

물건 들기 시 복부 안정화 방법에 따른 몸통 근육 활성화도 비교

김하림 · 손호희[†]

좋은삼선병원, ¹부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Comparison of Abdominal Muscle Activation During Lifting with Stabilization Method

Ha-Rim Kim · Ho-Hee Son[†]

Department of Sports Exercise Therapy Center, Good Samsun Hospital

¹Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Received: August 24, 2021 / Revised: August 25, 2021 / Accepted: September 21, 2021

© 2021 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the muscle activity of the abdominal muscle when lifting with abdominal hollowing with visual feedback and lifting with a pelvic compression belt. This study suggests how to lift an object safely in the workplace for people who bend their backs repeatedly.

METHODS: The study was conducted on healthy men in their 20s and 30s. When lifting a 7kg object, lifting with abdominal hollowing with visual feedback, and lifting an object with a pelvic compression belt were performed three times in random order. The muscle activities were measured rectus abdominis (RA), external oblique (EO), internal oblique/transverse abdominis (IO/TrA) muscles, and abdominal hollowing exercises, and box lifting exercises were carried out in advance before the experiment. One-way

ANOVA was used to compare muscle activities, and a Tukey HSD was used for post-analysis. The level of significance was set to .05.

RESULTS: According to the study, there was no significant difference in muscle activity of the RA muscle depending on the lifting method ($p > .05$). There were significant differences between the EO and IO/TrA muscle ($p < .05$). The IO/TrA muscle activity showed the largest increase in lifting an abdominal hollowing with visual feedback ($p < .05$). The EO muscle activity increased in pelvic compression belt lifting ($p < .05$). The muscle activity was increased in RA, but there was no significant difference ($p < .05$).

CONCLUSION: Abdominal hollowing lifting with visual feedback increases the muscle activity of the IO/TrA muscle, which is higher than normal, and affects the core stability of the body.

Key Words: Abdominal hollowing with visual feedback, Lifting, Muscle activity, Pelvic compression belt

[†]Corresponding Author : Ho-hee Son

sonhh@cup.ac.kr, <http://orcid.org/0000-0003-0905-6484>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

현대사회의 많은 산업 물자들은 여전히 사람의 손으로 처리된다. 물건 들기는 작업수행뿐만 아니라 일상생활 활동 전반에 걸쳐 물건 등을 나를 때 필요한 아주 흔한 활동이다[1]. 일반적으로 물건을 들어 올릴 때 허리 굽혀 들기 방법은 “잘못된” 자세이며 쪼그려앉은 자세에서 들기 방법이 “올바른” 자세로 널리 알려져 있다[2]. 허리를 굽힌 상태에서 물건을 드는 방법은 부상의 위험이 크다. 하지만 허리 굽혀 물건을 들기가 쪼그려 앉기보다 편하기 때문에 많은 노동자들이 무거운 물건을 들 때 쪼그려 앉은 자세보다 허리를 굽혀 물건을 들어 올리는 자세를 고수하고 있다[3]. 지금까지 많은 연구에서 쪼그려 앉아 들기는 허리 굽혀 들기보다 허리뼈에 가해지는 전단력과 허리뼈 주변의 관절과 인대에 가해지는 스트레스가 적다고 알려져 있다[2,4]. 따라서 허리를 굽히는 자세를 피하고 쪼그려 앉은 자세에서 허리를 편 채로 물건을 들기를 권한다.

