

건강한 대학생의 예측된 최대산소섭취량과 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 간의 상관관계

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2024.12.3.7>

대한심장호흡물리치료학회지 제12권 제3호 2024.11. PP.7~14

■ 신정우¹, 김성태¹, 이준희^{2*}

■ ¹충북대학교병원 물리치료실, ²청주대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

Correlation Between the Predicted VO₂max and the One-Minute Sit-to-Stand Test in Healthy College Students

Jung-Woo Shin PT, MS¹, Sung-Tae PT, PhD¹, Joon-Hee Lee PT, PhD^{2*}

¹Physical Therapy Section, Chungbuk National University Hospital

²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Cheongju University

Purpose: This study aimed to analyze the correlation between the exercise capacity test for the 1-min sit-to-stand test (1MSTST) and the predicted maximal oxygen uptake (VO₂max) during treadmill exercise using the Bruce protocol (BPR) in healthy college students and confirm the feasibility of using it as an indicator of cardiopulmonary function in the exercise capacity test of 1MSTST. **Methods:** The study participants were 49 healthy college students (25 males and 24 females). During the 1MSTST, the number of repetitions was recorded. During the BPR, the total running time was collected and calculated using the predicted maximal oxygen uptake formula. In both tests, the ratings of perceived exertion were measured using Borg's rating of perceived exertion scale along with the heart rate of each stage. **Results:** The correlation coefficient values between 1MSTST repetition and VO₂max were calculated using the Pearson correlation analysis. The correlation analysis revealed that all participants and male participants showed a moderate positive correlation, whereas female participants did not show correlation between the two tests. **Conclusion:** These findings indicate that 1MSTST repetition and VO₂max were moderately correlated, with a more favorable correlation in male participants.

Key words: Cardiopulmonary fitness, Aerobic capacity, Graded exercise test, Treadmill test, Chair test

Received: June 24, 2024 / **Revised:** July 8, 2024 / **Accepted:** July 12, 2024

I. 서론

심폐체력(cardiorespiratory fitness)은 건강 관련 체력의 가장 중요한 구성요소이며, 흔히 심폐지구력(cardiorespiratory endurance) 혹은 유산소성 능력(aerobic capacity)으로 불리기도 한다(Heyward, 2002). 심폐체력을 측정하기 위한 방법 중 가장 정확한 것은 트레드밀 또는 자전거 에르고미터를 이용한 점증운동부하검사(graded exercise test; GXT)로 최대산소섭취량(maximal oxygen uptake; VO₂max)을 측정하는 것이다(Dourado 등, 2021). 최대산소섭취량은 사람이 신체 작업을 하는 동안 산소를 섭취하여 이용할 수 있는 단위 시간당 최대산소의 양으로 정의한다(Snell과 Mitchell, 1984). 최대 운동부하검사는 일반적으로 호흡 가스분석기를 이용하여 탈진상태(all-out)에 이르게 될 때 산소섭취량을 최대 능력으로 간주한다.

임상에서 최대산소섭취량을 측정하기 위해 사용하는 호흡 가스분석기는 고가의 장비이며, 유지와 관리에 많은 시간과 비용이 따른다. 이러한 이유로 최대산소섭취량을 직접적으로 측정하기 보다는 6분 보행 검사(6 minute walking test; 6MWT)나 셔틀 보행 검사(shuttle walking test; SWT)와 같은 필드검사(field test)를 사용하고 있다(Kim 등, 2023). 또한 실제 산소소모량에 대한 직접 측정이 어려운 환경에서는 육체적 작업 강도를 측정하는 도구로 에너지 소비량을 대체하여 Borg's rating perceived exertion; Borg RPE scale을 활용할 수 있다(김병훈 등, 2019).

트레드밀을 기반으로 한 운동검사 모형은 운동 프로토콜의 조절이 쉽고, 가장 대중화된 운동의 형태가 걷기 또는 조깅이며, 대부분의 실험실 또는 피트니스센터에서 쉽게 접할 수 있기 때문에 많은 선행연구가 보고되어 왔다(Vehrs 등, 2007). 지금까지 개발된 많은 운동부하검사 프로토콜이 있지만, 표준화되고 널리

교신저자: 이준희

주소: 충북 청주시 청원구 대성로 298 보건의료과학대학 물리치료학과 사무실, TEL: 010-3615-6523, E-mail: pieta2000@hanmail.net

사용되고 있는 트레드밀 테스트로는 Balke, Bruce, Ellestad, Astrand 프로토콜이 있다(박혜민 등, 2023). 그 중 최대산소섭취량 측정시 일반적으로 사용되는 방법은 브루스 프로토콜로, 가장 보편화 되어 있는 프로그램이다(Bruce 등, 1973). 브루스 프로토콜은 운동검사 시간으로 최대산소섭취량을 추정할 수 있는 회귀식이 발표되어(Bruce 등, 1973; Foster 등, 1984) 운동검사 시간과 성별만을 가지고 최대산소섭취량을 추정하기 때문에 실험실이 아닌 현장에서도 쉽게 이용할 수 있는 장점이 있다(박세정 등, 2014).

앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사(sit-to-stand test; STST)는 일상생활에서 가장 많이 수행되는 동작으로(Anders C 등, 2007), 삶의 질 유지에 매우 중요한 요소이다(Guralnik 등, 1994). 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사의 경우 다양한 방법이 사용되고 있다. 5회 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사(five times sit-to-stand test; FTSST), 30초 동안 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사(30-second sit-to-stand test; 30STST), 1분 동안 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사(1-minute sit-to-stand test; 1MSTST)가 대표적이다(나은진과 황수진, 2019; Bohannon과 Crouch, 2019; Bowman 등, 2023). 그 중 1분 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사는 간단하고 빠르며 의자와 스톱워치만 필요로 하고 좁은 공간에서도 가능하여 운동 테스트나 선별 도구로 동등하게 사용될 수 있음을 보여주기 때문에 전반적인 체력 평가를 위한 다른 테스트의 매력적인 대안이다(Halie 등, 2021). 1분 동안 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사는 1분 동안 앉은 자세에서 일어나기를 반복하기 때문에 건강한 사람을 대상으로 신체 전반적인 운동 능력을 확인할 수 있으며, 다리의 근력과 근지구력을 같이 확인할 수 있는 검사 방법이다(Strassmann 등, 2013). 다리 근력은 신체의 중심을 효과적으로 조절할 수 있는 중요한 역할을 담당하며, 신체의 중심을 유지하는 자세근과 골반 주위 근육의 균형적인 발달은 안전하고 효율적인 다리운동을 가능하게 한다(Daniel 등, 2003). 걷기나 조깅과 같이 호흡·순환기계의 유지 및 향상을 위해 가장 많이 실시하는 인간의 기본 운동도 신체의 지지 및 이동 운동을 포함하기 때문에 다리근육의 역할은 중요하다(Guralnik 등, 1994; Guralnik 등, 1995).

기존에 Bruce 프로토콜을 사용한 트레드밀 운동부하검사와 20m 왕복 오래달리기 검사(김도윤 등, 2012), 6분보행검사(Laskin, 2007), 셔틀보행검사(Lim 등, 2022) 간의 상관관계를 보고한 연구들이 있다. 그러나, 브루스 프로토콜을 이용한 예측된 최대산소섭취량과 1분 동안 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사와의 심폐 기능 상관관계에 관한 국내에서의 연구는 보고된 바가 없다. 이에 본 연구의 목적은 건강한 대학생을 대상으로 1분 동안 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사와 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 예측된 최대산소섭취량과의

상관관계를 분석하여 1분 동안 앉은 자세에서 일어나기 운동 능력 검사의 심폐 기능 평가 지표로써 사용 가능성을 확인하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 분석에 필요한 대상자를 정하기 위해 G*Power (version 3.1.9.7)를 사용하여 상관분석을 위한 표본의 크기를 계산하였다. 상관계수 0.716, 효과 크기 0.05, 검정력 0.95로 예측된 값은 19명으로 계산되었다. 성별에 따른 상관분석에서 탈락을 25%를 고려하여 남성 25명, 여성 24명으로 총 49명을 모집하여 연구를 진행하였다(Reychler 등, 2018). 이것에 근거하여 20대의 건강한 남, 여를 대상으로 대상자를 모집하였고 Helsinki 선언의 윤리규정에 따라 연구 절차에 대하여 설명을 듣고, 실험에 자발적으로 참여하기로 동의한 자를 모집하였다.

연구 대상자의 제외조건은 다음과 같다:

- 1) 6개월 이내에 다리에 수술을 받은 경험이 있는 자
- 2) 현재 하지에 통증이 있는 자
- 3) 운동부하검사 결과에 영향을 줄 수 있는 만성 질환을 앓고 있는 자이다(Gurses 등, 2018).

모든 대상자는 검사 이틀 전부터 음주와 과도한 운동을 금지하였으며, 검사 당일 3시간 전부터 카페인 및 식사를 금하였다(Fletcher 등, 2013; 박세정 등, 2014).

