산소섭취량을 제시 한 결과 흑인이 백인과 멕시코계 미국인에 비해 체력수준이 낮았다(Wang et al., 2010). 또한 세계적으로 널리 활용되고 있는 미국스포츠의학회(American College of Sports Medicine; ACSM)의 운동처방 지침에 제시된 심폐체력 수준과 NHANES의 체력수준을 비교했을 때, NHANES에서 제시한 심폐체력 기준이 낮은 것으로 나타났다. 이는 NHANES의 자료는 다양한 사회계층을 포함한 인구기반 연구임에 비해 ACSM의 기준은 특정 계층 즉, 중산층의 백인들에 의해 만들어졌다는 특성을 가지고 있다. 그러나 선행연구에서는 아시아 인종에 대한 비교 제시는 이루어지지 않았다(Duncan et al., 2005; Sanders & Duncan, 2006; Wang et al., 2010).

우리나라의 심폐체력 수준을 제시한 선행연구를 살펴보면 중년남성 소방공무원(Jin & Lim, 2015), 고혈압

기준에 따른 체력수준 비교(So & Choi, 2009) 등 대부분 특정 집단을 대상으로 한 연구로써 성인의 연령별 성별에 따른 심폐체력 수준 분포를 제시한 연구는 없는 실정이다.

이로 인해 지금까지 한국인의 연령별, 성별 심폐체력 수준 제시가 되어있지 않아 스포츠 현장이나 임상에서는 심폐체력 정보를 ACSM에서 제시하고 있는 기준을 참고하고 있는 실정이다. 그러나 첫째 개인 간의 심폐체력의 차이를 40-60% 정도 유전적으로 설명한다는 점(Bouchard et al., 1992), 둘째 인종, 연령 및 성별에 따라 심폐체력의 수준이 다르다는 점을 살펴봤을 때(Sanders & Duncan, 2006; Wang et al., 2010) 외국인의 기준이 아닌 한국인의 최대산소섭취량을 이용한 심폐체력수준의 기준의 제시가 필요하며, 특히 많은 선행 연구에서는 제시되었던 비만, 대사증후군과의 체력과의 관련성뿐만 아니라 연령별, 성별, 인종별 그리고 사회경제적 환경과 같은 인구 통계학적 특성에 따른 심폐체력 수준의 제시는 국가의 체력증진 정책의 기초자료의 가치가 크다고 사료된다.

이에 본 연구에서는 한국 성인의 심폐체력 수준을 임상 및 스포츠 현장에서 쉽게 적용할 수 있도록 최대운동 시간과 추정된 산소섭취량으로 성별 연령별로 제시하고, 또한 심폐체력 수준과 인구통계학적 특성(학력수준), 직업 생활습관 및 대사증후군과의 관련성을 조사하고자 한다.

## 연구방법

### 연구설계 및 대상

‘국민체력100 한국인 건강체력 기준개발(Korea Institute of Sports Science Fitness Standards: KISS FitS)’은 한국인의 다양한 체력과 건강상태를 측정하여 질병예방을 위한 적정 체력수준을 제시하는 프로젝트이다. 본 프로젝트의 참여 제외기준은 임신부, 급성 심혈관계질환 및 전신 감염자 그리고 근·골격계 부상 등으로 체력측정을 할 수 없는 자로 하였다.

본 연구는 단면조사연구(cross-sectional study)로써 표본 수집은 성인기 총 10개 층으로 이루어진 집락

추출을 이용하였으며, 제주도를 제외한 15개시도(서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 경기도, 충청남도, 충청북도, 전라북도, 전라남도, 경상남도, 경상북도, 강원도)에서 지역별로 임의 선정하였다. 본 연구에서는 KISS FitS의 2014-2015년 성인(19-64세)자료 중 최대산소섭취량이 수집된 성인의 일부자료를 이용하였으며, 성인 2,282(남자 1,041, 여자 1,241명)명 중 기초 의학 검사 미측정자(n=153), 운동부하검사 미참여자 및 중도탈락자(n=119) 그리고 운동 종료 시점의 도달 기준 미 충족자(n=4명)를 제외한 2,006명을 대상으로 분석하였다.

본 연구의 참여자 특성은 <Table 1>에 제시하였다. 본 연구는 한국스포츠개발원 기관생명윤리위원회의(KISS-201504-EFS-002-01) 연구승인을 받았으며, 연구 참여자의 자발적 동의를 받았다.

Table 1. Baseline characteristics of the study participants

	Men	Women
Sample size, no.	906	1,100
Age, years	42.42 (13.44)	47.15 (11.76)
Height, cm	171.56 (6.27)	158.37 (5.57)
Weight, kg	73.39 (10.76)	58.66 (8.39)
BMI, kg/m <sup>2</sup>	24.92 (3.07)	23.37 (3.17)
Percent body fat, %	22.57 (5.99)	31.41 (6.38)
Lean mass, kg	31.79 (4.11)	21.44 (2.58)
WC, cm	86.65 (7.95)	81.73 (8.41)
Resting SBP, mmHg	125.25 (11.70)	116.57 (13.74)
Resting DBP, mmHg	79.72 (11.217)	74.11 (9.51)
Triglyceride, mg/dl	126.99 (83.96)	97.78 (59.87)
HDL-C, mg/dl	54.49 (13.78)	64.52 (14.88)
Glucose, mg/dl	90.28 (18.50)	92.31 (17.94)
Smoker, %	28.4	1.3
Sedentary lifestyle, %	47.1	51.0

