

# 복근 지구력 평가 도구로서 등척성 수축 후 버티기 방법의 타당성 비교 검증

박순태<sup>1</sup>, 허성훈<sup>1</sup>, 이장규<sup>2</sup>, 이종삼<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 체육과학연구소, <sup>2</sup>단국대학교 운동처방재활학과

## Testing for validity of isometric muscle endurance test as an abdominal muscular endurance evaluation methods

Soon-Tae Park<sup>1</sup>, Sung-Hoon Hur<sup>1</sup>, Jang-Kyu Lee<sup>2</sup> and Jong-Sam Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Research Center for Exercise Sciences, Daegu University, Gyeongbuk

<sup>2</sup>Department of Exercise Prescription and Rehabilitation, Dankook University

**요 약** 본 연구는 복근의 정적 지구력 평가 도구로서의 등척성 버티기 방법의 타당성을 검증하고 최적의 적용 각도를 결정해내기 위해 수행되었다. 92명(남 68명, 여 24명)의 피험자가 자발적으로 실험에 참여하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 유산소 역량과 근지구력 역량 사이의 상관성은 남성에서보다 여성에게서 더 높게 나타났으며 등척성 버티기의 수행 시간과 윗몸일으키기의 반복 횟수 사이에 정적인 상관관계를 나타냈다. 또한 40도의 경사도를 적용 시 30도 및 50도와 비교해 근지구력과의 가장 높은 상관성을 나타냈다. 이와 같은 결과를 통해 복근지구력의 평가 도구로서의 등척성 버티기 방법이 요부의 잠재적 상해 위험을 지닌 것으로 보고되고 있는 윗몸일으키기 방법을 대체할 수 있는 대안으로 사용될 수 있으며 적용 시 40도의 각도를 적용하는 것이 적절하다는 결론을 내릴 수 있었다. 서로 다른 연령 및 체력 상태에 따른 최적의 적용 각도에 대해서는 후속 연구를 통해 밝혀져야 할 것이다.

**Abstract** The current study was undertaken to verify appropriateness of muscle endurance test at three different angles (30°, 40°, 50°) of isometric contraction position, and to sought valid and reliable testing method that provide an alternative to sit-ups. Total 92 young and healthy subjects (68 males and 24 females) were recruited, and the following results were obtained. 1. A low correlations in males, but a high correlations in females was found when the comparisons were made between aerobic and muscle endurance capability. 2. Measuring tolerance time, by using isometric contraction was showed a significant correlation with the repetition numbers of sit-ups. 3. The highest correlation was found at 40 inclined degrees of plane, and the lowest correlation was drawn from 50 inclined degrees of plane. Based on these results, it was concluded that measuring tolerance time during maintaining an isometric contraction at 40 inclined degrees of plane is a valid and effective tool for measuring abdominal muscle endurance, and it can be used as an alternative way of sit-up, which potentially risky for inducing many back-associated injuries. Further studies need to be undertaken to determine for optimal angles, that can safely be applied for people of various age groups and physical conditions.

**Key Words** : Isometric contraction, Muscle endurance, Physical strength, Sit-up

### 1. 서론

근지구력(muscular endurance)이란 일반적으로 어떤

동작을 지속적으로 실시할 수 있는 근육 혹은 근육군의 능력을 의미하는 것으로 일정기간 근의 긴장상태를 지속할 수 있는 능력으로도 표현된다[1]. 근지구력은 크게 동

이 논문은 2011학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\*Corresponding Author : Jong-Sam Lee(Daegu Univ.)

Tel: +82-53-850-6083 email: jlee@daegu.ac.kr

Received December 20, 2013

Revised (1st January 15, 2014, 2nd January 24, 2014)

Accepted February 5, 2014

적(dynamic) 근지구력과 정적(static) 근지구력으로 구분하는데 동적 근지구력을 측정하는 대표적인 검사로 윗몸 일으키기(sit-up), 쪼그려 뛰기, 팔굽혀펴기, 턱걸이 등이 사용되고 있으며, 정적 근지구력을 측정하는 검사방법으로는 오래 매달리기(flexed arm hang), 바벨 들고 오래 지탱하기, 다리 들어 오래 건디기 등이 이용되고 있다. 일반적으로 동적 근지구력의 평가는 동일한 동작을 정해진 시간에 반복한 횟수로, 정적 근지구력의 평가는 정해진 동작을 지속적으로 유지할 수 있는 최대 지속 시간을 측정해 이루어진다[2]. McCloy[3]는 동일한 근력을 가진 사람이라 할지라도 특정 활동을 반복해내는 능력에는 차이를 보인다고 전제하고 근지구력을 신체적 운동 과제를 반복 수행할 수 있는 근력으로 정의하였다. 근지구력은 특정 검사항목의 측정 후 일정한 휴식 시간을 부여한 후 같은 조건으로 동일한 운동을 실시했을 때 나타나는 작업량과의 합이나 비를 구함으로써 피로로부터 회복속도가 고려된 형태로 측정되기도 한다[2,4].

근지구력의 평가를 위해 흔히 학교체육 현장 및 다양한 스포츠 종목에서 윗몸일으키기 검사를 수행하고 있다. 윗몸일으키기는 테스트의 수행이 쉽고 특별한 장비가 요구되지 않는다는 점에서 일선 교육 및 스포츠 현장에서 광범위하게 사용되고 있으며 일정한 시간적 제한(흔히 1분 혹은 2분)을 두어 반복횟수가 많을수록 근지구력이 우수한 것으로 평가하고 있다[5-8]. 측정의 대상이 되는 사람들은 정해진 시간 내에 많은 횟수를 반복하기 위해 측정 초반에는 복부의 근력에 의존한 빠른 반복 스피드를 통해 테스트에 임하게 되며 후반부로 갈수록 복부의 실제적인 근지구력을 발휘하며 정해진 시간이 다할 때까지 같은 동작을 반복 수행한다. 이는 측정의 반복횟수를 늘리는데 있어 근지구력만큼이나 근력에도 의존하고 있음을 의미하는 것이라 할 수 있다. 또한 윗몸일으키기의 수행 시 동원되는 근육이 순수 복근만이 아닌 허리와 척추 주변 근육들도 함께 사용된다는 측면에서 윗몸일으키기를 사용해 순수 복근지구력을 측정하는 것에 부적절한 부분이 내포되어 있다.

윗몸일으키기는 또한 복근만을 사용하는 운동이 아닌 두 손으로 머리를 감싸고 목을 무리하게 앞으로 잡아당겨 팔꿈치가 무릎에 닿도록 하는 기준이 적용되므로 목 부위에 가해지는 과신전에 의한 경추의 통증 유발 및 손상 위험이 있으며[8-10] 무릎을 편 상태에서 팔꿈치를 닿아야 하는 경우 유연성의 부족에 의한 수행능력의 저하 가능성도 함께 내포하고 있다[11]. 이와 함께 골반을 중심으로 머리 쪽으로의 골반 회전 중 요부에 과도한 힘을 요구해 요추가 강한 압박을 받음으로써 허리 통증을 야기하고 골반저에 과도한 압력을 가함으로써 요실금을 일

으킬 수도 있어 임상현장에서는 이미 환자의 치료 및 재활의 방법으로 윗몸일으키기를 사용하는 것을 금하고 있다[12-14]. 뿐만 아니라 윗몸일으키기의 수행 시 바닥에 등을 대고 누운 상태에서 몸을 일으켜 몸통을 굽히는 단계에서 등 상부는 둥글게 되는 반면 허리는 편평하게 바닥에 붙어 있게 되는데 이 단계에서 복부근육이 수축되고 연이어 일어나는 동작에서 몸통이 구부러지면서 허리의 만곡이 사라져 디스크에 강한 압력이 가해질 수 있다[13,15]. 구부린 몸통을 무릎 쪽으로 움직일 때는 복부근육을 사용하지 않고 고관절 굴곡근을 사용하게 되므로 고관절 굴곡근이 짧아지면서 골반의 정상위치보다 앞쪽에서의 경사를 이루게 해 경우에 따라 요통을 유발하기도 한다. 또한 윗몸일으키기 시 갑작스런 복압의 증가에 의해 복강 내 장기에 커다란 압박을 가할 수 있다. 이러한 복압의 증가로 인한 문제의 발생은 마른 체형의 사람에게 있어 매우 드물게 일어나지만 고도비만 환자의 경우 복부위를 굽힐 때 발생하는 이와 같은 복압의 증가가 복부 내 장기를 이루는 근육의 손상이나 만성적인 통증 유발을 이끌어낼 수도 있다[11].