2. 측정도구

1) 최대산소섭취량 예측식(Predicted Maximal Oxygen Uptake Formula of Bruce Protocol)

심폐운동부하 검사는 심폐지구력을 측정하기 위해 가장 많이 사용하는 검사이며 건강한 대학생 대상자를 측정하기에 적합한 브루스 프로토콜을 이용하여 측정하였고, 최대산소섭취량 예측식을 이용하여 최대산소섭취량을 예측하였다(박세정 등, 2014; 고성희 등, 2016). 의료용 트레드밀(MT-4000, Sungdo MC, Korea)을 사용하여 속도와 경사도를 변화시키며 달린 총시간을 기록하였다. 속도는 0.1~20km/h까지 설정이 가능하고 0.1km/h 씩 증감한다. 경사도는 0~25°로 설정이 가능하고 0.5°씩 증감한다(신효섭과 최종덕, 2014).

본 연구에서 사용한 최대산소섭취량 예측식은 Bruce 등 (1973)에 의해 제시된 공식으로, 시간과 비용을 절약하기 위해 최대산소섭취량을 간접적으로 예측 가능하도록 개발된 공식 중

매우 정확하다고 알려진 바가 있다(박세정 등, 2014). 최대산소 섭취량을 예측한 브루스 프로토콜 공식의 신뢰도는 90.7%로 높은 신뢰성을 보였으며(Lopez 등, 2015), 타당도는 91%로 타당한 결과를 나타냈다(박세정 등, 2014). 아래에 나타낸 예측식을 사용하여 최대산소섭취량 예측치를 계산하였다.

$$VO_{2max}=6.70-2.82(\text{Gender: } M=1, W=2)+0.056(Ts)$$

2) 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 검사(1-Minute Sit-to-Stand Test)

1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 검사 신뢰도는 96%로 높은 신뢰성을 보였으며, 타당도는 55%로 타당성이 있는 것으로 나타났다(Wang 등, 2022). 검사를 진행한 의자는 팔걸이가 없고, 대상자의 가장 많은 앉은 자세에서 일어서기 동작을 이끌어 낼 수 있는 높이 조정 가능한 좌석을 위하여 높이 조절이 가능한 테이블을 사용하였다. 측정 중 좌석의 움직임을 방지하고자 벽에 붙여서 사용하였다(Bohannon과 Crouch, 2019; Kuhn 등, 2023).

3) 손목 웨어러블 기기(Wearable Digital Device)

운동 중 분당 심박수는 정확한 측정 결과값을 도출한다고 알려진 바가 있는 손목 웨어러블 기기(Galaxy Watch 4, SM-R870; Samsung, Vietnam, 2021)를 사용하여 심박수를 기록하였다(Kim, 2023). Galaxy Watch 4의 심박수 측정 센서는 기존의 맥박 산소 측정기와 동일하게 피부 표면에서 색상 변화와 빛 흡수를 모니터링하여 심박수를 측정하는 광학심박센서(Photoplethysmography) 기술을 통해 작동한다(Carpenter와 Frontera., 2016).

3. 실험절차

1) 측정방법

모든 대상자는 브루스 프로토콜 검사와 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동검사를 동일한 날에 측정하였다. 두 검사의 순서는 준비뿔기를 통해 무작위로 선정하였다. 각 검사 사이에 최소 30분의 휴식 시간을 제공하였다(Gurses 등, 2018). 검사가 진행된 장소의 환경은 온도 22~24℃, 습도 50~55%를 유지하도록 하였다(박세정 등, 2014). 검사 전 대상자에게 반팔 및 반바지 운동복과 신발 밑창이 부드러운 런닝화를 준비하도록 하였다(Fletcher 등, 2013). 신발 밑창이 바닥과 완전히 접촉하는 운동화나 복사뼈 위까지 감싸는 신발은 금하였다(Worobets 등, 2014; Kim 등, 2017).

2) 최대산소섭취량 측정

모든 검사자는 연구에서 사용한 브루스 프로토콜을 숙지한 상

태로 진행하였다. 검사를 시행하기에 앞서 검사자가 사전에 대상자들에게 다음과 같은 사항을 설명하였다. 1) 이 검사는 최대산소 섭취량을 측정하기 위한 검사 도구이다. 2) 트레드밀에서 최대한 오랫동안 달려야 하며 총 달린 시간을 측정할 것이다. 3) 검사 중 피로, 숨 가쁨, 가슴 통증 등의 증상이 나타날 수 있기 때문에 주의해야 하며, 검사 후 뜨거운 물로 샤워는 지양한다. 4) 사고를 예방하기 위해 검사자가 상시 관리 및 감독하고 있을 것이다. 5) 대상자가 원할 시 검사 중단이 가능하다(Bruce 등, 1973).