Mean (SD), BMI, body mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol

## 기초 의학 검사 및 인구통계학적 설문

신장은 신장계(Seca 213, Seca, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 체중, 체질량지수, 제지방률 및 체지방률은 다주파수 임피던스 기기 Inbody 720(Biospace, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 허리둘레는 직립자세에서 줄자를 이용하여 바닥과 수평을 이루고 배꼽 부위를 평행으로 지나도록 한 후 호기 말에 측정하였다. 둘레는 오차범위가 0.5 mm를 넘을 경우 재 측정하였으며 2회 평균값을 사용하였다. 안정시 혈압은 앉은 상태에서 10분 이상 안정을 취한 후 자동혈압계(HEM-7080IC, Omron, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 2회 측정하여 평균값을 기록하였다. 혈액은 12시간 이상 공복 상태를 유지한 다음 상완 주정맥(antecubital vein)에서 멸균 주사기를 이용하여 채취하였으며, 건식 생화학 분석기(SPOTCHEM EZ SP-4430, ARKRAY, Japan)를 이용하여 중성지방(triglyceride: TG)과 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol: HDL-C)을 분석하였다. 혈당 농도는 enzymatic method를 사용하여 분석하였다.

개인 및 가족의 건강이력, 인구통계학적 특성, 흡연, 좌업생활 유무 등과 같은 건강습관의 정보는 KISS Fit Study의 설문지를 통하여 조사하였다.

흡연은 '현재 흡연을 하거나 한 달 전까지 흡연한 경험이 있는 경우'를 기준으로 유무를 결정하였으며, 좌업생활 유무는 '최근 3개월 동안 30분 이상의 중강도 운동을 주 5회 이상 하지 않는 경우'로 정하였다.

## 심폐체력 검사

심폐체력 검사는 Bruce protocol을 이용한 최대 트레드밀 운동부하 검사로 실시하였다. 운동검사는 속도 1.7 mph, 경사도 10%로 3분 간 천천히 걷기 시작하여, 참여자가 탈진할 때까지 매 3분마다 속도 (2.5, 3.4, 4.2, 5.0 mph)와 경사도(12, 14, 16, 18, 20%)를 증가시켰다. 운동 종료 시점의 도달 기준은 운동자각도(RPE) 17이상, 운동 강도가 증가하더라도 심박수가 증가하지 않거나, 여유심박수의 85%에 도달하였을 경우, 연구 참여자의 중단 요청이 있는 경우로 설정하였다. 연구대상자의 여유심박수는  $(220-나이) \times 0.85$  공식을 사

용하였다. 최고산소섭취량( $VO_{2peak}$ )은 Bruce 등에 의해 개발된 최대로 운동을 수행한 시간(초)을 이용하여 추정하였다(Bruce et al., 1973; Park 등, 2014).

## 대사증후군 분류

대사증후군은 National Cholesterol Education Program Third Adult Treatment Panel (NCEP-TPIII) 아시아 기준을 이용하여 5가지 위험요인 중에서 3가지 혹은 그 이상을 가지고 있는 경우 대사증후군으로 진단하였다(NCEP-ATP III, 2001): (1) 복부 비만인 경우(허리둘레 남  $\geq 90$ cm, 여  $\geq 80$ cm), (2) 고혈압인 경우(수축기/이완기 혈압  $\geq 130/85$  mmHg 혹은 고혈압 약 복용), (3) 중성지방 수준이  $\geq 150$ mg/dL거나 고콜레스테롤혈증 약물을 복용하는 경우, (4) 고밀도 콜레스테롤 수준이 여자는  $< 50$ mg/dL, 남자는  $< 40$ mg/dL 경우, (5) 공복시 혈당이  $\geq 100$ mg/dL이거나 당뇨병 진단을 받은 경우.

## 자료 분석

본 연구에서 얻은 모든 자료는 Window용 IBM® SPSS® Statistics ver. 21.0을 이용하여 분석하였다. 본 자료를 분석하기 전에 외도와 첨도를 이용하여 정규 분포를 확인하였으며, 남, 여의 허용오차는 0.20% 와 0.16% 수준으로 나타났다. 연구 참여자의 신체조성, 혈압, 혈액변인 및 생활습관을 포함한 신체적 특성은 평균과 표준편차로 표시하였다. 연구 참여자의 운동시간과 추정된 최대산소섭취량의 분포는 빈도분석을 통하여 성별, 연령별 분포를 기술하였으며, 연령대별 체력수준의 경향을 알아보기 위하여 교차분석을 실시하였다. 성별과 연령을 고려한 체력수준을 3분위로 나누기 위하여 빈도 분석을 실시하였다. 학력수준 그리고 좌업생활 유무에 따른 최대산소섭취량의 비교는 각 변인의 특성에 따라 연령 및 소득수준을 보정한 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였으며, 각 집단 간의 사후검증은 Bonferroni 방법을 이용하였다. 또한 체력수준과 대사증후군과의 관련성을 알기위해 이분형 로지스틱 회귀분석(logistic

regression)을 이용하여 승산비(odds ratio)를 산출하였다. 모든 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 5%로 설정하였다

## 연구결과

### 연령을 고려한 심폐체력 수준 분포

성인 남자의 연령을 고려한 운동시간과 최고산소섭취량( $VO_{2max}$ ), 최고산소섭취량의 20분위수, 50분위수 및 80분위수는 Table 2에 제시하였다. 본 연구에서의 연령대별 운동시간은 20대에서 60대에 각각 11:26, 11:18, 11:06, 10:03 그리고 8분 51로, 평균 최고산소섭취량은 42.3, 41.8, 41.2, 37.6 그리고 33.6 ml/kg/min 나타났다. 또한 연령이 증가할수록 심폐체력의 수준은 유의하게 감소하는 경향이 나타났다(p for trends $<0.001$ ).

성인 여자의 심폐체력은 <Table 3>에 제시한 바와 같이 연령대별 평균 운동 시간은 20대에서 60에서 각각 9:49, 9:09, 8:42, 8:01 그리고 7분 33초로, 최고산소섭취량은 연령대별 각각 34.0, 31.8, 30.3, 28.0 그리고 26.4 ml/kg/min로 나타났으며, 연령이 증가할수록 통계적으로 감소하는 경향이 나타났다(p for trends  $<0.001$ ).