허리를 편 자세에서도 부상을 피하고 안전한 물건 들기를 위해서는 먼저 몸통 안정화가 필요하다. 몸통 안정화 방법에는 내적 안정화 방법(internal stabilization method) 과 외적 안정화 방법(external stabilization method) 이 있다[5]. 내적 안정화 방법에는 복부 할로잉 운동(abdominal hollowing exercise, AHE) 이 대표적이며, 척추 안정성의 최적화와 안정성 저하와 관련된 허리 통증을 감소시키기 위해 사용되며, 복부 할로잉 운동(AHE)은 최근 배가로근을 효과적으로 강화하는 데 사용되고 있다[7]. 외적 안정화 방법에는 많은 연구에서 영치엉덩관절의 안정성을 최적화할 수 있다고 밝혀진 골반압박벨트가 있다[6,7,8,9]. 골반압박벨트는 안정성이 떨어져 있는 영치엉덩관절에 외적인 압박을 가하여 추가적인 복부 내압을 통해 안정성을 증가시키고 [6,10], 기능적인 활동 시 약화된 근육을 대신해서 외적인 안정성을 제공한다[11,12]. 또한 골반압박벨트는 엉덩이 근육에 압박을 가함으로써 고유수용성 자극 효과를 나타낸다[13]. 그러나 골반압박벨트 착용으로 인해 엉덩이허리인대와 긴꼬리엉덩이인대의 긴장도가 증가되어 궁둥뼈의 가동성을 제한하는 것으로 보고되었

으며, 골반의 외적 안정성을 증가시켜 상대적으로 내적 안정성을 가지는 배가로근/배속빗근, 배바깥빗근 및 뭇갈래근의 근활성도가 감소된 것으로 보고되었다 [13,14]. 척추세움근, 뭇갈래근, 배바깥빗근, 배가로근/배속빗근 같은 근육을 정확히 활성화시켜야 효율적인 몸통 안정화를 얻을 수 있다[14].

복부 할로잉 운동 방법은 척추, 갈비뼈 그리고 골반의 움직임이 없이 배꼽을 안쪽 위로 천천히 당겨 유지하는 것이다. 임상에서는 대부분 구두 지시와 촉각 피드백을 이용한 복부 할로잉 운동을 실시하고 있다. 그러나 구두와 촉각을 이용한 복부 할로잉 운동은 심부 근육인 배가로근을 선택적으로 수축하기가 힘들기 때문에 복부 할로잉 운동을 올바르게 수행하기 위해서는 시각적 피드백을 사용하여 배가로근의 수축을 보조해야 한다[15].

물건 들기와 같은 기능적 동작 시 부상을 예방하기 위해 몸통 안정화를 적용한 연구를 살펴보면, 복부 브레이싱을 적용한 연구[1,16]는 있지만 물건을 들어 올릴 때 시각적 피드백과 함께 복부 할로잉을 적용한 연구는 없었다. 또한 골반압박벨트와 관련된 연구들은 영치 엉덩관절 안정성에 관한 연구[10,17,18], 보행 및 균형과 관련된 연구[7,9] 등이 대부분이었고, 물건 들기 시 근력 또는 복부 압력과 관련된 연구[19,20,21]는 일부 존재하였으나 골반압박벨트를 착용 후 물건을 들어 올리는 동안의 복부근육의 근활성도에 미치는 영향을 알아본 연구는 없었다. 따라서 물건 들기 시 효율적인 몸통 안정화 방법을 제시하는 연구가 필요하다.

본 연구의 목적은 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉을 하면서 물건을 들어올리는 방법과 골반압박벨트를 착용하여 물건 들기 시 복부근육의 근활성도를 알아보고자 하였다. 이를 통해 향후 작업장 또는 일상생활에서 물건을 반복적으로 허리 굽혀 들어 올리는 대상자들을 위한 안전하게 들어 올리는 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 연구의 취지를 이해하고 자발적으로 참여

에 동의한 20-30대 건강한 남성 20명을 대상으로 실시하였다. 연구대상자 수는 물건들어올리기와 관련한 선행논문을 참고하여 20명으로 선정하였다[12,16].

연구 진행 중 불편이나 통증이 발생할 경우 자발적 의사에 의해 중단할 수 있음을 공지하였다. 연구 대상자의 제외 기준은 최근 6개월 이내 허리 수술의 병력이 있는 자, 척추 질환을 진단받은 자, 척추 골절 또는 감염을 진단받은 자, 심각한 운동 및 감각 이상을 동반한 추간판탈출증으로 진단받은 자, 물건을 들어 올릴 때 허리에 과로가 일어나는 자로 하였다.