검사실 도착 후 모든 대상자는 트레드밀 손잡이를 잡지 않거나 손잡이를 잡을 시 양손 모두 주먹을 쥐 상태에서 손가락 한 개만 트레드밀 손잡이에 올린 상태로 뛰도록 지시하였다(Fletcher 등, 2013).

브루스 프로토콜은 경사도 10%, 속도 2.7km/h로 시작하여, 3분마다 경사도를 2%씩 증가하고, 속도는 2.7, 4.0, 5.5, 6.8, 8.1, 8.9, 9.6km/h 순으로 점차적으로 증가하는 절차를 따른다(Bruce 등, 1973). 본 연구에서 사용한 트레드밀의 특성상 속도의 증감 정도가 0.1km/h이기 때문에 브루스 프로토콜에 명시된 속도 값을 소수점 아래 둘째자리에서 반올림하였다. 검사 중 동기 부여를 제공하지 않았으며, 다음 단계로 진행할 시점에 대상자에게 속도 및 경사도가 변화한다고 알렸으며 2초 내로 모든 수치의 변경을 마쳤다. 운동 종료 시점을 정하기 위해 분당 심박수와 운동자각도는 단계가 변화하는 시점마다 측정하였다(Borg, 1982)(그림 1).

최대 운동부하검사는 브루스 프로토콜을 사용하여 총 달린 시간을 측정하였으며, 피험자가 더 이상 운동을 지속할 수 없는 탈진(all-out) 상태까지 진행하였다. 운동 종료 시점 및 최대산소 섭취량의 도달 기준은 운동 강도가 증가하더라도 심박수가 유의하게 증가하지 않을 때, 보그의 운동자각도 상에서 해당하는 수치가 17보다 높을 경우, 그리고 피검사자의 중단 요청이 있을 경우로 설정하였다(박세정 등, 2014).

Bruce 등(1973)에 의해 제시된 성별과 총 달린 시간을 변수로



그림 1. Bruce 프로토콜 동안 트레드밀 측면 모습



(A) 앉은 자세

(B) 선 자세

그림 2. 1분 앉은 자세에서 일어서기 검사의 자세

하는 최대산소섭취량 예측식을 사용하여 최대 산소섭취량 예측치를 계산하였다.

3) 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 측정

모든 검사자는 연구에서 사용한 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 검사의 프로토콜을 숙지한 상태로 진행하였다. 대상자 개인 체형에 맞는 좌석 높이를 위하여 앉은 자세의 시작 위치는 무릎의 굽힘 각도가 90°가 되도록 높이를 조정하였다. 발목의 발등굽힘은 제한을 두지 않았으나, 좌석의 높이를 조정하고, 대상자 주관적으로 가장 좋은 위치에 발을 배치하는 것을 목표로 3번의 연습 후 필요한 경우 좌석 높이를 재조정하였다(Kuhn 등, 2023)(그림 2A).

검사 시작하기에 앞서 검사자는 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 동작을 3회 시범을 대상자에게 보여주며 방법을 설명하였다. 시작 신호와 동시에 1분 동안 가능한 빠르게 무릎관절과 엉덩관절을 완전히 펴 일어섰다가 의자에 엉덩이가 닿게 앉는

동작을 1회로 인정한다고 말하였다. 시작 자세는 두 다리를 엉덩관절의 너비만큼 벌리고, 팔의 영향을 최소화하기 위하여 손을 양옆 허리에 올리도록 지시하였다(그림 2B). 필요한 경우 완전히 앉아서 휴식을 취할 수 있으나 최대한 빨리 다시 진행하도록 요구하였다. 검사자는 대상자의 앉은 자세에서 완전히 일어서기 동작의 개수를 서면으로 기록하였다. 검사 중 동기 부여 또는 방해요소를 제공하지 않기 위해 검사실 환경을 조용하게 유지하였으며, 45초가 지난 시점에 “종료까지 15초 남았습니다”라고 말해주었다(Crook 등, 2017). 학습 효과를 최소화하기 위해 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 검사를 총 2회 실시하여 결과의 평균값을 측정하였다(Radtke 등, 2016). 두 번의 반복된 검사 사이 최소 10분 동안 충분한 휴식 시간이 제공되었다(Kuhn 등, 2023).

4. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 22.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분석하였고, 유의 수준(p)은 0.05로 설정하였다. 브루스 프로토콜을 통해 측정된 최대산소섭취량 예측치와 1분 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력의 상관관계를 확인하기 위해 피어슨 상관관계수(Pearson's correlation coefficient)를 사용하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 일반적 특성

본 연구는 남성 25명과 여성 24명, 총 49명을 대상으로 진행하였고, 연구 대상자의 평균 나이, 키, 몸무게, 체질량지수(body mass index, BMI)와 같은 일반적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 일반적 특성

(n=49)

Gender	Age(year)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)	Total
Male	22.4±2.1	175.3±5.5	75±9.4	24.4±2.4	25
Female	20.8±2.1	164.7±6.2	54.5±7.3	20.1±2.7	24

Values are expressed as Mean±SD

표 2. 1분 앉았다 일어서기와 브루스 프로토콜

Gender	N	1MSTST		BPR		
		Repetition	HR (bpm)	End Time (sec)	VO ₂ max (ml/kg/min)	HR (bpm)
All	49	59.2±10.5	138.7±16.4	612.4±112.1	36.8±7.4	176.6±16.7
Male	25	62.1±12.0	133.2±16.8	697.7±84.0	43.0±4.7	176.3±20.8
Female	24	56.3±7.8	144.3±14.3	523.5±52.0	30.4±2.9	177.0±11.5

Values are expressed as Mean±SD, 1MSTST: 1-minute sit-to-stand test, BPR: Bruce protocol, HR: Heart rate, VO₂max: Maximal oxygen uptake

2. 1분 앉은 자세에서 일어서기 운동과 브루스 프로토콜의 상관분석 결과

1분 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력, 브루스 프로토콜의 운동 종료 시간과 예측된 최대산소섭취량의 평균값은 표 2와 같다. 평균 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동의 능력은 전체, 남성, 여성 대상자에서 각각 59.2 ± 10.5 , 62.1 ± 12.0 , 56.3 ± 7.8 개다. 전체, 남성, 여성 대상자의 브루스 프로토콜에서 평균 운동 시간인 612.4 ± 112.1 , 697.7 ± 84 , 523.5 ± 52 (sec)의 결과값을 브루스 프로토콜 예측식에 대입하여 계산된 평균 최대산소섭취량의 예측치는 각각 36.8 ± 7.4 , 43.0 ± 4.7 , 30.4 ± 2.9 (ml/kg/min)이다. 종료 시점의 심박수는 전체, 남성, 여성 대상자에서 각각 176.6 ± 16.7 , 176.3 ± 20.8 , 177.0 ± 11.5 (bpm)으로 나타났다(표 2).

전체 대상자의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력과 최대산소섭취량의 상관계수(r)=0.44로 중간 정도의 상관성을 가지며 양의 상관관계로 통계적으로 유의한 상관성을 보여주었다($p < .05$)(표 3)(그림 3).

남성 대상자의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력과 최대산소섭취량의 상관계수(r)=0.57로 중간 정도의 상관성을 가지며 양의 상관관계로 통계적으로 유의한 상관성을 보여주었다

($p < .05$)(표 4)(그림 4).

여성 대상자의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력과 최대산소섭취량 사이에 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다($p > .05$)(표 5)(그림 5).

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 건강한 대학생들을 대상으로 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사와 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 추정된 최대산소섭취량의 상관관계를 분석하여 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사의 심폐 능력 평가 지표로서 임상적 유의성을 확인하고자 하였다. 본 연구의 결과는 전체 대상자에서의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사와 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 예측된 최대산소섭취량과 남성 대상자에서의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사와 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 예측된 최대산소섭취량에서는 유의한 상관성을 나타내었지만, 여성 대상자로 한 1분 동안 앉은 자세에서

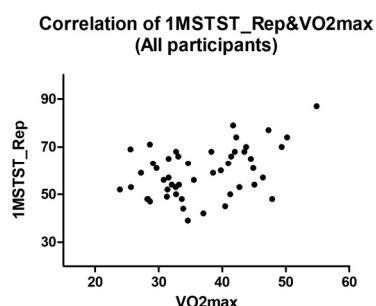


그림 3. 전체 대상자의 1MSTST 횟수와 최대산소섭취량의 상관관계

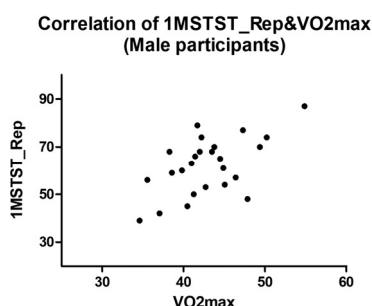


그림 4. 남성 대상자의 1MSTST 횟수와 최대산소섭취량의 상관관계

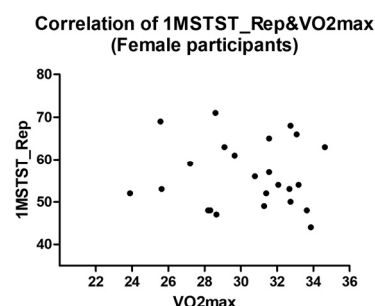


그림 5. 여성 대상자의 1MSTST 횟수와 최대산소섭취량의 상관관계

표 3. 예측된 최대 산소 섭취량과 1분 앉았다 일어서기 검사 횟수 사이의 상관관계

		predicted VO ₂ max (ml/kg/min)	1MSTST (rep)
predicted VO ₂ max (ml/kg/min)	total	1	
	male	1	
	female	1	
1MSTST (rep)	total (n=49)	0.44**	1
	male (n=25)	0.57**	1
	female (n=24)	-0.063	1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

일어서기 운동 능력 검사와 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 예측된 최대산소섭취량에서는 유의한 상관성을 나타내지 않았다.