### 학력수준에 따른 심폐체력수준

성인 남자와 성인여자의 학력수준에 따른 심폐체력 수준의 차이는 <Fig.2>에 제시한 바와 같다. 성인 남자에서는 연령과 소득수준을 보정하고도 학력수준이 높은 경우 체력수준이 유의하게 높게 나타났다( $p=0.010$ ). 사후검사 결과 고등학교 이하인 경우 고등학교 졸업 이상의 모든 집단보다 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 나타났으며( $p<0.001$ ), 전문대졸 이상의 학력수준 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 여자의 경우는 연령과 소득수준을 보정하고도 학력수준이 높아질수록 통계적으로 유의하게 체력수준이 높은 것으로 나타났다( $p<0.001$ ).

Table 2. Exercise time (minutes and seconds) and estimated VO<sub>2peak</sub> (ml/kg/min) levels based on maximal exercise testing in men

	No.	Mean (SD)	P for trends*	Percentile					
				20th	95% CI	50th	95% CI	80th	95% CI
Bruce treadmill exercise time (min:sec)									
All ages	906	10:43 (1:50)		9:11	9:05, 9:22	10:27	10:19, 11:00	12:10	12:05, 12:18
19-29 yrs	194	11:26 (1:47)		10:00	9:23, 10:04	11:17	11:01, 12:00	13:00	12:26, 13:17
30-39 yrs	158	11:18 (1:30)		10:04	10:00, 10:11	11:13	11:00, 11:35	12:24	12:06, 12:35
40-49 yrs	224	11:06 (1:39)	<0.001	10:00	9:25, 10:03	11:01	10:30, 11:16	12:18	12:07, 12:34
50-59 yrs	253	10:03 (1:41)		9:00	8:13, 09:02	10:06	10:01, 10:14	11:19	11:07, 12:00
60-64 yrs	77	8:51 (1:30)		7:50	7:10, 8:04	9:01	8:28, 9:14	10:04	9:28, 10:23
Estimated VO <sub>2peak</sub> (ml/kg/min)									
All ages	906	39.9 (6.2)		34.7	34.4, 35.3	39.0	38.6, 40.8	44.8	44.5, 45.2
19-29 yrs	194	42.3 (6.0)		37.5	35.1, 37.7	41.8	40.9, 44.2	47.6	45.6, 48.5
30-39 yrs	158	41.8 (5.0)		37.7	37.5, 38.2	41.6	40.8, 42.8	45.5	44.6, 46.4
40-49 yrs	224	41.2 (5.6)	<0.001	37.5	35.5, 37.6	40.9	39.0, 41.7	45.2	44.5, 46.1
50-59 yrs	253	37.6 (5.6)		34.1	31.5, 34.3	37.8	37.5, 38.3	41.9	41.2, 44.2
60-64 yrs	77	33.6 (5.1)		30.2	28.0, 31.0	34.2	32.3, 34.9	37.7	35.7, 38.8

Abbreviations : CI, confidence interval; SD, standard deviation; VO<sub>2peak</sub>, peak oxygen uptake

\*The P for trends refer to testing for trends of VO<sub>2max</sub> by decades of age.

<sup>a</sup>Significantly different from 19-29yrs at p<0.005, <sup>b</sup>Significantly different from 30-39yrs at p<0.005, <sup>c</sup>Significantly different from 40-49yrs at p<0.005, <sup>d</sup>Significantly different from 50-59yrs at p<0.005, <sup>e</sup>Significantly different from 60-64yrs at p<0.005 (with Bonferroni adjustment)

Table 3. Exercise time (minutes and seconds) and estimated VO<sub>2peak</sub> (ml/kg/min) levels based on maximal exercise testing in women

	No.	Mean (SD)	P for trends*	Percentile					
				20th	95% CI	50th	95% CI	80th	95% CI
Bruce treadmill exercise time (min:sec)									
All ages	1100	8:28 (1:33)		7:03	7:01, 7:08	8:33	8:21, 9:00	10:00	9:33, 10:00
19-29 yrs	101	9:49 (1:14)		9:02	8:27, 9:16	10:01	9:48, 10:04	10:31	10:21, 11:05
30-39 yrs	197	9:09 (1:22)		8:00	7:42, 8:34	9:12	9:08, 9:28	10:06	10:10, 10:27
40-49 yrs	270	8:42 (1:23)	<0.001	7:19	7:16, 7:50	9:02	9:00, 09:10	10:00	9:53, 10:04
50-59 yrs	345	8:01 (1:23)		7:00	6:47, 7:02	8:00	7:55, 8:12	9:14	9:06, 9:33
60-64 yrs	187	7:33 (1:52)		6:18	6:19, 6:40	7:14	7:11, 7:49	9:03	8:48, 9:17
Estimated VO <sub>2peak</sub> (ml/kg/min)									
All ages	1100	29.5 (5.2)		24.7	24.6, 25.0	29.8	29.1, 31.3	34.7	33.1, 34.7
19-29 yrs	101	34.0 (4.2)		31.4	30.4, 31.9	34.7	32.9, 34.8	36.4	35.4, 38.2
30-39 yrs	197	31.8 (4.6)		28.0	26.0, 29.1	32.0	31.6, 32.4	35.0	34.7, 35.5
40-49 yrs	270	30.3 (4.7)	<0.001	25.6	25.1, 25.3	31.4	31.3, 31.6	34.7	33.1, 34.8
50-59 yrs	345	28.0 (4.7)		24.6	22.8, 24.6	27.9	26.4, 28.3	32.1	31.5, 32.5
60-64 yrs	187	26.4 (5.1)		22.3	21.8, 22.6	25.4	24.9, 26.2	31.5	29.6, 32.0

Abbreviations : CI, confidence interval; SD, standard deviation; VO<sub>2peak</sub>, peak oxygen uptake

\*The P for trends refer to testing for trends of VO<sub>2max</sub> by decades of age.