목, 허리, 요추의 통증 및 복압으로 발생하는 문제 등이 광범위하게 보고되면서 최근에 임상 현장에서는 수술 후 재활의 단계에서 복부의 근지구력을 측정·평가하는 방법으로 등척성 버티기의 방법이 제시된 바 있다[10]. 이 방법은 복부 굴근(flexor)의 근지구력 평가를 위해 요부, 등부, 및 두부를 지면으로부터 55도의 경사로 유지하도록 한 채 버티어 지속할 수 있는 시간을 측정해내는 것으로 기존에 문제를 야기했던 신체 여러 부위 및 기관에 대한 부상 위험이 없으며 측정 결과가 근력이나 유연성과 같은 근지구력 외적인 요인에 영향을 받지 않는다는 장점이 있는 것으로 평가되고 있다. 또한 McGill 등[16]에 의해 연속적으로 5일에 걸쳐 반복 측정한 결과 측정의 신뢰 계수가 매우 높게(98 이상) 나타났다고 보고된 바 있다. 하지만 지면으로부터 55도의 경사를 이용하는 방법을 체력이 약하거나 수술 후 환자에게 적용시키는 데는 적합한 반면 체력 수준이 양호하거나 우수한 사람들 및 젊은 청장년층에 적용하기에는 테스트의 지속시간이 지나치게 길어져 실제 적용에 한계가 있는 것으로 보여진다[11]. 이러한 측면에서 복부의 근지구력 측정을 위해 안전성의 제고가 확보되고 적용 범위가 넓은 새로운 방법의 모색이 절실히 요구되고 있으며 이러한 방법의 개발과 함께 충분한 타당성이 확보될 수 있는 방법의 모색도 함께 고려되어야만 할 것이다.

따라서 본 연구는 복부근지구력을 측정하기 위해 전통적으로 수행되어 온 윗몸일으키기의 방법이 동작의 수행 중 다양한 부상을 유발시킬 수 있고 복부의 근지구력 외

에도 근력과 유연성 등의 체력요인에 영향을 받을 수 있다는 측면에서 순수한 복부의 근지구력을 측정하는 방법으로 적합하지 않다는 지적이 있는 바, 이에 대한 대안을 마련코자 등척성 수축 후 버티기의 방법을 이용하는 방법의 타당성을 검증하고 이와 함께 정상적인 체력수준을 보이는 사람들과 우수한 체력을 보이는 사람들에게 적용할 수 있는 합리적인 등척성 수축 후 버티기 방법을 모색하기 위해 수행되었다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구는 자발적으로 참여한 총 92명의 피험자(남자 68명, 여자 24명)를 대상으로 수행되었다. 모든 피험자는 실험에 자발적으로 참여하였다. 남·여 피험자에 대해 Sharkey [17])의 기준에 따라 추정 최대산소소비량이 우수 등급이상을 나타내는 경우 체력 우수군(Group A)으로, 그 이하를 나타내는 경우 체력 보통군(Group B)으로 분류하였다.

본 연구가 근지구력 측정 방법에 따른 타당성 검토를 위해 수행되었으나 근지구력과 심폐지구력간의 상관성을 함께 알아보기 위해 심폐적성 수준을 대변할 수 있는 최대산소섭취량에 따른 피험자의 분류를 함께 고려하게 되었다. 남자의 경우, 우수군에 37명, 일반군에 31명씩 각각 배정되었으며 여자의 경우 우수군에 7명, 보통군에 17명이 배정되었다. 피험자 중에는 현재 중장거리 육상선수 4명(남자 3명, 여자 1명), 남자조정선수 6명, 남자검도선수 8명, 펜싱선수 5명(남자 4명, 여자 1명), 및 남자씨름선수 8명이 포함되어 있었다.

모든 피험자들의 실험 참가 시 신체 상태는 정상을 나타냈으며 실험에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하거나 신체적 부상이 있는 경우는 피험자의 선정 시 제외시켰다.

### 2.2 연구 설계 및 절차

본 연구는 각각의 피험자들 마다 총 5회의 실험에 참여하도록 설계되었다. 무작위 실험 순서에 따라 유산소성 스텝테스트, 윗몸일으키기(1분간) 반복횟수 측정, 세 가지 각도(30도, 40도, 50도)에서의 등척성 수축 후 버티기 시간을 측정하였다. 모든 피험자들은 실험 전 최소 3시간 이상 음식 섭취를 삼갔으며 자각 증상으로 느끼는 신체적 이상 징후가 있는 경우 증상이 완전히 사라질 때까지 실험 참여를 연기시켰다.

### 2.3 근지구력의 측정방법

#### 2.3.1 윗몸일으키기 횟수의 측정 방법

윗몸일으키기의 수행을 위해 윗몸일으키기용으로 제작된 보드를 이용하였다(Taeyeong, Korea). 무릎을 약 90° 굽힌 상태로 양 손은 가슴에서 교차해 어깨부에 덴 상태를 유지하며 1분간 윗몸일으키기를 수행하도록 하였다. 양손을 교차해 어깨부에 대도록 한 것은 손을 머리 뒤로 감아준 상태로 윗몸일으키기를 실시함으로써 유도될 수 있는 경추부의 과도한 신전을 예방하기 위한 것이었다. 양쪽 견갑하부가 바닥에 닿은 후 양 팔꿈치가 무릎 상단부에 닿은 것을 1회로 인정하였다. 시간의 측정을 위해 스톱워치를 사용했으며 언어적인 독려를 통해 반복횟수가 최대에 도달할 수 있도록 하였다.

#### 2.3.2 등척성 수축 후 버티기 시간의 측정 방법

이 테스트 방법은 McGill [10]에 의해 제시된 방법으로 복부 전면 굴근(flexor)의 근지구력을 측정할 수 있도록 고안되었다. 기존에 제시된 방법은 55°의 경사면을 이용해 골반, 요추, 흉추, 및 두부를 일직선으로 유지한 채 등척성 수축 상태로 버틸 수 있는 시간을 측정하는 것으로 평균 21세의 남성(n=92)을 대상으로 한 경우 136(±66)초를, 여성(n=137)을 대상으로 할 경우 134(±81)초의 평균 버티기 시간이 보고된 바 있다[10]. 본 연구에서는 McGill [10]의 테스트 방법에 준해 등척성 수축 후 버티기를 실시했으나 경사면의 적용에 있어 30°, 40°, 및 50°에 대해 각각 측정을 수행하였다.