전체 대상자에서의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사 능력과 최대산소섭취량은 0.44의 상관계수로 44%의 중간 정도의 상관성을 나타냈다. Gurses 등(2018)의 연구에서는 6분 보행 검사 거리가 1분 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사 횟수의 상관계수($r=0.65$)로 중간 정도 상관성을 보인다고 보고하였다. Lim 등(2022)의 연구에서는 6분 보행 검사 거리가 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 최대산소섭취량의 상관계수($r=0.776$)로 중간 정도의 상관관계를 보인다는 결과를 보고하였다. 이러한 선행 연구를 토대로 본 연구의 결과에서도 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력과 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 최대산소섭취량 간의 상관계수($r=0.44$)로 중간 정도의 상관성이 나타났다. 특히, 남성대상자의 경우, 상관계수($r=0.57$)로 전체 대상자보다 높게 나타났다.

남성 대상자에서의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력과 최대산소섭취량은 0.57의 상관계수로 57%의 중간 정도의 상관성을 나타내며, 전체 대상자로 한 상관분석보다 더 높은 상관성을 보였다. 반면, 여성 대상자에서의 앉은 자세에서 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력과 최대산소섭취량은 -0.06의 상관계수로 6%의 음의 상관성을 나타냈다. Park 등(2016)의 연구에서 한국 성인(20-49세)의 심폐체력 수준과 Wang 등(2010)의 미국 성인 최대산소섭취량과 비교해 본 결과로, 남성보다 여성에서 심폐체력이 상대적으로 낮은 결과를 나타냈다고 보고하였다. 임희진과 서세미(2010) 연구에서는 여성 대학생의 경우 심한 운동부족과 불균형적인 활동으로 인하여 기본적인 체력 수준이 낮은 편이라고 보고하였다. 정채원 등(2017)의 연구에서는 심폐 지구력, 근력, 근지구력의 요인들에서 남학생이 여학생에 비해 상대적으로 높게 나왔다는 연구 결과를 보고하였고, 이러한 결과가 나온 원인으로 신체적 특성 외에 신체활동에 임하는 적극성이 남녀 차이에 대한 결과를 만들었을 것이라고 보고하였다. Lee와 So(2016)의 연구에서 운동 참여율과 지속성이 여학생보다 남학생에서 더 높은 비율을 보인다는 결과를 보고하였다. 이처럼 본 연구에서 남성 대상자와 여성 대상자의 최대산소섭취량의 상관성의 차이는 남성 대상자의 기본 심폐체력에 비해 여성 대상자의 기본 심폐체력이 현저히 낮았고, 여성 대상자의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사와 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에 임하는 적극성이 낮아 나타난 결과라고 사료된다.

김광호(2001)의 연구에서 심폐능력과 다리근력은 높은 상관성을 보였을 뿐만 아니라 통계적으로도 유의한 상관성이 존재한다고 보고하였다. 김정환(2004)의 건강한 성인을 대상으로 진행한 연구에서 하지의 근력과 최대산소섭취량 사이에 양의 상관관계가

있음을 확인하였고, 이를 통해 하지의 근력이 강한 사람이 최대산소섭취량도 높다는 사실을 확인하였다고 보고하였다. 본 연구 결과에서는 남성 대상자의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력이 여성 대상자의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력보다 높았다. Radtke 등(2016)에서 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사가 하지 근력 평가 척도라고 나타난 것을 토대로 본 연구에서 남성 대상자의 하지 근력이 여성 대상자의 하지 근력보다 크다는 결과를 나타낸다. 따라서, 남성 대상자의 최대산소섭취량의 상관성이 여성 대상자의 최대산소섭취량의 상관성보다 높은 원인으로는 남성 대상자의 하지 근력과 여성 대상자의 하지 근력의 크기 차이로 인해 나타난 것으로 사료된다.