<sup>a</sup>Significantly different from 19-29yrs at p<0.005, <sup>b</sup>Significantly different from 30-39yrs at p<0.005, <sup>c</sup>Significantly different from 40-49yrs at p<0.005, <sup>d</sup>Significantly different from 50-59yrs at p<0.005, <sup>e</sup>Significantly different from 60-64yrs at p<0.005 (with Bonferroni adjustment)

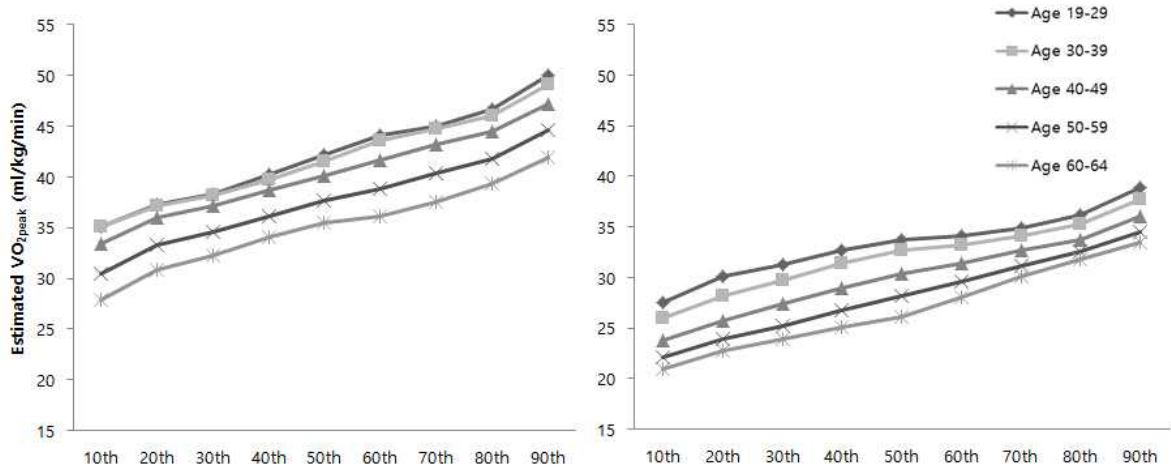
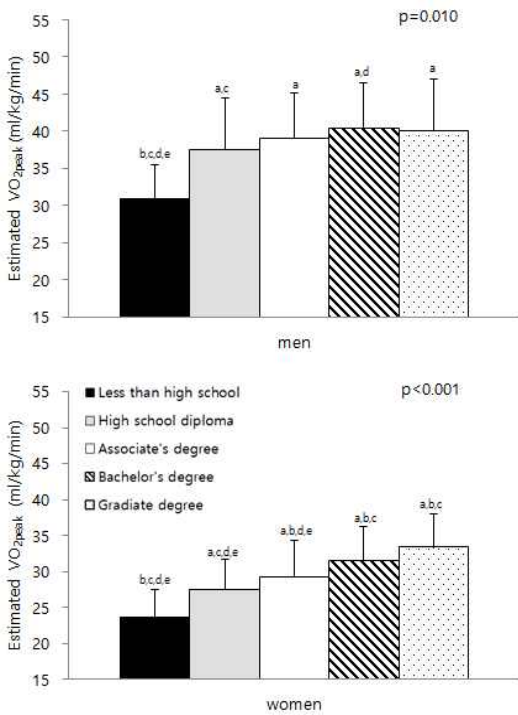


Fig. 1. Distribution of estimated VO<sub>2peak</sub> by age group for men (left) and women (right) in Korea



Adjusted for age, and income

- <sup>a</sup> Significantly different from less than high school
- <sup>b</sup> Significantly different from high school diploma
- <sup>c</sup> Significantly different from associate's degree
- <sup>d</sup> Significantly different from bachelor's degree
- <sup>e</sup> Significantly different from graduate degree

Fig. 2. Estimated VO<sub>2peak</sub> according to education level in men and women

**직업생활 유무에 따른 심폐체력수준**

성인 남자와 여자의 직업생활 유무에 따른 심폐체력 수준의 차이는 <Table 4>에 제시된 바와 같다. 성인남자(p<0.001)와 여자(p=0.002) 모두에서 직업생활 집단이 신체활동 집단(ACSM 가이드라인에서 권고하고 있는 30분 이상의 중강도 운동을 주 5회 하는 사람을 신체활동 집단으로 정의하였음)보다 체력수준이 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

Table 4. Estimated VO<sub>2peak</sub> by sedentary lifestyle in men and women

	No.	VO <sub>2peak</sub> (ml/kg/minute)	
		Mean (SD)	P value
<b>Men</b>			
Activity Group	461	41.18(6.33)	<0.001
Sedentary Group	411	38.69(5.56)	
<b>Women</b>			
Activity Group	515	30.08(5.23)	0.002
Sedentary Group	536	29.08(5.18)	

Abbreviations : SD, standard deviation;  
VO<sub>2peak</sub>, Peak oxygen uptake  
Adjusted for age

Table 5. Odds ratios (95% CI) of the metabolism syndrome according to cardiorespiratory fitness levels\* in men and women

Variable	N	No. of Prevalence(%)	Unadjusted			Adjusted <sup>§</sup>		
			OR	95%CI	P value	OR	95%CI	P value
men								
low fit	164	51(31.1)	1	(reference)		1	(reference)	
mid fit	513	96(18.7)	0.510	0.343-0.760	<0.001	0.492	0.325-0.746	0.001
high fit	187	9(4.8)	0.112	0.053-0.236	0.001	0.127	0.059-0.274	<0.001
<i>P</i> for trend		<0.001						
women								
low fit	221	53(24.0)	1	(reference)		1	(reference)	
mid fit	650	110(16.9)	0.646	0.446-0.935	0.021	0.615	0.413-0.917	0.017
high fit	225	32(14.2)	0.526	0.324-0.854	0.009	0.495	0.293-0.837	0.009
<i>P</i> for trend		<0.001						

\*Cardiorespiratory fitness classified as low fitness (<20%), moderate fitness (20 to <80%), and high fitness ( $\geq$ 80%) based on age-specific  $VO_{2peak}$  (ml/kg/min) percentiles

<sup>§</sup>Adjusted for age, smoking, drinking and sedentary lifestyle.