실제 실험의 시작 시 피험자의 골반, 요추부, 흉추, 및 두부를 경사면에 일직선으로 붙이도록 한 채 수축 상태를 유지한 상태에서 경사면을 후방으로 10cm 떨어뜨린 후 초시계를 눌러 계측을 시작하였다. 수축 상태를 유지한 상태에서 전방 혹은 상방쪽으로는 상체 이동을 금지시켰으며 후방으로 상체가 떨어지는 경우 언어적 독려를 시도해 자세를 유지하도록 하였다. 피험자가 더 이상의 수축 상태를 견디지 못하고 후방의 경사면에 닿는 순간까지의 시간을 측정해 기록으로 사용하였다. 측정시간이 5분(300초)을 넘기는 경우 측정을 중단케 하였으며 300초를 버티기 기록으로 사용하였다.

#### 2.4 유산소성 스텝테스트

본 연구에서는 피험자들의 심폐지구력을 대변하는 유산소성 체력수준을 측정하기 위해 포리스트리 스텝테스트(Forestry step test)[17]를 사용하였다. 포리스트리 스텝테스트는 하버드 스텝테스트(Harvard step test)[18]와 변형된 형태의 하버드 스텝테스트[19], 오스트란드-리밍스

테스트(Astrand-Ryhming step test)[19-20]를 변형해 만든 것으로 대부분의 젊은 사람과 중년 성인들이 무리 없이 수행할 수 있도록 중강도의 운동을 5분 동안 수행하도록 설계된 것이다.

테스트 수행을 위해 스텝벤치(남자 40cm, 여자 30cm), 메트로놈(분당 90회로 설정; 분당 22.5회의 스텝수), 스톱워치, 청진기, 및 polar 무선 심박수 측정기를 사용하였다. 피험자가 실험실에 도착 후 최소 20분 이상 편안한 상태로 휴식을 취하게 해 분당 심박수가 75회 이하로 떨어졌음을 확인한 후 측정을 시작하였다.

피험자는 선호하는 한발을 스텝벤치에 먼저 올려 놓고 반대편 발을 마저 올렸으며 내려올 때는 발을 올린 순서와 동일하게 한 발씩 지면에 내려놓도록 하였다. 측정 전 발을 통해 적절한 스텝의 박자를 유지하고 허리 및 다리를 곧게 편 채로 운동을 수행하도록 하였다. 5분간의 테스트를 끝마친 후에는 15초간 휴식을 취하게 한 후 이 후 15초간의 회복기 심박수를 측정해 유산소 신체적성을 평가하는데 사용하였다[21].

### 2.5 자료처리

모든 자료에 대해 Windows용 SPSS(version 17.0) 소프트웨어를 이용해 평균과 표준편차를 산출하였다. 모든 피험자에 대해 체중, 신장, 연령, 및 체질량지수 등의 기술통계량을 산출했으며 윗몸일으키기 및 등척성 버티기 시 남·여 및 우수군·보통군의 평균차 검증을 위해 독립 t검증을 실시하였다. 각 변인들 사이의 상관성을 조사하기 위해 변인 사이의 Pearson의 상관계수를 산출하였으며 회귀분석을 통한 회귀계수 및 회귀공식을 산출하였다. 모든 자료에 대한 통계적 유의도는  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## 3. 결과

### 3.1 피험자의 신체적 특징

피험자의 연령은 21.9(±1.8)세, 체중은 67.5(±12.8)kg, 신장은 172.3(±7.6)cm을 나타냈으며 체질량지수(body mass index, BMI)는 22.6(±3.2)으로 나타났다.

신체적 특징을 살핀 결과, 전반적으로 남성과 여성 사이에 유의한 차를 나타냈다( $p<0.05$ ). 하지만 각각의 성별 유산소 신체적성에 따른 우수 그룹과 보통 그룹 사이의 신체적 특성에서는 유의한 차를 나타내지 않았다( $p>0.05$ , Table 1).

[Table 1] The characteristics of subjects

		Age (yr)	Weight (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Total		21.9 (1.8)	67.5 (12.8)	172.3 (7.6)	22.6 (3.2)
Gender	M	21.7 (1.9)	72.8 (10.5)	175.8 (5.4)	23.5 (3.2)
	F	22.5 (1.4)*	52.7 (4.1)***	162.6 (3.6)***	19.9 (1.5)**
M	Group A	21.2 (1.4)	74.2 (11.5)	176.0 (5.8)	23.9 (3.4)
	Group B	22.3 (2.2)	71.0 (9.1)	175.0 (4.8)	23.2 (2.8)
F	Group A	21.7 (0.8)	55.3 (3.6)	161.0 (5.0)	21.3 (1.5)
	Group B	22.8 (1.6)	52.1 (4.0)	163.0 (3.1)	19.6 (1.3)

Values are means ± SD. Significantly different from male, \* $p<0.05$ ; \*\* $p<0.01$ ; \*\*\* $p<0.001$ . BMI, Body Mass Index. M, Male; F, Female.

### 3.2 유산소성 스텝테스트에 의한 최대 유산소성 역량 측정

유산소성 스텝테스트를 수행하기 전 휴식 시 심박수는 분당 70.0(±9.1)회를 나타냈다. 남자 피험자의 휴식 시 심박수가 여자 피험자보다 전반적으로 낮게 나타났다 [Table 2]. 스텝테스트를 통해 얻어진 추정 최대산소섭취량은 50.0±9.0mL · kg · min<sup>-1</sup>으로 나타났으며, 결과를 남녀의 성별로 살펴보면 스텝테스트 종료시의 심박수 (143.0±17.1[남] vs. 158.0±16.9[여]) 및 15초의 회복 시 심박수(29.5±4.6회[남] vs. 33.4±6.6회[여])에서 여자 피험자와 비교해 남자 피험자에서 유의하게 낮은 상태를 유지한 반면 추정 최대산소섭취량(51.9±8.0mL · kg · min<sup>-1</sup> [남] vs. 44.5±9.9mL · kg · min<sup>-1</sup>[여])은 유의하게 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 체력수준은 우수한 군이 보통군에 비해 휴식 시, 테스트 종료 시, 및 회복 시 남녀 모두에서 낮은 심박수 상태를 유지했으며 추정 최대산소섭취량에서도 유의하게 높게 나타났다( $p<0.001$ ).

### 3.3 윗몸일으키기 반복 횟수 및 등척성 수축 후 경사각에 따른 버티기 시간의 변화

근지구력 측정의 결과, 측정 방법과 무관하게 전반적으로 남성의 측정치가 여성의 측정치보다 우수한 것으로 나타났다. Table 3에서 보는 바와 같이 윗몸일으키기와 모든 경사도에서의 등척성 수축 후 버티기에서 남성이 여성보다 유의하게 높은 결과를 보였다( $p<0.05$ ). 하지만 남성과 여성의 성을 구분해 체력 우수군과 보통군을 비교한 결과는 상이하게 나타나 남성의 경우 우수군과 보

통군 사이에 근지구력의 차이가 유의하게 나타나지 않은 반면(p>.05) 여성의 경우 유산소성 신체적성이 우수한 경우에서 신체적성이 보통을 보이는 경우와 비교해 모든 항목의 근지구력도 우수하게 나타났다(Table 3; p<.05).