본 연구를 진행하면서 다음과 같은 제한점이 있었다. 첫째, 각 검사 간의 충분한 휴식 시간을 가졌음에도 불구하고 당일 반복 측정으로 인한 영향을 완전히 배제할 수는 없었다. 둘째, 실험 이틀 전 대상자에게 과도한 운동 금지를 지시하였지만, 주기적으로 운동을 하는 검사자와 운동을 하지 않는 검사자 간의 운동 수준 통제에 대한 제한이 있었다. 셋째, 탈진을 결정하는 조건 중 주관적 척도인 보그 운동자각도 항목으로 인하여 연구 대상자의 개인적인 판단의 영향이 있어 정확한 측정값을 도출하는 데 어려움이 존재했다. 특히 여성 대상자들의 경우 남성 대상자들에 비해 탈진 상태를 일찍 결정하려는 경향이 있어 결과에 영향을 배제할 수 없었다. 향후 연구에서는 근지구력 검사 후 근지구력이 높은 대상으로 표본을 키워 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력을 측정하여 심폐 기능 평가 도구로써 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사의 설명력을 높일 수 있을 것이라 사료 된다.

V. 결 론

본 연구는 건강한 대학생 남성 25명, 여성 24명 총 49명을 대상으로 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력과 브루스 프로토콜을 이용한 트레드밀 운동에서의 예측된 최대산소섭취량 간의 상관관계를 분석하였고 이를 통해 심폐 능력 평가 지표로써 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사의 사용 가능성을 확인하고자 하였다. 연구 결과, 남성 대상자의 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사를 통해 예측된 최대산소섭취량을 추정하여 심폐 체력을 측정하는 도구로써 임상적으로 유의미하게 반영할 수 있을 것이다. 추후 연구에서는 남성에 비해 심폐 체력이 낮고 하지 근력이 약한 여성 대상자에게 램프 프로토콜을 적용하거나 하지 근력 평가를 통해 연구를 진행함으로써 심폐 기능 평가 도구로써 1분 동안 앉은 자세에서 일어서기 운동 능력 검사의 설명력을 높일 수 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료 된다.

참고문헌

- 고성희, 김태홍, 제갈윤석. 트레드밀을 통한 운동부하검사의 프로토콜 비교 분석. *체육과학연구*, 22;53-62, 2016.
- 김광호. 특수체육: 정신지체 남학생의 하지근력과 심폐지구력의 상관분석. *한국체육학회지*, 40(2);915-923, 2001.
- 김도운, 김원현, 남상남. 남자 중학생의 심폐지구력 평가를 위한 심박수 활용 PACER VO₂max 추정. *한국발육발달학회지*, 20(2);75-80, 2012.
- 김병훈, 박지영, 탁상우. 작업 현장에서 육체적 작업 강도를 평가하는 도구로서 Borg's Scale과 심박 수의 비교. *한국산업보건학회지*, 29(3);368-374, 2019.
- 김정환. 정상인에서 하지의 근력과 최고 산소 섭취량 사이의 관계. *서울대학교 대학원, 의학과 재활의학 전공, 박사논문*, 2004.
- 나은진, 황수진. 만성 편마비 뇌졸중 환자의 인지기능이 신체기능 수준 및 기능적 활동에 미치는 영향. *PNF and Movement*, 17;(1), 31-39, 2019.
- 박세정, 박수현, 이미현, 등. Bruce protocol을 이용한 최대산소 섭취량 예측식의 타당도 검증. *한국체육측정평가학회지*, 16(3);41-50, 2014.
- 박혜민, 박규민, 이종백. 운동부하검사시 필터링 구간 설정에 따른 최대산소섭취량의 변화 및 신뢰도 분석 연구. *코칭능력개발지*, 25(2);167-177, 2023.
- 신효섭, 최종덕. 동적 스트레칭을 접목한 경사 트레드밀 보행 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 경직과 보행에 미치는 효과. *대한물리치료학회지*, 9(4);447-454, 2014.
- 이호성, 소영호. 대학생의 운동변화단계와 BMI, 신체활동량 및 운동결과기대 분석. *한국체육교육학회지*, 21(1);135-147, 2016.
- 임희진, 서세미. 여대생들의 체지방률과 신체활동량 따른 건강체력. *한국생활환경학회지*, 17(5);557-562, 2010.
- 정채원, 최영철, 이준우. 성별 및 주관적 건강상태 인식에 따른 대학생의 건강체력 비교분석. *한국체육과학학회지*, 26(5);1281-1291. 2017.
- Anders C, Wagner H, Puta C, et al. Trunk muscle activation patterns during walking at different speeds. *J Electromyogr Kinesiol*, 17(2);245-252, 2007
- Bohannon RW, Crouch R. 1-minute sit-to-stand test: systematic review of procedures, performance, and clinimetric properties. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 39(1);2-8, 2019
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5);377-381, 1982.
- Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J*, 85(4);546-562, 1973.
- Carpenter A, Frontera A. Smart-watches: a potential challenger to the implantable loop recorder. *EP Europace*, 18(6);791-793, 2016.
- Crook S, Busching G, Schultz K, et al. A multicentre validation of the 1-min sit-to-stand test in patients with COPD. *Eur Respir J*, 49(3);1601871, 2017
- Daniel DA, Wiliam EP. Principles of athletic training: a competency-based approach. MC Grow Hill, 1-971, 2003.
- Dourado VZ, Nishiaka RK, Simoes M, et al. Classification of cardiorespiratory fitness using the six-minute walk test in adults: Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Pulmonology*, 27(6);500-508, 2021.
- Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the America Heart Association. *Circulation*, 128(8);879-934, 2013.
- Foster C, Jackson AS, Pollock ML, et al. Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. *Am Heart J*, 107(6);1229-1234, 1984.
- Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, et al. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J med*, 332(9);556-562, 1995.
- Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*, 49(2);M85-M94, 1994.
- Gurses HN, Zeren M, Kulli HD, et al. The relationship of sit-to-stand tests with 6minute walk test in healthy young adults. *Medicine*, 97(1);e9489, 2018.
- Halie SR, Fuhner T, Granacher U, et al. Reference values and validation of the 1-minute sit-to-stand test in healthy 5-16-years-old youth: a cross-sectional study. *BMJ open*, 11(5);e049143, 2021.
- Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. Illinois: Human Kinetics, 1-384, 2002.
- Kim C, Song JH, Kim SH. Validation of wearable digital devices for heart rate measurement during exercise

