

허리둘레 변화 감지기를 이용한 복부수축이 보건의료 종사자의 몸통 근지구력과 자세조절에 미치는 효과

유근수 · 김창범¹ · 조인호^{2†}

중앙보훈병원 재활센터,

¹대한고유수용성신경근촉진법학회 서울 · 경기남부회, ²한국체육대학교 운동건강관리학과

The Effect of Abdominal Muscle Contraction Using Waist Circumference Change Sensors on Trunk Muscle Endurance and Postural Control in Healthcare Workers

Geun-Soo Yu, P.T., M.S. · Chang-Beom Kim, P.T., Ph.D¹ · In-Ho Cho, Ph.D^{2†}

Department of Rehabilitation Center, VHS Medical Center

¹*Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association in South Seoul · Gyeonggi*

²*Department of Health and Exercise Science, Korea National Sport University*

Received: September 24, 2019 / Revised: November 8, 2019 / Accepted: November 9, 2019

© 2019 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

| Abstract |

Purpose: This study identified the effect of abdominal muscle contraction using changes in waist circumference for healthcare workers with back pain due to inadequate posture during working hours.

Methods: In this study, we provided educational training focused on posture alignment and utilized waist circumference change sensors to induce the contraction of abdominal muscles as a method to address low back pain in healthcare workers. All 32 participants received the same training and then were assigned to two groups: wearing the keeping core band (CB) and not wearing the keeping core band (NCB). For the CB group, the waist circumference change sensor was applied for 6 weeks during working hours. Wilcoxon's signed-ranks test and paired t-tests were used to compare the differences between the groups. All statistical significance levels were set to $\alpha=0.05$.

Results: Trunk muscle endurance increased significantly in the CB group. There was no significant difference in stability index to evaluate static postural control, but active hip abduction tests, which evaluate dynamic postural control, showed significant decrease in the CB group.

Conclusion: These results suggest that the induction of abdominal contraction using the waist circumference change sensor may improve the trunk muscle endurance and the postural control ability of the hip and pelvis of healthcare workers.

†Corresponding Author : In-Ho Cho (judo69@knsu.ac.kr)

Key Words: Health care workers, Back pain, Biofeedback, Waist circumference change sensor

I. 서론

보건의료직군은 환자들을 직접 응대하는 직업으로서 높은 근골격계 질환 유병률을 보인다(Hanson et al., 2007). 주 증상 호소 부위는 허리이며 보건의료직군에 속하는 간호사의 요통 유병률은 평균 65%이고(Davis et al., 2015), 물리치료사의 요통 유병률은 26~73.1%로 보고되었다(Milhem et al., 2016). 이를 중재하는 방법으로 많은 연구자들이 반복적인 들기 또는 환자 이동 중 발생하는 기계적 손상에 초점을 맞추어 왔으나 최근 들어 업무 중 취하는 자세에 대한 관심이 높아지고 있다(Dawson et al., 2007; Yassi & Lockhart, 2013). 간호사의 경우 전체 근무시간의 21.6~29.1%를 반복적으로 몸통을 20도 이상 앞으로 구부리거나(forward bending) 앞으로 기울어진 자세를 유지한 채 근무한다(Freitag et al., 2012). 물리치료사 또한 업무 과정에서 불편하거나 정적인 자세를 유지해야하고 반복적인 몸통의 앞쪽 구부림 또는 몸통 회전(twisting) 등이 요구된다(Milhem et al., 2016).

이러한 자세는 근 피로 증가, 대사작용의 변화, 통증에 대한 민감도 증가, 움직임 패턴의 변화를 일으킴으로써 근골격계 손상에 잠재적인 요인이 될 수 있다(Ma et al., 2009). O'Sullivan 등(2006)은 반복적인 전방 구부림에 의한 요통(flexion-related low back pain)을 가진 노동자들이 요통이 없는 노동자들에 비해 몸통 근육의 근지구력이 유의하게 낮다고 보고하였다. 또한, 지속적인 구부린 자세는 척추 근육들의 조절 능력을 손상시키고(Parkinson & Callaghan, 2009), 정적인 자세조절에서 더 큰 동요를 일으킨다(Gallagher et al., 2011). 자세조절은 몸 전체의 균형을 유지하기 위한 협응된 운동 조절 능력으로(Radebold et al., 2001), 부적절한 자세 유지는 척추 근육 불균형의 원인이 되며 근육의 허혈과 피로를 가중해 만성적인 요통으로 발전할 수 있다(Morse et al., 2007).