2. 연구 설계

본 연구는 일반 물건 들기, 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기, 골반압박벨트를 착용한 상태로 물건 들기를 무작위 순서로 각각 3회 실시하여 복부근육의 근활성도를 알아보고자 하였다. 실험 참가에 자발적으로 동의한 20명의 대상자에게 일반적인 물건 들기, 시각적 피드백을 활용한 복부 할로잉을 적용한 물건 들기, 골반압박벨트를 착용한 물건 들기 방법을 무작위 순서로 각각 3회씩 실시하여 자료를 수집하였다. 측정 은 1명의 검사자와 1명의 보조자가 2020년 9월 21일부터 10월 5일까지 2주간 진행하였으며 부산에 위치한 S병원에서 실시하였다. 본 연구는 부산가톨릭대학교 생명윤리심의위원회의 승인(CUPIRB-2020-021)을 받았다.

3. 중재 방법

1) 시각적 피드백을 활용한 복부 할로잉 훈련

물건들기 동작 전, 모든 대상자들에게 30분간 시각적 피드백을 활용한 복부할로잉 방법을 훈련하였다. 할로잉 동작 시 대상자가 직접 눈으로 피드백 영상을 모니터링 하면서 배가로근을 수축하기 위해 4채널 표면 근전도(QEMG-4, Laxtha, Korea)를 사용하여 배가로근을 정확하게 수축할 수 있도록 확인하며 압력 생체 되먹임 기구(Stabilizer, Chattanooga Group Inc., Hixson, USA)와 함께 적용하였다. 연구자는 정확한 배가로근의 움직임이 일어날 수 있도록 모니터를 보며 설명한

후 대상자가 선택적으로 수축할 수 있게 교육하며 훈련하였다[22].

2) 일반적인 물건 들기 방법

바닥에 있는 물건 들어올리기에 관한 선행연구[3]를 참고하여 대상자의 허리를 펴시킨 상태에서 바닥에 놓여있는 7 kg의 상자를 “시작”이라는 구두지시와 함께 5초 동안 물건을 들어올렸다. 들어 올린 물건은 연구자가 원위치 시켰으며, 연구 대상자의 근 피로를 최소화하기 위해 각 조건별 수행 후 5분간의 휴식시간을 주었다.

3) 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉과 함께 물건 들기

시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉을 실시하며 물건을 들기 위해 근전도(QEMG-4, Laxtha, Korea)를 사용하여 배가로근을 정확하게 수축할 수 있도록 대상자가 직접 눈으로 피드백 영상을 모니터링 하면서 배가로근의 수축을 확인하며 실시하였다. 정확한 배가로근의 움직임이 일어날 수 있도록 영상을 설명한 후 대상자가 선택적으로 수축할 수 있게 교육 후 실시하였다.

4) 골반압박벨트를 착용한 물건 들기

골반압박벨트(Analex ZM1, AnalexP, Korea)를 착용한 물건 들기를 실시하였다. 골반압박벨트의 위치는 위앞엉덩뼈가시 바로 아래를 감싸도록 부착하였으며, 압박의 강도는 대상자에게 압박을 적용한 후 제자리 걷기를 실시하였을 때 대상자 스스로 발걸음이 가볍다고 느낄 수 있는 정도의 압박을 선택하여 적용하였다[6].

대상자는 골반압박벨트를 착용 후 허리를 펴시킨 상태에서 7 kg상자를 들어올렸다.