### 심폐체력 수준과 대사증후군과의 관련성

성인 남자와 여자의 심폐체력 수준과 대사증후군은 (Table 5)에 제시된 바와 같이 통계적으로 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 대사증후군의 유병률은 남, 여 모두에서 체력수준이 높아질수록 낮아지는 것으로 나타났다(*P* for trend <0.001). 심폐체력 수준을 낮은 체력수준, 중간 체력수준 그리고 높은 체력수준인 3분위로 나누어 체력수준별에 따른 대사증후군과의 관련성을 살펴본 결과 연령, 흡연유무, 음주유무 그리고 좌업생활습관을 통제하고도 체력수준이 높을수록 승산비는 남자의 경우 낮은 체력수준을 가지고 있는 사람에 비하여 중간 체력수준일 때 약 50%, 높은 체력수준일 때 약 87%로 감소하였다. 여성의 경우 승산비는 낮은 체력수준을 가지고 있는 사람에 비하여 중간 체력수준일 때 약 48%, 높은 체력수준일 때 약 50%로 감소하는 것으로 나타났다.

## 논 의

최대산소섭취량은 심폐계와 근골격계의 산소이용능력과 우리 몸의 산소 순환 능력의 훌륭한 지표이며, 또

한 심혈관계 질환과, 제2형 당뇨병, 그리고 사망률의 강력한 예측인자이다(Ekelund et al., 1988; Blair et al., 1989; Stevens et al., 2002; Sui et al., 2008; Carnethon et al., 2009). 본 연구는 급성 질병이 없는 건강한 한국 성인 남자와 여자를 대상으로 성별, 연령별 Bruce 트레드밀 운동시간 및 추정된 최고산소섭취량의 분포를 제시한 첫 번째 연구이다.

본 연구의 결과 한국인 성인 남자의 평균최고산소섭취량은 39.9ml/kg/min, 성인 여자는 29.5ml/kg/min로 나타났으며, 성인 남녀 모두 연령이 증가할수록 최고산소섭취량은 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 대사증후군을 가지고 있는 사람은 건강한 사람에 비해 최고산소섭취량이 유의하게 낮았으며, 대사증후군의 위험요인의 수가 증가할수록 최고산소섭취량은 감소하였다. 좌업생활자는 규칙적으로 운동 또는 신체활동을 하는 사람에 비해 최고산소섭취량이 유의하게 낮았다. 또한 학력수준이 낮을수록 최고산소섭취량이 유의하게 낮은 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 연령 증가에 따른 최고산소섭취량의 감소현상은 성별에 따라 다른 경향을 나타냈다. 성인 남자의 경우 20대에서 40대까지 심폐체력수준에 차이가 나타나지 않았으나, 50대 이후부터 심폐체력이 유의하게 감소하였다. 반면에 여자의 경우 연령이 증가할수록 심

폐체력의 감소가 나타났다(Table 2, 3 & Fig. 1). 이러한 결과는 심폐체력(최대산소섭취량)이 20-40대까지 어느 정도 유지하다가 40대 이후 감소하는 비선형적 경향을 나타낸다는 Fleg et al.(2005) 주장은 우리나라의 경우 남자에서만 일치하게 나타났다. Fleg et al.(2005) 30~40대에는 연령이 증가할수록 최대산소섭취량이 약 3~6%정도 감소하나 70대가 되면 급격히 감소(20% 감소)한다고 보고하였다. 한국인 남자의 경우 40대 이후 최고산소섭취량이 약 9%정도 감소되었으며, 연령대가 증가할수록 감소의 폭이 커지는 것으로 나타났다. 또한 Jackson et al.(2009)도 심폐체력은 남녀 모두에서 비선형적으로 감소하며, 대략 45세부터 급격히 감소한다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 본 연구의 성인 여자의 경우, 20에서 40대까지 최고산소섭취량의 감소가 선형의 경향을 보였다. 20세에서 49세까지의 남자의 심폐체력은 약 1~2%의 감소를 보여 심폐체력이 거의 유지되고 있으나, 여자는 20대를 기준으로 30대는 약 7%, 40대는 약 12%의 급격한 감소를 보이는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 30대 이상의 여성들이 첫째 육아 및 경력의 단절 등으로 인한 신체활동 부족(Chae et al., 2013), 둘째 청소년기에 남성에 비해 신체활동참여의 비율이 낮음(Kim, 2011) 원인으로 인한 체력의 감소를 예상할 수 있으나 추후 연구가 필요하다.

한국 성인(20~49세)의 심폐체력 수준을 미국건강영양조사에서 실시한 추정된 미국 성인(Wang et al., 2010)의 최고산소섭취량과 비교해 본 결과 남자의 경우, 50분위 지점은 미국인들에 비해 낮은 경향이었으나 20분위와 80분위에서는 같거나 더 높은 것으로 보였다. 반면 여자의 경우는 미국인 비해 심폐체력이 모든 분위에서 현저히 낮은 것으로 나타났다(Fig. 3). 이는 남자보다 여자에서 심폐체력이 상대적으로 낮으며, 이는 한국 여성이 추후 만성질환으로 발병될 위험의 증가와 관련이 높을 수 있는 결과라 판단된다. 따라서 성인 여자들의 체력증진을 위한 다각적인 노력이 필요하다고 사료된다.