요통에 영향을 미치는 자세 요인을 고려할 때 업무 중 부적절한 자세를 교정하는 방법으로 실시간 바이오피드백을 활용할 수 있다(Ribeiro et al., 2011). 바이오피드백은 다양한 감각 신호를 통해 신체 인식능력을 촉진하는 방법으로 재활 분야에서 환자들의 동작 정확성 증가, 독립적인 수행력 향상과 적극적인 참여를 유도한다는 점에서 많이 활용되고 있다(Giggins et al., 2013). Ribeiro 등(2014)은 보건의료 종사자를 대상으로 업무시간 동안 허리굽반부의 전방 굽힘의 각도(45도 이상 굽힘), 빈도(분당 2회 이상), 유지 시간(5초 이상)으로 구성되는 몸통의 자세 패턴을 모니터링하여 4주간 청각적인 실시간 바이오피드백을 제공함으로써 요통을 유발하는 자세 패턴의 횟수가 감소된다고 하였다. 요통과 관련된 또 다른 형태의 바이오피드백 장비로는 pressure biofeedback unit (PBU)가 있다. PBU는 시각적 바이오피드백을 활용하여 요부의 안정화에 관여하는 심부 복부근을 재교육하거나 수축의 정도를 평가하기 위해 사용된다(Richardson et al., 1999). Oh 등(2006)은 PBU를 활용한 요부 안정화가 앞드린 자세에서 엉덩관절 펌 시 발생하는 골반 앞쪽 기울임(pelvic anterior tilt)을 유의하게 감소시킨다고 하였다.

그러나 PBU는 누운 자세에서 압력계를 지속해서 확인해야 하므로 일상생활이나 역동적인 동작 중에는 사용이 부적절하다. 이에 반해 허리둘레 변화 감지기는 일상생활에서 착용이 가능한 벨트형식의 바이오피드백 장비로 요통 환자에게 처방되는 복대의 단점을 개량하여 개발되었다(Yang & Jung, 2013). 복대는 착용 즉시 몸통의 안정성에 기여하지만 장기간 착용 시 체간을 지지하는 심부 복부근의 약화를 일으킬 수 있기 때문에 운동 효과를 얻기에는 한계가 있다(Park & Kim, 2009). 이에 반해 허리둘레 변화 감지기는 복부 근 수축 정도를 측정하여 기준 이상으로 근육이 이완되었을 경우 진동으로 사용자에게 바이오피드백을 제

공함으로써 사용자의 자발적 수축을 유도하고 몸통의 안정성을 향상할 수 있다(Yang & Jung, 2013). Seong 등(2018)은 요추관 협착증 환자를 대상으로 일상생활에서 6주 동안 간헐적인 허리둘레 변화 감지기를 적용한 결과 복부근의 근 활성도가 증가되었다고 보고하였고 Seong과 Kim (2018)은 질환이 없는 여성 필라테스 참여자에게 일상생활에서 허리둘레 변화 감지기를 적용한 결과 몸통 근육의 근지구력이 향상되고 체지방이 감소하는 효과가 있었다고 하였다.

이러한 관점에서 본다면 허리둘레 변화 감지기의 사용은 착용한 상태에서 모든 업무가 가능하고 몸통의 자세 유지 근육의 지속적인 수축을 유도할 수 있다는 점에서 보건의료 종사자들의 요통을 중재하는데 효과적인 방법이 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 보건의료 종사자들에게 업무 중 복부의 능동적 수축을 유도하는 허리둘레 변화 감지기를 적용하여 몸통 근지구력과 자세조절 능력에 미치는 영향에 대해 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 서울에 소재한 B 종합병원의 보건의료 종사자들을 대상으로 본 실험의 목적과 방법에 대해 충분히 설명한 후 자발적으로 참여를 원하며 실험동의를 작성한 성인 남성 32명을 대상으로 하였다.