4. 측정 방법

1) 근활성도

복부 근활성도는 근전도(QEMG-4, Laxtha, Korea)를 사용하여 배곧은근, 배바깥빗근, 배가로근/배속빗근의 근활성도와 비율을 측정하였다. 수집된 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000 Hz로 설정하였고,

Table 1. General Characteristics of the Subjects

(N = 20)

Variables	Mean \pm SD	Range
Age (years)	27.25 \pm 1.74	25-31
Height (cm)	174.41 \pm 3.80	168-181
weight (kg)	75.49 \pm 5.70	68-91
Body mass index (kg/m ²)	24.85 \pm 1.56	22.64-28.61

20~450 Hz 대역통과필터(band pass filter)와 60 Hz노이즈 제거를 위해 노치 필터(notch filter)를 이용하였으며, 모든 신호는 실효평균값(root mean square; RMS) 처리하였다. 대상자의 피부 저항을 줄이기 위해 전극 부착 부위를 알코올 솜으로 닦아낸 후 전극 간 1.5 cm의 거리를 두고 피부에 부착하였다. 근전도 전극의 위치는 배곧은근은 배꼽에서 외측으로 2~3 cm에 근섬유와 평행하도록 부착하였고, 배바깥빗근은 8번 갈비뼈에서 외·하방에 근섬유와 평행하도록, 배가로근/배속빗근은 위 앞엉덩뼈가시 내·하방으로 2 cm에 근섬유와 평행하도록 부착하였다[23]. 각 근육의 활동 전위를 표준화하기 위하여 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 사용하였다. 근육별 측정 자세는 도수근력검사 자세를 기준으로 배곧은근, 배바깥빗근, 배가로근/배속빗근을 바로누운 자세에서 무릎을 구부리고 개별적으로 측정하였다.[24] 최대수의적 등척성 수축을 하는 동안 측정된 신호의 처음과 마지막 1초씩을 제외한 3초 동안의 평균값을 사용하였으며 무작위 순서로 각각 3번 측정하여 평균값을 사용하였다.

5. 분석 방법

본 연구의 모든 작업과 통계는 통계프로그램 SPSS for Windows ver 21.0를 이용하였고, 대상자의 일반적 특성을 기술통계로 평균과 표준편차를 산출하였다. 물건 들기 시 일반적인 물건 들기, 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기, 골반압박벨트를 착용한 물건 들기 3가지 조건의 복부근육 근활성도를 비교하기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였다. 사후분석으로는 Tukey HSD의 방법을 이용하였다. 모든 자료의 통계학적 유의 수준(α)은 .05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 정상 성인 남성 20명으로 평균 나이는 27.25 \pm 1.74세, 키는 174.41 \pm 3.85 cm, 체중은 75.49 \pm 5.75 kg이며, 평균 체질량 지수는 24.85 \pm 1.56 kg/m²이었다(Table 1).

2. 복부근육별 물건 들기 방법에 따른 근활성도 비교

복부근육별 물건 들기 방법에 따른 활성도를 비교한 결과 배곧은근에서는 유의한 차이가 없었으며 ($p > .05$), 배바깥빗근, 배가로근/배속빗근에서 유의하게 차이가 있었다 ($p < .05$). 사후분석 결과 배바깥빗근에서는 골반 압박벨트를 착용한 물건 들기가 일반 물건 들기와 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기보다 유의하게 근활성도가 증가하였으며 ($p < .05$), 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기가 일반 물건 들기보다 유의하게 근활성도가 증가하였다 ($p < .05$). 배가로근/배속빗근에서는 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기가 일반 물건 들기와 골반압박벨트를 착용한 물건 들기보다 유의하게 근활성도가 증가하였으며 ($p < .05$), 골반압박벨트를 착용한 물건 들기가 일반 물건 들기보다 유의하게 근활성도가 증가하였다($p < .05$) (Table 2).

IV. 고 찰

이 연구의 목적은 들기 방법에 따라 몸통 근육의 효율적인 활성화를 위해 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기와 골반압박벨트를 착용한 물건 들기

Table 2. Comparison of the Trunk Muscle Activity According to Lifting (unit: %MVIC)

	L	LAHV	LPCB	F	p
RA	15.97 ± 3.56	17.80 ± 5.31	18.53 ± 5.26	1.51	.231
EO	19.09 ± 5.32 ^a	24.51 ± 6.16 ^b	30.55 ± 5.94 ^c	19.45	.000 [*]
TrA/IO	13.55 ± 4.39 ^a	27.33 ± 6.05 ^c	18.93 ± 4.80 ^b	36.63	.000 [*]