[Table 2] The effect of aerobic step test on the change of heart rate, and estimation of maximal aerobic capacity(VO<sub>2max</sub>) adopting Starkey's method [17]

		Heart Rate(bpm)			VO <sub>2max</sub> (mL · kg · min <sup>-1</sup> )
		Rest	Finish	Recovery (for 15sec)	
Total		70.0 (9.1)	147.0 (18.2)	30.5 (5.4)	50.0 (9.0)
Gender	M	68.6 (7.7)	143.0 (17.1)	29.5 (4.6)	51.9 (8.0)
	F	74.1 (11.5)	158.0 (16.9)	33.4 (6.6)	44.5 (9.9)
M	Group A	65.4 (6.1)***	132.0 (12.6)***	26.0 (2.5)***	57.6 (5.8)***
	Group B	72.5 (97.6)	156.0 (12.4)	33.6 (2.5)	45.0 (3.4)
F	Group A	68.5 (11.0)***	140.0 (14.6)***	26.0 (5.1)***	55.7 (11.1)***
	Group B	76.9 (11.2)	165.0 (12.4)	36.7 (4.1)	39.4 (3.7)

Values are means ± SD. \*\*\*Significantly different from normal(p<.001). VO<sub>2max</sub>, Maximal Oxygen Consumption. M, Male; F, Female.

[Table 3] Repetition numbers of sit-up and the change of tolerance time with various isometrically contracted conditions

	Sit Up (1min)	Tolerance time with isometric contraction(sec)			
		50°	40°	30°	
Total	41.1 (13.4)	180.0 (87.9)	103.0 (52.9)	76.1 (40.4)	
Gender	M	45.7 (7.8)	199.0 (77.0)	112.0 (44.0)	84.8 (32.8)
	F	27.4 (16.8)***	124.0 (96.2)**	77.9 (67.3)***	51.3 (49.7)***
M	Group A	46.2 (6.6)	206.0 (79.5)	120.0 (48.9)	89.6 (38.1)
	Group B	45.2 (9.2)	191.0 (74.3)	103.0 (35.9)	79.1 (24.3)
F	Group A	40.3 (7.3)*	232.0 (78.5)#	142.0 (57.8)#	80.3 (22.6)#
	Group B	23.8 (17.1)	89.0 (71.7)	58.1 (57.7)	42.9 (54.3)

Values are means ± SD. Significantly different from male, \*\*p<.01; \*\*\*p<.001. #significantly different from normal (p<.001). M, Male; F, Female.

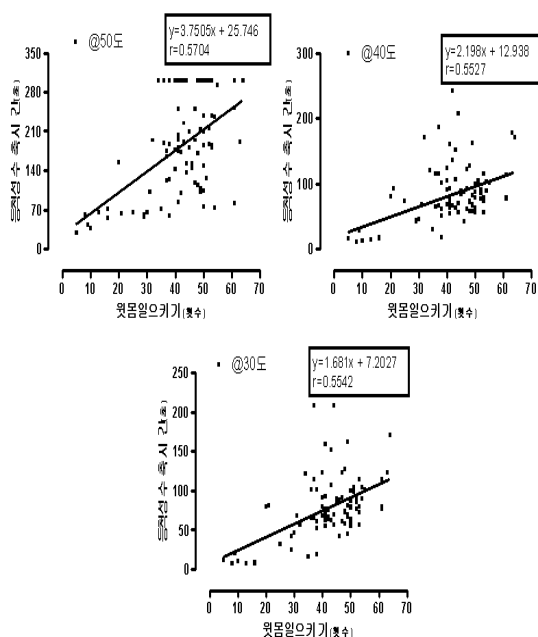
### 3.4 윗몸일으키기 횟수와 등척성 수축 후 버티기 시간 사이의 상관관계

#### 3.4.1 남-여 전체

윗몸일으키기와 등척성 수축 후 버티기 시간 사이의 상관관계를 살펴본 결과, 모든 경사면 각도에서 유의한 상관관계를 나타냈다(Table 4, Fig. 1). 50°에서 r<sup>2</sup>값이 0.33(p<.001)을, 40°와 30°에서 r<sup>2</sup>값이 0.31(p<.001)을 나타냈다. 하지만 50°의 경사도를 사용한 경우 측정 상한 경계 시간인 5분(즉, 300초)을 넘기는 피험자가 상당수 있어 실제 적용 시에는 경사면이 40°혹은 30°를 사용하는 것이 바람직할 것으로 보여 진다(Table 4, Fig. 1).

[Table 4] The relationship between repetition number of sit-up and tolerance time with various isometrically contracted conditions (total)

	Angles between ground and participants' back		
	50°	40°	30°
r <sup>2</sup>	0.33	0.31	0.31
p value	<.001	<.001	<.001



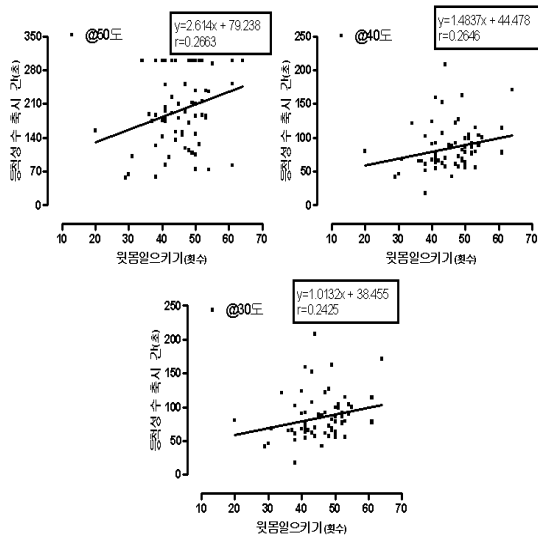
[Fig. 1] The relationship between repetition number of sit-up and tolerance time with various isometrically contracted conditions (total)

### 3.4.2 남자

남자들만의 결과를 이용해 윗몸일으키기와 등척성 수축 후 버티기 시간 사이의 상관관계를 살핀 결과, 모든 경사면 각도에서 유의한 상관관계를 나타냈다( $p < .05$ ; Table 5, Fig. 2).

[Table 5] The relationship between repetition number of sit-up and tolerance time with various isometrically contracted conditions (male)

Angles between ground and participants' back			
	50°	40°	30°
$r^2$	0.071	0.070	0.059
p value	.028	.029	.046



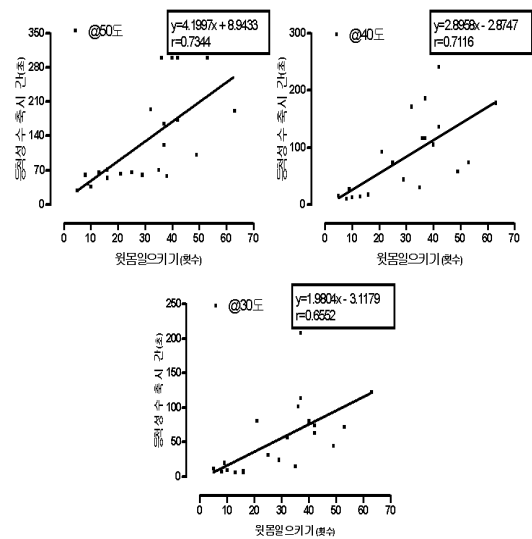
[Fig. 2] The relationship between repetition number of sit-up and tolerance time with various isometrically contracted conditions (male)

### 3.4.3 여자

여성의 윗몸일으키기와 등척성 수축 후 버티기 시간 사이의 상관관계를 살핀 결과, 모든 경사면 각도에서 유의한 정적 상관관계를 나타냈다( $p < .05$ ). 경사면의 각이 50°에서  $r^2$ 이 0.43( $p < .001$ )을, 40°에서  $r^2$ 이 0.51( $p < .001$ )을, 30°에서  $r^2$ 이 0.54( $p < .001$ )를 나타냈다[Table 6, Fig. 3].