- test in patients with coronary artery disease. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 47(4);261-271, 2023.
- Kim MK, Kong BS, Yoo KT. The effect of shoe type on static and dynamic balance during treadmill walking in young healthy women. *J Phys Ther Sci*, 29(9);1653-1657, 2017.
- Ko SH, Kim TH, Jekal YS. Comparative analysis of protocols through a treadmill exercise test. *Korean J Sport Sci*, 22;53-62, 2016.
- Kuhn M, Vollenweider S, Clarenbach CF, et al. The effects of standardised versus individualised seat height on 1-minute sit-to-stand test performance in healthy individuals: a randomised crossover trial. *Eur J Appl Physiol*, 123(7);1543-1551, 2023.
- Laskin AV. The value of investor relations: a delphi panel investigation. *Institute for Public Relations*, 1(2);1-35, 2007.
- Lee HS, So YH. Analysis of stages of change for exercise behavior, BMI, physical activity level, and outcome expectations in the university students. *Korean J. Phys. Educ*, 21(1);135-147, 2016.
- Lim HJ, Jee SJ, Lee MM. Comparison of incremental shuttle walking test, 6-minute walking test, and cardiopulmonary exercise stress test in patients with myocardial infarction. *MED Sci Monit*, 28;e935140-1-e938140-8, 2022.
- Park SJ, Ko BG, Song JH, et al. Cardiorespiratory fitness among Korean adults: 2014-2015 Korea Institute of Sports Science Fitness Standards (KISS FitS) project. *Korean J Sport Sci*, 27(4);714-725, 2016.
- Radtke T, Puhon MA, Hebestreit H, et al. The 1-min sit-to-stand test: a simple functional capacity test in cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*, 15(2);223-226, 2016.
- Reychler G, Boucard E, Peran L, et al. One minute sit to stand test is an alternative to 6MWT to measure functional exercise performance in COPD patients. *Clin Respir J*, 12(3);1247-1256, 2018.
- Snell PG, Mitchell JH. The role of maximal oxygen uptake in exercise performance. *Clinics in chest medicine*, 5(1);51-62, 1984.
- Strassmann A, Steurer-Stey C, Lana KD, et al. Population-based reference values for 1-min sit-to-stand test. *Int J public Health*, 58;949-953, 2013.
- Vehrs PR, Geroje JD, Fellingham GW, et al. Submaximal treadmill exercise test to predict VO₂max in fit adults. *Meas Phys Educ Exerc Sci*, 11(2);61-72, 2007.
- Wang Cy, Haskell WL, Farrel SW, et al. Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20-49 years of age: findings from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Epidemiol Rev*, 171(4);426-435, 2010.
- Wang Z, Yan J, Meng S, et al. Reliability and validity of sit-to-stand test protocols in patients with coronary artery disease. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9;841453, 2022.
- Worobets J, Wannop JW, Tomaras E, et al. Softer and more resilient running shoe cushioning properties enhance running economy. *Footwear Science*, 6(3);147-153, 2014.