1) 선정기준

- (1) 보건의료직을 최소 12개월 이상 지속한 자
- (2) 요통장애지수(ODI) 상 0~20%의 정도 장애가 있는 자

2) 배제기준

- (1) 외상으로 인한 허리 손상이 있는 자
- (2) 요통으로 디스크 돌출(disc protrusion) 등의 진단을 받은 자
- (3) 류마티오이드 관절염, 허리의 염증 소견, 방사통과 같이 활동적 제한을 받는 자

2. 측정방법 및 도구

1) 몸통 굽힘근과 펴근의 근지구력 측정

몸통 굽힘근과 펴근의 근지구력은 Ito Shirado abdominal and back test (Ito test)를 사용하여 측정하였다. Ito test는 Sorensen test의 단점인 허리척추앞굽음(lordosis)과 허리의 과도한 하중을 보완한 검사로 (Moreau et al., 2001) 측정자 간 신뢰도는 굽힘근 평가 시 0.91(남성), 펴근 평가 시 0.93(남성)이었다(Ito et al., 1996). 몸통 굽힘근의 근지구력 평가는 바로 누운 자세에서 엉덩관절과 무릎관절을 90도 굽힘시키고 양팔을 가슴 부위에서 교차시킨 상태로 목을 최대한 구부려 어깨뼈의 아래각(scapula inferior angle)을 바닥에 닿지 않게 유지한다. 몸통 펴근의 근지구력 평가는 엎드려 누운 자세에서 복부 아래(lower abdomen)에 베개를 넣고 양손을 바지의 봉제선에 붙인 상태에서 복장뼈(sternum)가 바닥에 닿지 않게 몸통을 들어 올려 유지한다. 이때 대상자에게 목을 최대한 구부리고 엉덩근육(gluteal muscle)을 수축시켜 요추 허리척추앞굽음을 감소시킬 수 있도록 한다. 두 평가 모두 대상자가 최대한 버티는 시간을 기록하며 최대 시간은 5분을 넘지 않도록 한다.

2) 자세조절 측정

(1) 안정성 지수(stability index)

정적 자세조절은 체평형검사(posturography) 장비인 Tetrax (Tetrax Interactive Balance System, Ramat Gan

and Sunlight Medical, Israel)의 안정성 지수로 측정하였다. 안정성 지수는 바로 선 자세에서 양발의 앞꿈치와 뒤꿈치에 설치된 4개의 독립된 지면 반력기(force plate)로부터 부하 되는 수직적인 압력 변화를 수학적 으로 산출하여 자세 동요(postural sway)의 양을 측정한다. 안정성 지수의 점수는 대상자의 전체적인 안정성을 동요의 영역, 길이, 속도와 중력 중심의 이동 양상을 포괄적으로 측정하여 나타내며 점수가 작을수록 자세의 안정성이 높음을 의미한다. 젊은 남성을 대상으로 한 안정성 지수의 검사-재검사 신뢰도는 0.85이었다(Akkaya et al., 2015).

(2) 능동 엉덩관절 벌림 검사(active hip abduction test, AHAbd test)

동적 자세조절은 AHAbd test를 사용하여 측정하였다. AHAbd test는 불안정한 자세에서 하지의 움직임 동안 몸통과 골반의 자세를 유지하는 능력을 평가하는 검사로 장시간 서서 일하는 사람들의 요통 유발 위험을 식별하거나 운동 중재의 효과를 감별하기 위해 개발된 임상적 검사 도구이다(Nelson-Wong et al., 2009). 검사 방법은 대상자를 옆으로 누운 자세에서 양다리를 붙이고 몸통과 골반 및 하지를 일직선으로 유지하며 검사대에 수직이 되게 자세 정렬을 유지시킨다. 그 후 대상자에게 자세 정렬을 유지한 상태에서 위쪽의 한 다리를 곧게 편 상태로 엉덩관절(hip joint)을 벌림(abduction) 시켜 천장 쪽으로 올렸다가 내리도록 요청한다. 검사자는 전액면(frontal plane)에서 하지의 움직임 시 골반과 몸통의 정렬을 유지하는 능력을 평가하여 평가 기준에 따라 점수를 부여한다. AHAbd test의 측정자 간 신뢰도는 0.70이고 측정자 내 신뢰도는 0.74이었다(Davis et al., 2011).