[Table 6] The relationship between repetition number of sit-up and tolerance time with various isometrically contracted conditions (female)

Angles between ground and participants' back			
	50°	40°	30°
$r^2$	0.539	0.510	0.429
p value	<.001	<.001	<.001



[Fig. 3] The relationship between repetition number of sit-up and tolerance time with various isometrically contracted conditions (female)

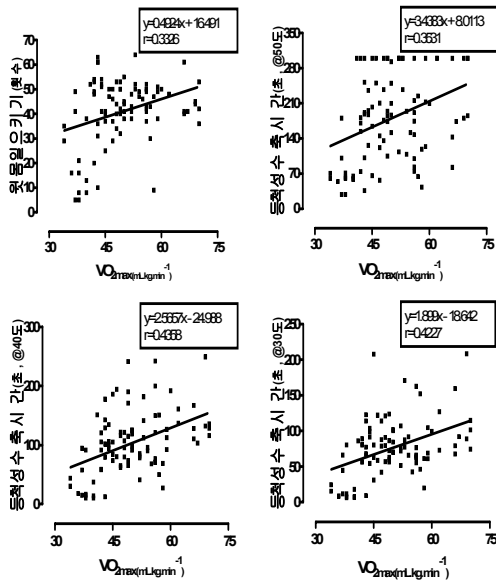
## 3.5 유산소 신체적성, 윗몸일으키기 횟수, 및 등척성 수축 후 버티기 시간과의 관계

### 3.5.1 남-여 전체

유산소 신체적성의 수준과 윗몸일으키기 반복 횟수를 살핀 결과  $r^2$ 값이 0.11( $p < .001$ )로 나타났으며 유산소 신체적성 수준과 경사각에 따른 등척성 수축 후 버티기 시간과의 상관관계에서는 50°( $r^2 = 0.12$ ,  $p < .001$ ), 40°( $r^2 = 0.19$ ,  $p < .001$ ), 그리고 30°( $r^2 = 0.18$ ,  $p < .001$ )에서 모두 유의한 상관관계를 나타냈다[Table 7, Fig. 4]. 하지만 등척성 수축 후 버티기의 경우 50°에서 피험자들 중 상당수가 측정 한계시간인 5분(즉, 300초)을 넘겨 실제 측정 시 활용 및 적용상에 한계가 있음을 나타냈다.

[Table 7] The relationship between VO<sub>2</sub>max and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (total)

	Sit Up	tolerance time with isometric contraction		
		50°	40°	30°
r <sup>2</sup>	0.11	0.12	0.19	0.18
p value	<.001	<.001	<.001	<.001



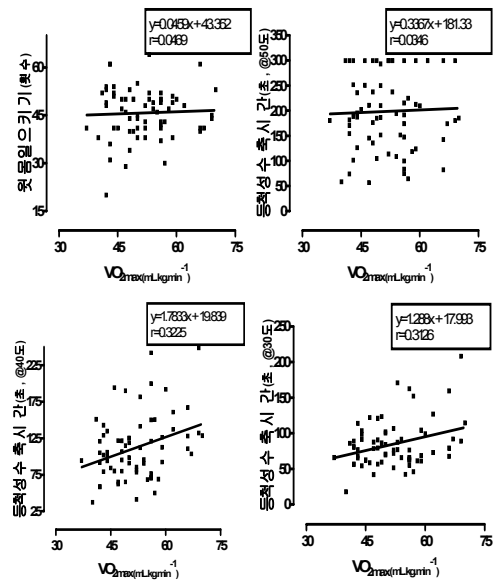
[Fig. 4] The relationship between VO<sub>2</sub>max and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (total)

### 3.5.2 남자

유산소 신체적성 수준과 윗몸일으키기 반복 횟수 사이에는 유의한 상관관계를 나타내지 않았다( $r^2=0.0022$ ,  $p>.05$ ). 유산소 신체적성 수준과 경사각에 따른 등척성 수축 후 버티기 시간과의 관계에서는 50°( $r^2=0.0012$ ,  $p>.05$ )를 제외한, 40°( $r^2=0.10$ ,  $p<.01$ )와 30°( $r^2=0.098$ ,  $p<.01$ )에서만 유의한 상관관계를 나타냈다[Table 8, Fig. 5].

[Table 8] The relationship between VO<sub>2</sub>max and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (male)

Sit Up	tolerance time with isometric contraction			
	50°	40°	30°	
r <sup>2</sup>	0.0022	0.0012	0.10	0.098
p value	.706	.779	.007	.010



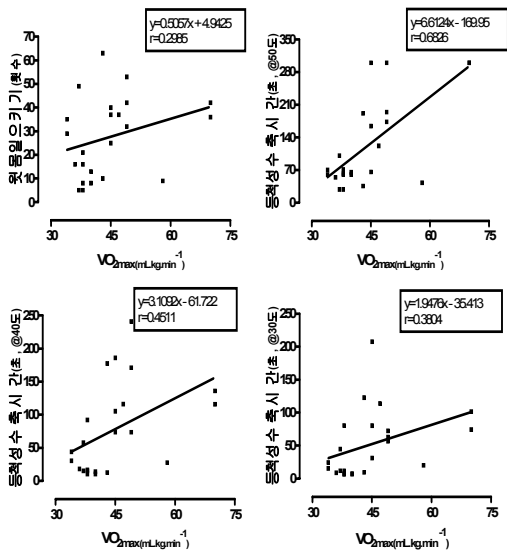
[Fig. 5] The relationship between VO<sub>2</sub>max and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (male)

### 3.5.3 여자

유산소 신체적성의 수준과 윗몸일으키기 반복 횟수 사이에 유의한 상관관계를 나타내지 않았다( $r^2=0.089$ ,  $p>.05$ ). 유산소 신체적성 수준과 경사각에 따른 등척성 수축 후 버티기 시간 사이에는 50°( $p<.001$ )에서  $r^2=0.47$ ), 40°( $p<.05$ )에서  $r^2=0.20$ , 그리고 30°( $p>.05$ )에서  $r^2=0.14$ 를 나타내 윗몸일으키기와의 상관관계는 낮은 반면 등척성 수축 후 버티기와의 상관관계는 30°를 제외하면 모두 높은 것으로 나타났다[Table 9, Fig. 6]. 하지만 50°의 경사면을 이용해 등척성 버티기 방법을 사용하는 것은 실험시 한계시간으로 설정한 5분을 넘기는 경우가 종종 발생하므로 설명력이 낮은 30°의 방법을 배제시킨 40°의 각도를 사용해 테스트를 수행하는 것이 최선의 방법이라 보인다.