본 연구에서 심폐체력과 인구통계학적인 변인(학력수준)과의 관련성을 살펴보았다. 본 연구의 결과 연령과 소득수준을 보정하고도 성인 남,녀 모두 학력수준이 높을수록 심폐체력수준이 높게 나타났다. 성인 남자의 경우에는 고졸 이하인 경우 심폐체력이 낮았으며, 초대졸,

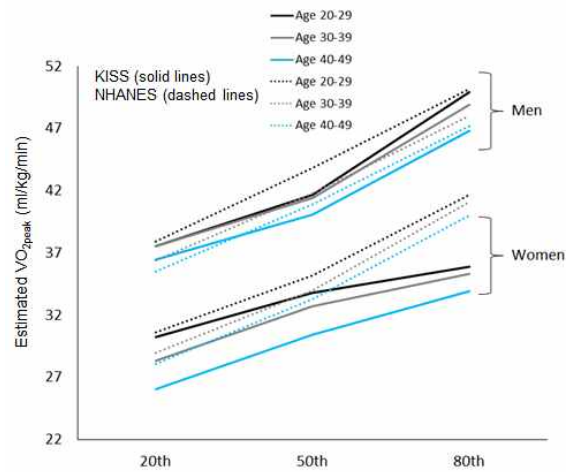


Fig. 3. Comparison of estimated  $VO_{2peak}$  between Koreans and Americans

대졸, 대학원졸의 학력수준 집단은 차이가 없게 나타난 반면 성인 여자의 경우에는 학력수준이 낮아 질 때마다 체력수준이 유의하게 감소하여 여자의 경우가 학력수준에 더 영향을 받는 것으로 판단된다. 이는 Lee & Kim (2016)이 보고한 대사증후군이 있는 사람 중 교육수준이 낮을수록 신체활동의 불평등이 높아진다는 결과와 유사하였다. 또한 35년간 추적 연구한 핀란드 쌍둥이 연구에서는 체질량 지수, 직업, 가족력, 흡연 및 음주를 보정하고서도 학력수준이 높아질수록 비-신체활동의 가능성이 낮은 것으로 나타나 교육수준과 신체활동과의 독립적인 관련성을 제시하였다(Piirtola et al., 2016). 따라서 향후 사회경제적인 상황을 고려한 체력증진 운동프로그램 및 체육정책이 만들어지는 것이 무엇보다 중요하다고 판단된다.

본 연구에서는 인구통계학적인 변인뿐만 아니라 심폐체력수준과 좌식생활습관 및 대사증후군과의 관련성을 살펴보았다. 신체활동은 많은 나라에서 국민의 체력증진 및 질병예방을 위해 적극적으로 권고하고 있는 사항이다. 이런 관점에서 보면 규칙적인 신체활동을 한 사람의 최고산소섭취량이 좌업생활자보다 약 1~2.49 ml/kg/min 정도 높게 나타난 본 연구의 결과는 규칙적인 신체활동의 실천이 국민들의 체력 및 건강 증진과 관련이 있다는 것을 확인한 것이라 할 수 있다. 이는 Danish Health Examination Survey (DANHES)에서 주당 4시간 이상 저강도 이상의 신체활동을 하는 남자의 경우 좌식



생활습관을 가지고 있는 사람보다 2~3ml/kg/min, 여자의 경우 1~2ml/kg/min 정도 높게 나타났다는 결과와 일치하는 결과이다(Eriksen et al., 2015). 또한 본 연구에서는 심폐체력 수준이 대사증후군의 위험을 독립적으로 감소시킬 수 있는 지 알아보기 위하여 이분형 로지스틱 회귀분석을 통하여 승산비를 구하였다. 그 결과 남자의 경우, 연령, 흡연유무, 음주유무 그리고 좌업 생활습관을 통제하고도, 낮은 체력수준을 가지고 있는 사람에 비해 체력수준이 높아질수록 약 50%(중간 체력 수준)와 87%(높은 체력수준)로 감소하는 것으로 나타났다. 여자의 경우에서도 낮은 체력수준을 가지고 있는 사람에 비해 체력수준이 높아질수록 약 48%(중간 체력 수준)와 50%(높은 체력수준)로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 연령, 흡연유무, 알콜섭취 유무, 가족력 등을 통제하고도 남, 녀 모두에서 중위 그룹과 상위 그룹의 경우 대사증후군의 발병률의 위험이 각각 약 25%와 35%로 감소한다는 LaMonte et al.(2005)의 연구결과와 유사한 결과이다. 또한 유사한 선행연구들에서도, Aerobics Center Longitudinal study의 대단위 자료에서도 추정된 심폐체력은 남, 녀 모두에서 대사증후군과 부적 상관을 갖는다고 보고하였으며(Earnest et al., 2013), 또한 대사증후군이 있더라도 심폐체력은 심혈관계 질환의 유병률과 사망률을 감소시키는 보호적 역할을 한다고 보고하였다(Katzmarzyk et al., 2005). 따라서 이런 결과는 심폐체력이 대사증후군의 예방 및 개선에 있어 독립적인 예방인자로 판단되며, 질병예방 및 건강증진을 위해서는 규칙적인 운동 및 신체활동 실천을 통해 심폐체력을 증진시키는 무엇보다 것이 중요하다.

본 연구에서는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 직접 체력검사를 해야 하는 연구의 특성 상 무선 표집이 힘들어 한국인을 대표하는 표본이라고 할 수 없는 제한점이 있다. 그러나 최대한 다양한 한국 사람들의 표본을 얻기 위하여 전국 15개 시도에서 실제 측정을 통해 최대한 대표성에 가깝게 자료를 수집하였다.