3. 실험 절차

본 연구는 업무 중 허리둘레 변화 감지기를 적용한 집단(wearing keeping core band, CB군)과 적용하지 않은 집단(not wearing keeping core band, NCB군)으로

나누어 실시하였다. 두 집단은 총 6주간의 실험 기간동안 동일한 교육 프로그램에 참여하였으며 CB군은 추가로 업무시간 동안 1주 차 오전, 오후 1시간씩 2시간에서 매주 오전, 오후 1시간씩 점진적으로 증가 시켜 4주 차부터 오전, 오후 4시간씩 총 8시간 동안 허리둘레 변화 감지기를 착용하였다. 측정은 실험 전과 실험 후 2회에 걸쳐 실시하여 허리둘레 변화 감지기의 착용 여부에 따른 변화를 분석하였다.

1) 올바른 자세 정렬을 위한 교육프로그램

실험에 사용한 교육프로그램은 Kojak 등(2017)의 근무 중 환자 옮기는 자세, 신체 인식과 운동, 인체공학 적 지침을 바탕으로 구성하였다. 첫째, 환자 옮기기 시 육체적 긴장과 척추에 초점을 둔 요통의 위험요인에 대한 정보를 제공하였다. 둘째, 작업 상황에서의 척추 부담을 감소시키는 자세에 대한 정보를 사진으로 제시하고 논의하였다. 셋째, 침대 높이 조절과 작업 시 적절한 높이의 의자 사용 등 환경적 변화의 필요성과 사용기구의 빈도에 따라 인체공학적 높이 재정렬을 통한 인체 공학적 실기 지침을 제공하였다. 교육프로그램은 실험 전(1주 차) 1회, 실험 중(4주 차) 1회에 걸쳐 총 2회를 전체 대상자에게 실시하였다.

2) 허리둘레 변화 감지기를 활용한 요부의 바이오 피드백 적용

허리둘레 변화 감지기(Keeping Core Band, 17M1-03, TCC, Korea)(Fig. 1)는 진동촉각(vibrotactile)을 활용하는 바이오피드백 장비로 벨트 본체와 비탄력 밴드로 구성되어 있으며, 배꼽 2cm 아래에 몸통을 감싸게 착용한다. 대상자는 약간의 골반 뒤쪽 기울임(pelvic posterior tilt)을 포함한 배꼽 당기기 방법으로 의도적인 복부수축을 유지한 상태에서 밴드의 길이를 조절한다. 의도적인 복부수축이 중단되어 허리둘레의 길이가 기준값인 1.5cm 이상 늘어나면 본체에 있는 길이 감지 센서가 작동한다. 감지한 즉시 본체에서 진동이

발생하여 대상자가 다시 복부수축을 하도록 되먹임을 제공한다. 복부가 수축하여 허리둘레 길이가 기준값 이하로 감소하면 진동은 멈추게 된다. 대상자마다 허리둘레의 변화가 차이가 있기 때문에 진동 되먹임이 길이 변화에 너무 민감한 경우 밴드의 길이를 늘려 착용하였다. 이와 반대로 너무 둔감할 경우 밴드의 길이를 더 짧게 조절하였다. 또한 업무를 수행하는 동안 복부 수축력이 감소됨에 따라 진동자극 발생 시 바로 복부를 수축시키고 자세를 바로 정렬할 수 있도록 교육을 하였다.



Fig. 1. Keeping core band.