[Table 9] The relationship between VO<sub>2max</sub> and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (female)

	Sit Up	tolerance time after isometric contraction		
		50°	40°	30°
r <sup>2</sup>	0.089	0.47	0.20	0.14
p value	.167	<.001	.031	.073



[Fig. 6] The relationship between VO<sub>2max</sub> and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (female)

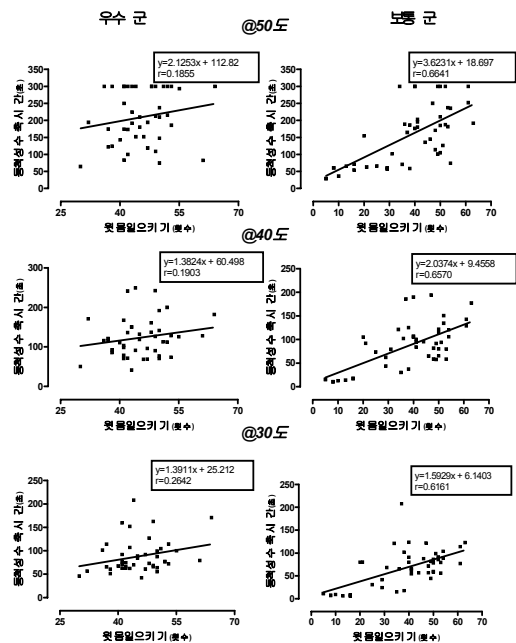
### 3.6 유산소 신체적성 수준에 따른 윗몸일으키기와 등척성 수축 후 버티기 시간의 변화

#### 3.6.1 남-여 전체

유산소 신체적성 수준과 근지구력 측정방법간의 상관성을 분석한 결과 체력이 우수한 사람들에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았다( $p > .05$ ). 하지만 보통의 사람들에서는 체력수준을 보이는 50°( $r^2 = 0.44$ ,  $p < .001$ ), 40°( $r^2 = 0.43$ ,  $p < .001$ ), 및 30°( $r^2 = 0.38$ ,  $p < .001$ ) 등 경사면의 각에 상관없이 윗몸일으키기와 높은 정적 상관관계를 나타냈다[Table 10, Fig. 7].

[Table 10] The effects of aerobic capacity on the change of sit-ups and tolerance time with isometrically contracted conditions (total)

	r <sup>2</sup>	Sit-Up vs. 50°	Sit-Up vs. 40°	Sit-Up vs. 30°
		Group A	0.034	0.036
VO <sub>2max</sub>	p value	.234	.222	.087
Group B	r <sup>2</sup>	0.44	0.43	0.38
	p value	<.001	<.001	<.001



[Fig. 7] The relationship between VO<sub>2max</sub> and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (total)

#### 3.6.2 남자

남성의 유산소 신체적성 수준과 근지구력 측정방법간의 상관관계를 분석한 결과, 체력이 우수한 사람들에 있어 경사도 40°에서만 유의한 상관관계를 나타냈다 ( $p < .05$ ). 이외 나머지 경사면 각도에서 그리고 서로 다른 체력상태에서는 모두 유의한 상관관계를( $p > .05$ )을 나타내지 않았다[Table 11, Fig. 8].

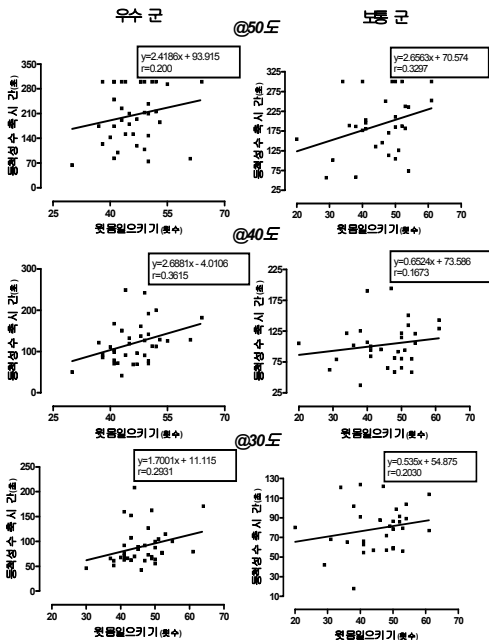


[Table 11] The relationship between VO<sub>2max</sub> and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (male)

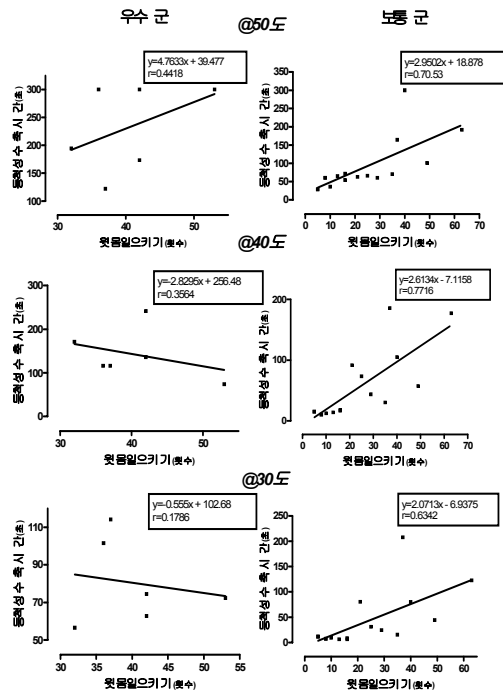
		Sit-Up vs. 50°	Sit-Up vs. 40°	Sit-Up vs. 30°
VO <sub>2max</sub>	Group A	r <sup>2</sup> 0.040	0.13	0.086
		p value .235	.028	.078
	Group B	r <sup>2</sup> 0.11	0.028	0.041
		p value .070	.367	.273

[Table 12] The relationship between VO<sub>2max</sub> and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (female)

		Sit-Up vs. 50°	Sit-Up vs. 40°	Sit-Up vs. 30°
VO <sub>2max</sub>	Group A	r <sup>2</sup> 0.20	0.13	0.032
		p value .380	.488	.735
	Group B	r <sup>2</sup> 0.50	0.60	0.40
		p value .002	.001	.008



[Fig. 8] The relationship between VO<sub>2max</sub> and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (male)



[Fig. 9] The relationship between VO<sub>2max</sub> and repetition number of sit-ups, and tolerance time with various isometrically contracted conditions (female)

### 3.6.3 여자

여성의 유산소 신체적성 수준과 근지구력 측정방법간의 상관관계를 분석한 결과 체력이 우수한 사람들에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았으나(p>.05), 체력수준이 보통인 사람들에서는 경사면의 각이 50°(r<sup>2</sup>=0.50, p<.05), 40°(r<sup>2</sup>=0.60, p<.001), 그리고 30°(r<sup>2</sup>=0.40, p<.05)에서 모두 윗몸일으키기의 경우와 높은 정적 상관관계를 나타냈[Table 12, Fig. 9].

## 4. 논의

본 연구에서는 복부 근지구력을 측정하기 위해 전통적으로 수행되어 온 윗몸일으키기 방법을 대체할 수 있는 대안을 마련코자 등척성 수축 후 버티기 방법의 사용에 관한 타당성을 검증하고자 수행되었으며 부가적으로 보통의 유산소 능력을 보이는 사람들과 우수한 유산소 능력을 보이는 사람들에게 있어 심폐지구력과 근지구력의

측정 방법 간 상관성을 비교해 이들 체력 요인들 사이의 관계를 가장 잘 대변해 낼 수 있는 근지구력 측정방법을 도출해내고자 하였다.