Mean ± SD

L: lifting

LAHV: Lifting Abdominal Hollowing with Visual feedback

LPCB: Lifting with Pelvic Compression Belt

RA: rectus abdominis

EO: external oblique

TrA/IO: transverse abdominis/internal oblique

Different superscript letters (a < b < c) indicate statistically significant (p < .05)

가 복부근육의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보는 것이다. 연구 결과 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기 시 배바깥빗근, 배가로근/배속빗근에서 유의하게 차이가 있었다 (p < .05). 그 중에서도 배가로근/배속빗근에서 가장 높은 근활성도를 보였다.

이는 이전 연구의 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 방법이 표면의 복부근육이 적게 수축하는 동안 심부 복부근육의 수축을 유도하며 정확하게 운동의 수행이 이루어지면 배곧은근, 배바깥빗근보다 배가로근/배속빗근의 선택적인 근 수축을 유도한다[25]는 선행논문의 결과와 일치한다. 이전 연구에서 피드백을 이용한 복부 할로잉 운동은 표면에 위치한 복근들의 활동을 줄이면서 심부 복근의 선택적 수축을 활성화시키는데 도움을 준다[15,25]라고 하였다. 본 연구에서도 시각적 피드백 복부 할로잉 방법을 이용하였을 때 표면 복부근육의 활성화도 보다 심부 복부근육의 활성화도가 높았으므로 보여진다. 또한 복부 할로잉 기법을 사용하였을 때 일반적인 몸통 안정화 기법을 사용하였을 때 보다 배가로근의 단면적을 증가시키는데 효율적이라는 이전 연구의 결과와도 일치한다[26].

최근 요통의 보존적 관리로 배바깥빗근, 배속빗근의 최소한의 수축과 함께 배가로근의 신경근 조절의 회복을 제시하고 있으며 이는 재활의 초기 단계에 효과적인 치료로 필수적이다[27]. 본 연구결과 시각적 피드백을

적용한 복부 할로잉 물건 들기 시 배곧은근과 배바깥빗근의 근활성도가 일부 증가하였지만 배가로근/배속빗근의 근활성도가 가장 높게 증가한 것을 볼 때 정상인뿐만 아니라 허리 통증이 있는 사람에게도 물건 들기 시 복부의 표면 근육인 배곧은근과 배바깥빗근의 최소한의 근수축과 함께 복부 심부근육인 배가로근/배속빗근의 수축이 동시에 이루어질 때 안전하게 물건을 들어올리는 방법이라 사료된다. 선행연구[16,20]에서는 대상자의 체중에 비례한 무게의 물건 들어올리기를 실시하거나 일정 무게를 사용하였으나 본 연구에서는 대상자의 부상의 위험을 최소화하고 재활 초기단계에 활용할 때의 근 활성화도의 변화를 살펴보고자 대상자 무게의 약 10%의 무게인 7 kg의 상자를 사용하였다.

골반압박벨트는 안정성이 요구되는 기능적 활동 시 약화된 근육을 대신하여 적용할 수 있다[11,28]. 영치영덩관절의 압박은 수동적 방식으로 안정성을 증가시켜 관절의 경직도를 증가시키고 국소부위의 역학적 효과뿐만 아니라 운동계에도 영향을 미치는 것으로 여겨진다[12]. 실제로 압박은 운동계에 역제현상을 유발시키고 근육계의 보조적 역할을 수행하여 골반의 안정성에 기여한다[29]. 이전 연구에서, 걷기 등의 기능적인 움직임 동안 골반압박벨트를 착용할 경우 골반의 외적 안정성을 증가시켜 상대적으로 내적 안정성을 가지는 배속빗근·배바깥빗근 및 뒷갈래근의 근활성도가 감소되었다[11,12]. 또한 골반압박벨트를 착용하고 하지 동작

을 하게 되면 허리내모근의 근활성도가 감소하고 중간 볼기근과 뭇갈래근의 활성도는 증가하여 배가로근과 같은 심부 중심 근육의 활성도는 감소한다[30]고 하였다. 본 연구의 결과에서도 골반압박벨트를 착용한 물건 들기에서도 배바깥근의 근활성도는 올라가고 배가로근/배속빗근의 근활성도는 내려갔으므로 이전 연구와 일치한 결과를 보인다.