4. 자료 분석

본 연구에서 측정된 자료들은 SPSS 20.0 for Windows 프로그램을 이용하여 기술 통계치(Mean, SD)를 산출하였으며, 비 연속형 변수인 AHAbd test의 측정치는 Wilcoxon's signed-ranks test를 사용하였다. AHAbd test를 제외한 나머지 측정치는 연속형 변수로서 Shapiro-Wilk test로 정규성 검정을 하였다. 허리둘레 변화 감지기의 사용에 따른 집단 간 전·후 차이를 비교하기 위하여 paired t-test를 실시하였으며 모든 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 참가자들은 보건의료직에 근무하는 32명의 남성으로 평균연령은 30.84±3.22세, 신장은 174.24±5.17cm, 체중은 74.17±7.58kg, 체질량지수는 24.43±2.38kg/m², 경력은 6.97±2.70년, 근무시간은 8.00±0시간으로 나타났으며 두 군의 동질성 검사에서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

(n=32)

Characteristics	Total (n=32)	CB (n=16)	NCB (n=16)	p
Age (y)	30.84±3.22	31.44±2.94	30.25±3.47	0.25
Height (cm)	174.24±5.17	175.43±3.84	173.04±6.12	0.20
Weight (kg)	74.17±7.58	76.03±5.23	72.31±9.16	0.17
BMI (kg/m)	24.43±2.38	24.70±1.66	24.17±2.97	0.54
Years of job (yrs)	6.97±2.70	7.63±2.42	6.31±2.89	0.17
Working hours for day (hr)	8.00±0	8.00±0	8.00±0	-

value are Mean±SD, -: cannot calculate because standard deviation is zero.

CB: a group wearing keeping core band

NCB: a group not wearing keeping core band

Table 2. Endurance of trunk flexor and extensor (sec)

	Group	Before	After	T	p
Trunk flexor	CB	105.79±65.27	121.45±61.99	-3.39	<0.01**
	NCB	103.73±52.34	106.93±50.61	-1.61	0.13
Trunk extensor	CB	129.24±74.54	147.59±67.88	-4.01	<0.01**
	NCB	132.42±74.69	135.97±70.51	-2.06	0.06

value are Mean±SD, *, p<0.05, **, p<0.01

CB: a group wearing keeping core band

NCB: a group not wearing keeping core band

2. 몸통 근지구력의 차이

1) 몸통 굽힘근의 근지구력 차이

집단 내 시기에 따른 몸통 굽힘근의 근지구력 검사 상 CB군은 사전 105.79±65.27초에서 사후 121.45±61.99초로 유의한 증가를 보였다(p<0.01). 이에 반해 NCB군은 사전 103.73±52.34초에서 사후 106.93±50.61초로 평균 3.20초 증가하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.13)(Table 2).

2) 몸통 펴는 근지구력의 차이

집단 내 시기에 따른 몸통 펴는 근지구력 검사 상 CB군은 사전 129.24±74.54초에서 사후 147.59±67.88초로 유의한 증가를 보였다(p<0.01) 이에 반해 NCB군은 사전 132.42±74.69초에서 135.97±70.51초로 평균 3.55초 증가하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.06) (Table 2).

3. 자세조절의 차이

1) 안정성 지수의 차이

집단 내 시기에 따른 안정성 지수의 결과에서 CB군이 사전 13.64±4.61점에서 사후 11.47±3.52점으로 유의한 차이가 없었으며(p=0.07), NCB군 또한 사전 12.64±3.35점에서 사후 12.42±2.50점으로 유의한 차이

Table 3. Stability index (score)

Group	Before	After	T	p
CB	13.64±4.61	11.47±3.52	1.92	0.07
NCB	12.64±3.35	12.42±2.50	0.28	0.78

value are Mean±SD, *, p<0.05, **, p<0.01

CB: a group wearing keeping core band

NCB: a group not wearing keeping core band

가 나타나지 않았다(p=0.78)(Table 3).

2) 능동 엉덩관절 벌림 검사(AHAbd test)의 차이

집단 내 시기에 따른 AHAbd test 상 CB군은 1.06±0.68점에서 0.50±0.73점으로 9명의 대상자가 감소한 점수를 보여 유의한 차이를 보였다(p<0.01). NCB군은 1.06±0.57점에서 1.00±0.52점으로 2명은 점수가 감소하였으나 1명은 증가한 점수를 보여 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.56)(Table 4).