둘째, 최고산소섭취량을 얻기 위해서는 가스호흡기를 이용한 최대 운동부하검사를 실시하는 것이 가장 정확하지만 현실적으로 이를 이용하기란 쉽지 않다. KISS Fit

연구는 처음으로 실시한 전국 규모의 대규모 실측 연구라는 장점을 가지고 있지만 반면 최고산소섭취량을 간접적으로 추정하였다는 제한점을 가지고 있다. 이에 본 연구에 앞서 KISS Fit에서 이용한 Bruce 공식(Bruce et al., 1973)의 타당도 검증을 남자 100명, 여자 97명(19-69세)를 대상으로 실시하였다(Park et al., 2014). 타당도는 급내상관계수( $R = .918$ )와 Bland & Altman plot으로 검증하였으며, 추정식의 오차율은 -1.5%로 건강한 성인들의 최대산소섭취량의 추정에 유용한 공식임을 증명하였다. 그러나 추정식인 관계로 양극단 5%에 오류에 관하여 자료의 해석 시 고려해야 할 사항이다. 마지막으로 본 연구에서 처음으로 제시한 Bruce 트레드밀 최대운동시간은 현실적으로 가스분석이 어려운 스포츠 현장이나 임상에서 편리하고 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

## 결론 및 제언

본 연구의 한국인의 성별, 연령별 심폐체력 수준의 제시는 한국인의 체력을 측정하는 데 있어 참고치가 될 수 있는 충분한 가치를 가지고 있으며 이를 토대로 체력증진 프로그램 개발하는 데 이용할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 우리나라 혹은 다른 나라에서 향후 이루어진 연구들의 비교자료로써 아주 중요한 정보가 될 것이라고 사료된다.

본 연구에서 첫째, 교육수준이 높을수록 심폐체력 수준이 높은 것과 관련이 나타나 교육수준이 체력에서도 사회적 불평등에 기여하는 것으로 나타났다. 둘째, 좌업 생활 습관을 가지고 있을수록 심폐체력 수준이 낮은 것으로 나타나 규칙적인 신체활동을 통해 체력수준을 유지하거나 높일 수 있다는 것을 확인하였다. 마지막으로 심폐체력 수준이 높을수록 독립적으로 대사증후군의 유병률을 감소시키는 것으로 나타나 성인 남녀에서 향후 체력수준이 낮아지는 것이 질병의 유병률의 증가와 관련이 있는 것으로 나타났다. 이는 향후 심폐체력 증진을 위한 체육 정책, 프로그램 및 서비스를 개발하는데 기초자료가 될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl, H. W. 3rd., Barlow, C. E., Macera, C. A., Paffenbarger, R. S. Jr. & Gibbons, L.W. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276(3), 205-210.
- Blair, S. N., Kohl, H. W. 3rd., Paffenbarger, R. S., Clark, D. G., Cooper, K. H. & Gibbons, L. W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 262(17), 2395-2401.
- Bouchard, C., Dionne, F. T., Simoneau, J.A. & Boulay, M. R. (1992). Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exercise Sports Science Review*, 120, 27-58.
- Bruce, R. A., Kusumi, F. & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*, 85(4), 546-562.
- Carnethon, M. R., Gidding, S. S., Nehgme, R., Sidney, S., Jacobs, D. R. & Liu K. (2003). Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA*, 290(23), 3092-3100.
- Carnethon, M. R., Sternfeld, B., Schreiner, P. J., Jacobs, D. R., Lewis, C. E., Liu, K. & Sidney, S. (2009). Association of 20-year changes in cardiorespiratory fitness with incident type 2 diabetes: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) fitness study. *Diabetes Care*, 32(7), 1284-1288.
- Chae, C. H., Kim, S. H., Lee, C. Y. (2013). A study on gender differences in influencing factors of office workers' Physical Activity. *J Korean Acad Community Health Nurs*, 24(3), 273-281.
- Cress, M. E. & Meyer, M. (2003). Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Physical Therapy*, 83(1), 37-48.
- Duncan, G. E., Li, S. M. & Zhou, X. H. (2005). Cardiovascular fitness among U.S. adults: NHANES 1999-2000 and 2001-2002. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(8), 1324-1328.
- Earnest, C. P., Artero, E. G., Sui, X., Lee, D. C., Church, T. S. & Blair, S. N. (2013). Maximal estimated cardiorespiratory fitness, cardiometabolic risk factors, and metabolic syndrome in the aerobics center longitudinal study. *Mayo Clinic Proceedings*, 88(3), 259-270.
- Ekelund, L. G., Haskell, W. L., Johnson, J. L., Whaley, F. S., Criqui, M. H. & Sheps, D. S. (1988). Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *New England Journal Medicine*, 319(21):1379-84.
- Eriksen, L., Grønbaek, M., Helge, J. W. & Tolstrup, J. S. (2015). Cardiorespiratory fitness in 16 025 adults aged 18-91 years and associations with physical activity and sitting time. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, Dec 17. [Epub ahead of print]
- Farrell, S. W., Kampert, J. B., Kohl, H. W. 3rd., Barlow, C. E., Macera, C. A., Paffenbarger, R. S. & Gibbons, L. W., Blair, S. N. (1998). Influences of cardiorespiratory fitness levels and other predictors on cardiovascular disease mortality in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 899-905.
- Fleg, J. L., Morrell, C. H., Bos, A. G., Brant, L. J., Talbot, L. A., Wright, J. G. & Lakatta, E. G. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112(5), 674-682.
- Jackson, A. S., Sui, X., Hébert, J. R., Church, T. S. & Blair, S. N. (2009). Role of lifestyle and aging on the longitudinal change in cardiorespiratory fitness. *Archives of internal medicine*, 169(19), 1781-1787.
- Jin, J. K. & Lim, S. K. (2015). The norm-referenced standard for physical fitness in middle-aged firefighters. *Journal of Sports and Leisure Studies*, 62, 785-794.
- Katzmarzyk, P. T., Church, T. S. & Blair, S. N. (2004). Cardiorespiratory fitness attenuates the effects of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Archives of Internal Medicine*, 164(10), 1092-1097.
- Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Janssen, I., Ross, R. & Blair, S. N. (2005). Metabolic syndrome, obesity, and mortality: impact of cardiorespiratory fitness. *Diabetes Care*, 28(2), 391-397.
- Kim, W. K. (2011). The relationship among life habits, subjective health status, physical fitness of middle school Students. *Journal of Sports an Leisure Studies*, 43, 1023-1032.