할로잉과 복부근육 활성도에 관한 선행연구를 살펴보면 몸움크리기운동(curl-up exercise)을 시행하는 동안의 복부 할로잉기법 적용 유무에 따른 몸통안정화 근육의 활성도를 연구한 결과 복부 할로잉기법을 적용하였을 때 배곧은근의 근활성도는 유의하게 감소하였고, 배가로근과 배속빗근의 근활성도가 유의하게 증가하였다[30]. 이는 복부 할로잉 운동 시 표면근육에서 보다 심부근육에서 더 큰 활성화를 보인다는 것을 의미한다. 본 연구에서도 일반 물건 들기와 골반압박벨트를 착용한 물건 들기보다 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기에서 배가로근/배속빗근의 참여 비율이 가장 높게 나타났다($p < .05$). 이러한 결과를 통해 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기 적용은 표면의 대근육이 적게 수축하는 동안 배가로근과 같은 심부 국소 근육의 수축을 유도하여 참여 비율을 높이고, 기능적으로 자극할 수 있다는 것을 알 수 있다[27].

허리를 굽힌 상태에서 물건을 들어 올리는 것은 허리 부상과 통증의 원인이 된다[30]. 또한 몸통을 앞으로 굽히거나 물건을 들었을 때 허리의 디스크는 더 높은 압력을 받게 되며[31], 반복적으로 허리를 굽히는 동작과 물건 무게의 압박은 허리뼈를 손상시킬 수 있다[32]. 따라서 작업 현장에서 반복적으로 물건을 들어 올릴 때에는 허리를 굽히는 자세를 피해야 하며, 허리 중립 자세 또는 허리 전만자세를 유지하고 물건을 들어올릴 때 허리통증을 감소시킬 수 있다. 또한 할로잉 운동을 통해 심부근육의 작용을 촉진시킨다면 더욱 부상의 위험을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

안전하게 물건 들기 동작으로 “곧은 허리” 자세가 널리 알려져 있다[33]. 물건을 들어 올릴 때 허리를 굽히면 엉치뼈가 수평과 가까워지게 되고, 상체의 무게와 물건의 하중에 의한 무게는 척추에 수직 전단력을 발생

시키는데, 이 때 배가로근과 배곧은근의 잠금 힘 작용으로 발생하는 내적 복부 압력 또는 골반압박벨트에 의해 발생하는 외적 복부 압력이 수직 전단력에 대항하여 균형을 유지할 수 있다고 하였다[34]. 또한 몸통의 근육에서 배가로근 배속빗근, 뭇갈래근, 골반바닥근과 같은 근육들이 배속압력을 발생시켜 척추의 안정성에 영향을 미친다[35]. 배가로근, 배속빗근, 가로막, 골반바닥근의 동시수축은 배속압력을 증가시켜 몸통을 안정시키고, 허리 스트레스를 감소시키며, 무거운 물체를 들어 올리는 동안 허리에서 30~50% 정도의 부하 감소 효과를 가져온다고 하였다[36]. 물건 들기 시 허리를 중립자세로 해야 안전하다. 허리 중립을 위해서는 복부 심부근육인 배가로근과 배속빗근 같은 근육들의 활성화가 중요하다. 본 연구결과 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기 시 배가로근/배속빗근의 근활성도가 가장 높게 나타났다.