IV. 고찰

만성적인 요통 환자들은 몸통의 심부 근육들의 기능부전을 보이며 특히 배가로근의 지연된 동원순서와 수의적인 근수축력의 감소를 보인다(Critchely & Coutts, 2002). 이러한 척추 안정화 근육의 기능 저하는 몸통 근육의 근지구력을 감소시킨다(Moffroid et al., 1994). 본 연구의 몸통 근지구력의 사전 측정에서 CB군과 NCB군의 유지 시간은 Ito 등(1996)이 측정한 정

Table 4. Active hip abduction test (score)

Group	Before	After	Negative ranks		Positive ranks		Ties		Z	p
			Mean rank (sum of ranks)	N ^a	Mean rank (sum of ranks)	N ^b	N ^c			
CB	1.06 ±0.68	0.50 ±0.73	5.00 (45.00)	9	0.00 (0.00)	0	7	-3.00	<0.01**	
NCB	1.06 ±0.57	1.00 ±0.52	2.00 (4.00)	2	2.00 (2.00)	1	13	-0.58	0.56	

value are Mean±SD, *, p<.05, **, p<0.01,

N^a: number of negative ranks, N^b: number of positive ranks, N^c: number of ties

CB: a group wearing keeping core band

NCB: a group not wearing keeping core band

상인의 굽힘근 182.6±69.3초, 평균 208.2±66.2초에 비해 낮았다. 몸통 근지구력의 감소는 통증의 지속기간 증가와 유의한 상관관계가 있으며 이는 근 기능을 약화해 인대와 관절낭과 같은 연부조직이 받는 하중 (loading)을 증가시키므로 지구력 훈련은 요통 환자의 근 위축을 감소시키기 위한 방법으로 제안되고 있다 (Vanti et al., 2016).

본 연구에서 CB군의 몸통 굽힘근의 근지구력은 6 주간의 허리둘레 변화 감지기의 적용에 따라 유의한 증가를 보였다. 또한 본 연구에서는 지속적인 복근의 수축을 유도하는 중재를 제공하였음에도 몸통 펌근의 근지구력 역시 증가하였다. 어깨 위로 들어올리기 작업 시 구두 명령에 의한 의도적인 복근수축으로 인해 가쪽빗근, 안쪽빗근과 함께 몸통 펌근의 근 활성화도 역시 유의하게 증가하였다는 연구 결과가 본 연구의 결과를 지지해줄 것으로 생각된다(Kim et al., 2006). 또한 Seong과 Kim (2018)의 여성 필라테스 참여자에게 일상생활에서 허리둘레 변화 감지기 적용에 따른 몸통 굽힘근, 몸통 펌근 그리고 가쪽 굽힘근의 근지구력이 향상하였다는 연구와 유사한 결과를 확인하였다. Hui 등(2001)은 간호사의 업무 전과 후의 근 활성화도 비교를 통해 몸통 근육의 피로도가 업무에 따라 증가하며 이는 허리의 생리학적인 신경근 손상을 유발하는 원인이 될 수 있다고 하였다. 근 활성화도 분석을 통한 근 피로도의 증가는 특정 자세를 유지하는 근지구력의 감소와 상관관계가 있다(Moffroid et al., 1994). 그리고 몸통 근육의 근지구력 감소는 요통 환자의 기

능(function)과 수행력(performance)에 영향을 미치므로 몸통 근육의 근지구력 훈련은 요통 환자의 운동에 포함되어야 한다(Moffroid, 1997). 따라서 허리둘레 변화 감지기의 적용에 따른 몸통 근육의 근지구력 증가는 보건의료 종사자들에게 긍정적인 영향을 주었을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 또한 허리둘레 변화 감지기의 적용 전과 후의 정적, 동적 자세조절을 평가하였다. 그중 정적인 자세조절은 체평형검사장비인 Tetrax의 안정성 지수를 활용하여 측정하였다. 그 결과 CB군의 안정성 지수는 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이를 보이지 않았고 NCB군도 유의한 차이를 보이지 않았다. 같은 체평형검사 장비를 활용한 연구에서 5주간의 요추안정화 운동에 따른 20대 요통 환자의 정적 균형 능력에 미치는 영향을 분석한 결과 본 실험과 유사하게 실험 전과 비교하여 안정성은 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 못하였다고 보고하였다 (Kim et al., 2011). 또한 Kim (2001)은 요통 환자와 정상인의 체중 지지 정도를 비교한 결과 통계학적으로 유의한 차이가 없었다고 보고하였고, 이러한 결과는 정적인 선 자세에서 균형을 유지하기 위한 다른 관절에서의 보상작용의 결과일 수 있다. Barrey 등(2013)은 허리 질환자의 시상면에서 전체적인 균형 평가(global balance evaluation) 시 인접한 관절뿐만 아니라 경추, 흉추, 골반 그리고 무릎과 발목에 이르기까지 다양한 보상작용이 나타날 수 있다고 보고하였다. 이것은 척추의 뻣뻣함(stiffness), 근육의 기능, 통증의 정도나 양