본 연구에서 가장 중요하게 고려한 윗몸일으키기의 반복 횟수와 등척성 수축 후 버티기 시간 사이의 관계를 살핀 결과 모든 경사면에서 높은 상관성을 보인 것으로 나타나 이들 두 방법이 근지구력을 평가하는데 모두 효과적으로 사용될 수 있음을 입증할 수 있었다는 것이다. 이는 백선영과 장윤정[11]의 연구에서 윗몸일으키기와 등척성 수축 후 버티기 시간과의 상관성을 비교한 결과, 남-여를 통합해 얻은 결과  $r$ 값이 0.78( $p < .001$ ), 남자의 경우만을 고려한 경우의  $r$ 값이 0.79( $p < .001$ ), 여자의 경우만을 고려한 경우의  $r$ 값은 0.79( $p < .001$ )를 나타내 이 둘 사이에 정적 관련성을 나타냈었다는 연구결과와 유사한 것이라 하겠다. 남자( $p < .05$ ) 및 여자( $p < .001$ )의 경우, 모든 경사면의 각도에서 유의한 상관성을 나타냈으나 전반적으로 여성에 있어 그 상관성에 대한 유의수준이 높게 나타났다. 주의해 관찰해야 하는 것은 모든 결과에서 50°의 경사 각도를 채택하는 경우 측정 시간이 지나치게 길어져 (>5분) 실험자 및 피험자 모두가 집중력을 상실할 수 있다는 사실이다. 이러한 결과는 젊고 건강상의 문제가 없는 대상자들에게 등척성 버티기의 사용 시 50°의 각도를 사용하기 보다는 40° 혹은 30°의 각도를 사용하는 것이 타당성의 확보 측면에서 더 효과적임을 나타내는 것이라 하겠다.

유산소성 스태미스트를 통해 유산소성 체력 수준이 우수한 군과 그렇지 않은 군을 분리할 수 있었으며 남녀 모두에 있어 우수군으로 배정된 피험자의 추정 최대산소섭취량은 대조군(보통군)으로 배정된 피험자들과 비교해 유의하게 높게 나타났다. 이는 피험자들을 우수군과 보통군으로 적절하게 배정했음을 나타내주는 것이라 하겠다 [21]. 본 연구에서 얻은 1분간의 윗몸일으키기 반복횟수가 41.1( $\pm 13.4$ )회를 나타내 최근 남녀 각 50명씩을 대상으로 유사한 실험을 수행한 장윤정과 백선영[11]의 연구에서 제시한 39.5( $\pm 15.7$ )회와 비슷함을 보였으며 이에 대한 남녀 차도 본 연구에서는 남자 45.7( $\pm 7.8$ )회와 여자 27.4( $\pm 16.8$ )회를 보여 이들의 연구에서 보고한 남자 46.7( $\pm 14.1$ )회와 여자 32.4( $\pm 13.9$ )회와 큰 차이를 나타내지 않았다. 흥미로운 것은 남녀 피험자들을 유산소적으로 우수한 군과 보통의 군으로 나누어 이와 같은 결과를 살펴보면 남자는 거의 같은 반복 횟수(우수군 46.2( $\pm 6.6$ )회, 보통군 45.2( $\pm 9.2$ )회)를 보인 반면, 여자에서는 유의한 차이(우수군 40.3( $\pm 7.3$ )회, 보통군 23.8( $\pm 17.1$ )회)를 보였다는 것이다[11]. 이는 남성의 경우 유산소적 능력과 근지구력 능력과의 상관성이 적게 나타

나지만 여성의 경우에는 유산소성 능력이 우수한 경우 근지구력의 능력도 우수하게 나타남을 대변하는 결과라 할 수 있다.

유산소 능력과 윗몸일으키기 및 등척성 수축 후 버티기 사이의 관계를 살펴본 결과 남녀의 모든 자료를 통합했을 경우 근지구력 측정 방법 모두에서 유산소 능력과 유의한 상관성을 나타낸 것으로 나타났으나 남성만을 고려해 분석했을 경우에는 윗몸일으키기와 유산소 능력 사이에 그리고 50°의 경사도에서의 등척성 버티기와 유산소 능력 사이에 유의한 상관성을 나타내지 않은 것으로 나타나, 40°와 30°에서의 등척성 버티기 결과만이 유산소성 능력과의 유의한 상관성을 나타낼 수 있었다. 여성만을 고려해 분석한 결과에서 남성만을 고려해 분석했을 때와 마찬가지로 유산소 능력과 윗몸일으키기 사이에 유의한 상관성을 나타내지 않았으며 등척성 버티기와 관련성을 고려할 때는 남성의 결과와 약간 달라 50°와 40°의 경사면을 이용했을 때만이 유산소 능력과 유의한 상관성을 나타냈다. 이들의 결과를 종합해 볼 때 유산소 능력과 근지구력의 상관성을 보고자 할 때는 윗몸일으키기가 아닌 등척성 버티기의 방법을 이용해야 하며 후자의 방법을 이용 시 경사면의 각도는 40°가 되도록 해야 한다고 결론지을 수 있었다.

유산소 신체적성 수준과 근지구력 측정 방법간의 상관성 역시 흥미로운 결과를 제시하고 있다. 남녀 전체의 결과를 고려할 때 유산소 능력이 우수한 집단에서는 윗몸일으키기와 등척성 버티기 간 어떠한 경우에서도 유의한 상관성을 나타내지 않은 반면 유산소 능력이 보통인 집단에서는 윗몸일으키기와 등척성 버티기 간 어느 경우에서도 높은 상관성을 나타냈다. 이는 훈련이 잘 된 사람들에게 있어서는 이들 두 근지구력 측정 결과가 상이하게 나타날 수 있음을 의미하는 것으로 이 경우 훈련된 사람들에게 있어 동적 근지구력(윗몸일으키기)과 정적 근지구력(등척성 버티기)의 수준이 서로 달리 평가되어야 함을 나타내는 것이라 하겠다. 더욱이 남성만을 별도로 고려해 관찰한 결과에서는 우수군에서는 경사면의 각도가 40°에서 수행된 경우에서만 유의한 상관성을 보였으며 보통군에서는 어떠한 경우에서도 윗몸일으키기와 상관성을 나타내지 않았다. 여성만의 결과를 살펴보면 우수군의 경우 어떠한 경사각도에서도 유의한 상관성을 보이지 않은 반면, 보통군의 경우에는 모든 각도에서 높은 상관성을 나타내는 것으로 나타났다. 이는 보통의 여성들에게 등척성 버티기 방법을 이용한 근지구력 측정이 가장 효과적임을 제시하는 것이라 하겠으며 남녀 모두에게 적용시의 최적의 경사면 각도는 40°가 됨을 제시하는 것이라 하겠다.

본 연구의 결과를 통해 McGill [10]이 제시한 방법이 전반적으로 수정·보완되어야 함을 알 수 있었다. McGill [10]은 등척성 수축 후 버티기의 수행을 55°의 경사면에서 수행하도록 했으나 이러한 경우 체력수준이 양호한 사람들에 있어 측정시간이 지나치게 길어져 긴장감과 집중력의 감소가 나타나게 하여 신뢰할 수 있는 근지구력의 측정이 불가능해질 수 있으리라 본다. McGill [10]이 제시한 측정각도에서의 버티기 시간보다 본 연구에서의 버티기 시간이 전반적으로 길게 나타난 것은 참여한 피험자의 체력 수준에 차이가 있었거나 혹은 인종적 차이에 의해 유도된 것이라 사료된다. 본 연구를 통해 체력 수준이 양호한 피험자들에게 등척성 버티기를 시도하는 경우 40°의 경사면이 최적이며 체력이나 개인의 신체적 불편함을 고려해 이 보다 더 낮은 각도(예. 30도; 신체적 성수준이 높은 경우) 혹은 더 높은 각도(예. 50도; 체력이 약하거나 수술 후 재활의 단계에 있는 경우)에서 테스트를 수행해야 함을 제시하는 바이다. 이와 함께 백선영과 장윤정[11]의 연구에서 실험에 참여한 피험자 중 비록 수적으로 많지는 않았지만 지체장애의 경우(2명)가 포함되어 있었는데 이들의 경우, 윗몸일으키기를 수행하는 것은 매우 불편했으나 등척성 수축 후 버티기를 수행하는 것은 가능했었다는 사실로 미루어 복부의 근지구력 평가를 위한 도구로 윗몸일으키기를 사용하기 보다는 등척성 수축 후 버티기의 방법을 사용하는 것이 더 타당함을 나타내주는 것이라 생각된다. 이러한 모든 결과들을 종합해 볼 때, 신체적 조건, 연령의 차이, 및 개인의 체력 상태 등을 고려해 안전하게 복근지구력을 평가할 수 있는 방법으로 등척성 수축 후 버티기 방법이 좀 더 광범위하게 적용될 수 있다는 결론을 도출할 수 있었다.