본 연구의 제한점으로는 표본집단의 크기가 작고, 건강한 남자 성인을 대상으로 실험을 진행하였기 때문에 요통 및 엉치엉덩관절 통증을 가진 집단에게 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 및 골반압박벨트 착용하였을 때의 변화에 대해서는 알 수 없다. 또한 연구대상자의 허리 손상 위험을 최소화하기 위해 10 kg 이하의 낮은 무게를 동일하게 적용하였으므로 20 kg, 30 kg의 무거운 무게에서도 같은 결과가 나타날지는 알 수 없으며, 개인별 수용할 수 있는 무게가 체중에 따라 다를 수 있으므로 향후 연구에서는 대상자의 체중에 비례하는 무게를 선정하고 다양한 복부 할로잉 강도를 적용하거나 요통 및 엉치엉덩관절 통증이 있는 연구대상자에게 추가적인 연구가 선행된 후에 일상생활 및 산업 현장에 적용하면 더 유의할 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 물건을 안전하게 들어 올리는 방법으로 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기가 골반압박벨트를 착용한 물건 들기보다 심부근육을 더욱 효율적으로 활성화시킬 수 있다는 것을 알게 되었다. 이를 통해 반복적으로 허리를 굽혀 물건을 들어 올리는 대상자들에게 안전하게 물건 들기 프로그램을 만드는데 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기와 골반압박벨트를 착용한 물건 들기 시 복부근육의 근활성도를 알아보고자 하였다. 연구결과 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기 시 복부의 심부 근육인 배가로근/배속빗근의 근활성도가 증가되는 것을 알 수 있었고, 골반압박벨트를 착용한 물건 들기 시 복부의 표층 근육인 배바깥빗근의 근활성도가 증가되는 것을 알 수 있었다. 특히 시각적 피드백을 적용한 복부 할로잉 물건 들기 시 복부의 심부근육인 배가로근/배속빗근의 근활성도가 가장 높게 나타났기에 몸통의 내적 안정화에 영향을 줄 것이라 생각되며 이를 통해 향후 작업환경 또는 일상생활에서 물건을 반복적으로 들어 올리는 대상자들을 위한 안전하게 물건 들기 방법의 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

References

- [1] Haddas R, Yang J, Lieberman I. Effects of volitional spine stabilization on lifting task in recurrent low back pain population. *Eur Spine J.* 2016;25(9):2833-41.
- [2] Wang Z, Wu L, Sun J, et al. Squat, stoop, or semi-squat: a comparative experiment on lifting technique. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci.* 2012;32(4):630-636.
- [3] Straker L. Evidence to support using squat, semi-squat and stoop techniques to lift low-lying objects. *Int J Ind Ergon.* 2003;31(3):149-60.
- [4] Dolan P, Mannion AF, Adams MA. Passive tissues help the back muscles to generate extensor moments during lifting. *J Biomech.* 1994;27(8):1077-85.
- [5] Kisner C, Corby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques* (5th ed). Philadelphia, PA, F.A. Davis Co. 2010.
- [6] Arumugam, A., Milosavljevic S, Woodley S, et al. Effects of external pelvic compression on form closure, force closure, and neuromotor control of the lumbopelvic spine - A systematic review. *Man Ther.* 2012;17(4):275-84.
- [7] Jung HS, Jeon HS, Oh DW, et al. Effect of the pelvic compression belt on the hip extensor activation patterns of sacroiliac joint pain patients during one-leg standing: a pilot study. *Man Ther.* 2013;18(2):143-8.
- [8] Stuge B, Hilde G, Vøllestad N. Physical therapy for pregnancy-related low back and pelvic pain: a systematic review. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2003;82(11):983-90.
- [9] JE Lee, CH Yi, OY Kwon, et al. Dynamic Balance and Muscle Activity of the Trunk and Hip Extensor Following the Wearing of Pelvic Compression. *Phys Ther Korea.* 2015;22(1):49-57.
- [10] Vleeming A, Buyruk HM, Stoockart R, et al. An integrated therapy for peripartum pelvic instability: a study of the biomechanical effects of pelvic belts. *Am J Obstet Gynecol.* 1992;166(4):1243-7.
- [11] Pel JJ, Spoor CW, Goossens RH, et al. Biomechanical model study of pelvic belt influence on muscle and ligament forces. *J Biomech.* 2008;41(9):1878-84.
- [12] HJ Jang, SY Kim, HJ Park, et al. Effects of the Pelvic Compression Belt on Trunk Muscles Activities During Sit-to-Stand, and Stand-to-Sit Tasks. *Phys Ther Korea.* 2013;20(1):1-9.
- [13] de Groot M, Pool-Goudzwaard AL, Spoor CW, et al. The active straight leg raising test (ASLR) in pregnant women: differences in muscle activity and force between patients and healthy subjects. *Man Ther.* 2008;13(1):68-74.
- [14] Pool-Goudzwaard AL, Vleeming A, Stoockart R, et al. Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to 'a-specific' low back pain. *Man Ther.* 1998;3(1):12-20.
- [15] Henry SM, Westervelt KC. The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(6):338-45.
- [16] Coenen P, Campbell A, Kemp-Smith K, et al. Abdominal bracing during lifting alters trunk muscle activity and body kinematics. *Appl Ergon.* 2017;63:91-8.