상 그리고 불균형의 심각한 정도에 따라 다르게 나타날 수 있다고 하였다. 그러므로 이러한 보상작용을 함께 평가하기 위해서는 지면 반력기(force plate)와 시상면에서의 전체적인 정렬(alignment)을 함께 고려하여야 한다(Roussouly et al., 2006). 향후 정적인 자세 조절을 평가할 때 자세 정렬을 고려한다면 다른 결과가 나올 수 있으리라 생각된다.

동적인 자세조절의 평가는 능동 엉덩관절 벌림 검사(AHAbd test)를 활용하였다. 자세조절을 평가하기 위한 임상 도구인 AHAbd test에서 실패할 경우 요통으로 발전할 확률이 3.85배 높으며(Nelson-Wong et al., 2009), Vanti 등(2016)에 따르면 해부학적 변화(척추관 협착증, 척추전방전위증 등)가 없는 임상적 검사의 양성판정은 근지구력 감소와 상호 영향을 미친다고 하였다. 본 연구에서 AHAbd test의 양성판정 기준인 2점의 비율은 CB군이 사전 25%에서 사후 12.5%로 유의하게 감소하여 엉덩관절과 골반의 조절 능력의 향상을 보였으나, NCB군은 사전 18.75%에서 12.5%로 유의한 변화를 보이지 못하였다. 요부 안정성은 몸통의 굽힘근과 길항근인 펌근의 동시수축에 의해 달성되고 신체의 균형을 일시적으로 잃었을 때 자세조절을 회복하는 기능을 하며(Benvenuti et al., 1999), 굽힘근과 펌근의 협응적인 근수축력 증가는 복강 내압을 증가시킴으로써 자세 조절능력을 증진시킨다(Arokoski et al., 2001). 그러나 요통 환자들은 자세를 조절함에 있어 지연된 배가로근의 수축을 보이며(Hodge & Richardson, 1998), 고유수용성 감각의 저하와 함께 엉덩관절의 전략 조절에 어려움을 겪는다(Mok et al., 2004). Cynn 등(2006)은 옆으로 누운 자세에서 바이오 피드백 장비를 이용하여 요부 안정화를 유도한 후, 하지를 벌림 시킬 때 골반 가쪽 기울임(lateral tilt)의 각도가 감소하였다고 보고하였으며, 그 결과는 요부의 동적 안정성이 증가한 결과라고 하였다. 따라서 본 연구의 AHAbd test 결과는 요부 안정성 증가의 결과로 생각할 수 있다.

자세조절에서는 허리둘레 변화 감지기의 적용에 따른 정적인 자세조절보다 동적인 자세조절에 긍정적

인 영향을 주었다. 이러한 결과는 허리둘레 변화 감지기의 적용 부위가 허리로 국한되어 있기 때문에 다른 관절의 영향을 많이 받는 선 자세에서의 정적인 자세 조절보다 국소적인 요부의 안정성에 영향을 미치는 동적 자세조절에 더 큰 효과를 보였다고 생각된다.

허리둘레 변화 감지기의 근지구력 향상과 자세조절에 미치는 긍정적인 효과를 고려할 때 요통이 있는 보건의료 종사자들에게 업무시간 중 허리둘레 변화 감지기의 사용이 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서는 대상자들의 업무 중 신체 활동의 다양성 및 성별에 따른 고려를 하지 못하였기 때문에 추후 연구에서는 대상자의 업무 중 통일된 신체 활동과 성별 등을 고려한 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 보건의료 종사자들을 대상으로 의도적인 복부수축을 유도하는 허리둘레 변화 감지기를 6주간 적용하여 보건의료 종사자의 몸통 근지구력을 향상하고 허리와 골반의 자세 조절 능력을 증진하는 효과를 확인하였다. 하지만 현재까지 허리둘레 변화 감지기를 이용한 연구는 미비한 실정으로 향후 연구에 대한 기초자료를 제시한다는 측면에서 본 논문의 의의가 있을 것으로 생각된다.