## 5. 결론 및 제언

위에 제시한 연구 결과를 토대로 아래와 같은 결론을 내릴 수 있었다.

- 첫째. 복근지구력 측정을 위한 도구로 윗몸일으키기를 사용하기 보다는 등척성 수축 후 버티기의 방법의 사용이 고려되어야 한다.
- 둘째. 남성의 경우 유산소적 능력과 근지구력 능력과의 상관성은 낮으나 여성의 경우 두 체력의 요인 간 상관성은 높다.
- 셋째. 유산소 능력과 근지구력의 상관성을 비교하는 방법으로 등척성 버티기의 방법이 이용될 수 있으며 이 경우 이용할 수 있는 최적의 경사면 각도는 40°이다.

넷째. 체력 상태가 양호한 젊은 대상자들을 대상으로 근지구력을 평가하는 경우, 성별에 상관없이 등척성 수축 후 버티기 방법을 사용할 수 있으며 이때 경사면의 각도는 40°가 최적이다.

본 연구를 통해 얻어진 결과는 임상 재활 현장에서 근지구력의 평가를 위해 활용될 수 있을 것이며 다양한 연령 및 체력 상태를 보이는 사람들에게 안전하고 유용한 근지구력 평가 방법을 제시하는데도 기여할 수 있을 것이다. 본 연구를 통해 근지구력의 측정 방법으로 안전성과 타당성이 검증된 등척성 수축 후 버티기 방법이 활용될 수 있음을 알 수 있었으나, 수술 후의 재활 현장, 일선 학교, 및 스포츠 현장 등에서는 경사면의 각도를 달리한 측정방법의 사용이 고려되어야 할 것으로 사료되며 체력 상태가 서로 다른 대상들에게 적용할 수 있도록 최적의 경사면의 각도를 찾아내기 위한 지속적인 연구 노력이 요구된다.

## Reference

- [1] K. H. Kim, "Measurement and evaluation of physical education", Hyungseul publishment, 1992.
- [2] K. H. Kim, K. B. Kim, M. D. Choi, J. Hur, D. S. Lee, J. H. Park, K. R. Cho, H. K. Kim, & D. S. Jung, "Measurement and evaluation for class and research", Hyungseul publishment, 1996.
- [3] McCloy C. H, "A factor analysis of tests of endurance", *Res. Quart*, 27, no 2:213-216, 1956.
- [4] S. H. Yoo, "Measurement and evaluation of physical education", San and Deul, 2000.
- [5] Flint M. M, "Abdominal muscle involvement during the performance of various forms of sit-up exercise. An electromyographic study", *Am. J. Phys. Med*, 44:224-234, 1965.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00002060-196510000-00003>
- [6] Godfrey K. E, Kindig L. E, & Windell E. J, "Electromyographic study of duration of muscle activity in sit-up variations", *Arch. Phys. Med.Rehabil*, 58:132-135, 1977.
- [7] Halpern A. A, & Bleck E. E, "Sit-up exercises:an electromyographic study", *Clin. Orthop*, 145:172-178, 1979.
- [8] Ricci B, Marchetti M, & Figura F, "Biomechanics of sit-up exercises", *Med. Sci. Sports Exerc*, 13:54-59, 1981.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-198101000-00018>
- [9] Cordo P. J, Gurfinkel V. S, Smith T. C, Hodges P. W,

- Verschueren S. M. P, & Brumagne S, "The sit-up: complex kinematics and muscle activity in voluntary axial movement", *J. Electromy. & Kinesiology*, 13:239-252, 2003.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1050-6411\(03\)00023-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1050-6411(03)00023-3)
- [10] McGill S. M, "Low back disorders:evidence-based prevention and rehabilitation", Champaign (IL): Human Kinetics, 2007.
- [11] S. Y. Baek, & Y. J. Jang, Comparative method of abdominal muscular endurance test: comparison was made between repetition of sit-ups and isometrical tolerance time with contracted conditions. Thesis of Bachelor Degree, Daegu University, 2008.
- [12] Akuthota V, & Nadler S. F, "Core strengthening", *Arch Phys Med Rehabil*, 85, no 1:S86-S92, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- [13] Juker D, McGill S, Kropf P, & Steffen T, "Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks", *Med. Sci. Sports Exerc*, 30:301-310, 1998.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199802000-00020>
- [14] Juker D, McGill S, & Kropf P, "Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during cycling", *J. Appl. Biomech*, 14, no 4:428-438, 1998.
- [15] Axler C. T, & McGill S. M, "Choosing the best abdominal exercises based on knowledge of tissue loads", *Med. Sci. Sports Exerc*, 29:804-811, 1997.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199706000-00011>
- [16] McGill S. M, Childs A, & Liebenson C, "Endurance times for stabilization exercises:Clinical targets for testing and training from a normal database", *Arch. Phys. Med. Rehabil*, 80:941-944, 1999.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90087-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90087-4)
- [17] Sharkey B. J, "Physiology of fitness. Champaign", IL: Human Kinetics, 1984.
- [18] Brouha L, "The step test: A simple method of measuring physical fitness for muscular work in young men", *Res. Quart.*, 14:30-35, 1943.
- [19] Ryhming I, "A modified Harvard step test for the evaluation of physical fitness" *Arbeitsphysiologie*, 15:235-250, 1953.
- [20] Åstrand P. O, & Ryhming I, "A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work", *J. Appl. Physiol*, 7:218-221, 1954.
- [21] Adams G. M, & Beam W. C, "Exercise Physiology Laboratory Manual(5th Edition)", McGraw-Hill, 2008.

---

### 박 순 태(Soon-Tae Park)

[정회원]



- 2008년 2월 : 대구대학교 교육대학원 체육교육전공(교육학 석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 대학원 박사학위과정 재학

<관심분야>

스포츠재활, 트레이닝 방법, 코칭 역량

---

### 허 성 훈(Sung-Hoon Hur)

[정회원]



- 2011년 2월 : 대구대학교 대학원 체육학과(체육학 석사)
- 2012년 9월 ~ 현재 : 대구대학교 대학원 박사학위 과정 재학

<관심분야>

스포츠의학, 운동생리학

---

### 이 장 규(Jang-Kyu Lee)

[정회원]



- 2003년 2월 : 한국체육대학교 대학원 운동생리학전공(이학 박사)
- 2006년 9월 ~ 현재 : 단국대학교 운동처방재활학과 강사

<관심분야>

의·생명공학, 스포츠의학, 운동생리학

이 종 삼(Jong-Sam Lee)

[정회원]



- 2002년 5월 : 호주 RMIT대학교  
운동생리학전공(이학박사)
- 2005년 9월 ~ 현재 : 대구대학교  
체육학과 부교수

<관심분야>

의생명공학, 스포츠의학, 운동생리학