- [17] Damen L, Spoor CW, Snijders CJ, et al. Does a pelvic belt influence sacroiliac joint laxity?. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2002;17(7):495-8.
- [18] Mens JM, Damen L, Snijders CJ, et al. The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(2):122-7.
- [19] Cogill L, Fitz-Ritson D. The effect of trochanteric support on low back strength: a pilot study. *J Can Chiropr Assoc*. 1996;40(2):104-7.
- [20] Goncalves M, Pereira MP. Effect of a pelvic belt on EMG activity during manual load lifting. *Revista Brasileira de Cineantropometria E Desempenho Humano* 2009;11(2):1519.
- [21] Udo H, Yoshinaga F. Effect of a pelvic belt on abdominal pressure by various weights and bending angles. *Ind Health*. 1997;35(2):229-34.
- [22] Son HH, Kim HR. Comparison of abdominal muscle thickness during abdominal hollowing exercise according to visual feedback method. *J Korean Soc Phys Med*. 2021;16(3):107-13.
- [23] Suehiro T, Mizutani M, Watanabe S, et al. Comparison of spine motion and trunk muscle activity between abdominal hollowing and abdominal bracing maneuvers during prone hip extension. *J Bodyw Mov Ther*. 2014;18(3):482-8.
- [24] Kendall F, McCreary E, Provance P, et al. *Muscles: Testing and function, with posture and pain*, 5th ed. Baltimore. Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
- [25] Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(6):346-55.
- [26] Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(22):2640-50.
- [27] Sapsford RR, Hodges PW. Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(8):1081-88.
- [28] Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(4):399-405.
- [29] Beales DJ, O'Sullivan PB, Briffa NK. The effects of manual pelvic compression on trunk motor control during an active straight leg raise in chronic pelvic girdle pain subjects. *Man Ther*. 2010;15(2):190-9.
- [30] Darlow B, Pery M, Stanley J, et al. Cross-sectional survey of attitudes and beliefs about back pain in New Zealand. *BMJ Open*. 2014;4(5):e004725. Published 2014 May 23.
- [31] Wilke HJ, Neef P, Caimi M, et al. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(8):755-62.
- [32] Gallagher S, Marras WS. Tolerance of the lumbar spine to shear: a review and recommended exposure limits. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012;27(10):973-8.
- [33] Hogan DA, Greiner BA, O'Sullivan L. The effect of manual handling training on achieving training transfer, employee's behaviour change and subsequent reduction of work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *Ergonomics*. 2014;57(1):93-107.
- [34] Snijders CJ, Vleeming A, Stoockart R. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs Part 2: Loading of the sacroiliac joints when lifting in a stooped posture. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1993;8(6):295-301.
- [35] Hodges PW, Sapsford R, Pengel LH. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *NeuroUrol Urodyn*. 2007;26(3):362-71.
- [36] Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J Appl Physiol (1985)*. 2000;89(3):967-76.