- LaMonte, M. J., Barlow, C. E., Jurca, R., Kampert, J. B., Church, T. S. & Blair, S. N. (2005). Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. *Circulation*, *112*(4), 505-512.
- Lee, H. & Kim, B. H. (2016). Physical activity disparities by socioeconomic status among metabolic syndrome patients: The Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Exercise Rehabilitation*, *12*(1), 10-14.
- Park, S., Park, S. H., Lee, M. H. & Ahn H. J. (2014). Validation of prediction equations for  $VO_{2max}$  using bruce protocol. *The Korean Journal of Measurement and Evaluations in Physical Education and Sport Science*, *16*(3), 41-50.
- Piirtola, M., Kaprio, J., Kujala, U. M., Heikkilä, K., Koskenvuo, M., Svedberg, P., Silventoinen, K. & Ropponen, A. (2016). Association between education and future leisure-time physical inactivity: a study of Finnish twins over a 35-year follow-up. *BMC Public Health*, *16*(1), 720.
- Sanders, L. F. & Duncan, G. E. (2006). Population-based reference standards for cardiovascular fitness among U.S. adults: NHANES 1999-2000 and 2001-2002. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *38*(4), 701-707.
- So, W. Y. & Choi, D. H. (2009). The difference of fitness level according to blood pressure in Korean men. *Korean Journal of Health Promotion and Disease Prevention*, *9*(2), 122-128.
- Stevens, J., Cai, J., Evenson, K. R. & Thomas, R. (2002). Fitness and fatness as predictors of mortality from all causes and from cardiovascular disease in men and women in the lipid research clinics study. *American Journal of Epidemiology*, *156*(9), 832-841.
- Sui, X., Hooker, S. P., Lee, I. M., Church, T. S., Colabianchi, N., Lee, C. D. & Blair, S. N. (2008). A prospective study of cardiorespiratory fitness and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes Care*, *31*(3), 550-555.
- The EP. (2001). Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adult Treatment Panel III). *JAMA*, *285*, 2486-2497.
- Wang, C. Y., Haskell, W. L., Farrell, S. W., Lamonte, M. J., Blair, S. N., Curtin, L. R., Hughes, J. P. & Burt, V. L. (2010). Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20-49 years of age: findings from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *American Journal of Epidemiology*, *171*(4), 426-435.

## 성인의 심폐체력 수준: 2014-2015 Korea Institute of Sports Science Fitness Standards (KISS FitS) Project 자료를 중심으로

박세정 · 고병구 · 송주호 · 송홍선 · 정진욱 · 박수현 (한국스포츠개발원)

본 연구는 성인 남, 녀의 Bruce 트레드밀 운동시간과 예측된 최고산소섭취량의 분포를 제시하고 심폐체력과 대사증후군, 좌업생활습관 및 교육수준과의 관련성을 조사하고자 하였다. 본 연구는 2014-2015년도에 '국민체력100 한국인 건강체력 기준개발(Korea Institute of Sports Science Fitness Standards: KISS FitS) 프로젝트에 참여한 자 중 최대운동부하검사를 실시한 2,006명(19-64세)을 대상으로 분석하였다. 성인남자의 평균 운동시간은 19-29세 11분 26초, 30-39세 11분 18초, 40-49세 11분 06초, 50-59세 10분 03초, 그리고 60-64세 8분 51초였으며, 성인여자는 각각 9분 49초, 9분 09초, 8분 42초, 8분 01초, 그리고 7분 33초로 나타났다. 성인남자의 예측된 최고산소섭취량은 19-29세 42.3, 30-39세 41.8, 40-49세 41.2, 50-59세 37.6, 그리고 60-64세 33.6 ml/kg/minute였으며, 성인여자는 각각 34.0, 31.8, 30.3, 28.0 그리고 26.4ml/kg/minute로 나타났다. 심폐체력수준과 교육수준은 남녀 모두에서 양의 관련성이 나타났으며, 좌업생활자는 규칙적인 운동 혹은 신체활동을 하는 사람보다 유의하게 심폐체력이 낮았다. 마지막으로 대사증후군의 유병률의 승산비는 연령, 흡연유무, 음주유무 그리고 좌업생활습관을 통제하고도 낮은 체력수준을 가지고 있는 사람에 비해, 남자의 경우 중간 체력수준일 때 약 50%와 높은 체력수준일 때 약 87%로, 여자의 경우 중간 체력수준일 때 약 48%와 높은 체력수준일 때 약 50%로 감소하는 것으로 나타났다. 이런 결과는 향후 한국인의 체력 평가를 추적하는 데 이용할 수 있을 것이며, 또한 교육수준, 좌업생활습관 및 대사증후군에 의한 체력의 차이는 맞춤 보건 및 체육정책, 프로그램 및 서비스를 개발하는 데 기초자료로 이용할 수 있을 것이다.

**주요어:** 성별, 연령별 심폐체력 수준, Bruce 트레드밀 운동시간, 교육수준, 좌업생활습관, 대사증후군