References

- Akkaya N, Doğanlar N, Çelik E, et al. Test-retest reliability of tetrax static posturography system in young adults with low physical activity level. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015;10(6):893.
- Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(8):1089-1098.

- Barrey C, Roussouly P, Le Huec JC, et al. Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine. *European Spine Journal*. 2013;22(6): 834-841.
- Benvenuti F, Mecacci R, Gineprari I, et al. Kinematic characteristics of standing disequilibrium: reliability and validity of a posturographic protocol. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1999; 80(3):278-287.
- Critchley DJ, Coutts FJ. Abdominal muscle function in chronic low back pain patients: measurement with real-time ultrasound scanning. *Physiotherapy*. 2002;88(6): 322-332.
- Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(11):1454-1458.
- Davis AM, Bridge P, Miller J, et al. Interrater and intrarater reliability of the active hip abduction test. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2011; 41(12):953-960.
- Davis KG, Kotowski SE. Prevalence of musculoskeletal disorders for nurses in hospitals, long-term care facilities, and home health care: a comprehensive review. *Human Factors*. 2015;57(5):754-792.
- Dawson AP, McLennan SN, Schiller SD, et al. Interventions to prevent back pain and back injury in nurses: a systematic review. *Occupational and Environmental Medicine*. 2007;64(10):642-650.
- Freitag S, Fincke-Junod I, Seddouki R, et al. Frequent bending-an underestimated burden in nursing professions. *Annals of Occupational Hygiene*. 2012;56(6):697-707.
- Gallagher KM, Nelson-Wong E, Callaghan JP. Do individuals who develop transient low back pain exhibit different postural changes than non-pain developers during prolonged standing? *Gait & Posture*. 2011;34(4): 490-495.
- Giggins OM, Persson UM, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2013;10(1):60.
- Gupta N, Christiansen CS, Hallman DM, et al. Is objectively measured sitting time associated with low back pain? A cross-sectional investigation in the NOMAD study. *PLoS One*. 2015;10(3):e0121159.
- Hanson H, Wagner M, Monopoli V, et al. Low back pain in physical therapists: a cultural approach to analysis and intervention. *Work*. 2007;28(2):145-151.
- Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of Spinal Disorders*. 1998;11(1):46-56.
- Hui L, Ng GY, Yeung SS, et al. Evaluation of physiological work demands and low back neuromuscular fatigue on nurses working in geriatric wards. *Applied Ergonomics*. 2001;32(5):479-483.
- Ito T, Shirado O, Suzuki H, et al. Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1996;77(1):75-79.
- Kim GY, Ahn CS, Kim SS. The effects of 3-dimensional lumbar stabilization exercise have an effect on the improvement of pain and static or dynamic balance ability in 20's age group with low back pain. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2011; 6(2):235-246.
- Kim HW, Gwon OY, Lee CH, et al. Effects of intentional abdominal muscle contraction on lumbar muscle activities and lumbar extension during lifting above the shoulders. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*. 2006;25(2):147-154.
- Kim SY. Comparison of the difference of weight-bearing distribution between subjects with low back pain and healthy subjects. *Physical Therapy Korea*. 2001;

- 8(1):1-8.
- Kozak A, Freitag S, Nienhaus A. Evaluation of a training program to reduce stressful trunk postures in the nursing professions: a pilot study. *Annals of Work Exposures and Health*. 2017;61(1):22-32.
- Ma L, Chablat D, Bennis F, et al. A new simple dynamic muscle fatigue model and its validation. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2009;39(1): 211-220.
- Moffroid MT, Reid S, Henry SM, et al. Some endurance measures in persons with chronic low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1994;20(2):81-87.
- Moffroid MT. Endurance of trunk muscles in persons with chronic low back pain: assessment, performance, training. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 1997;34:440-447.
- Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine*. 2004;29(6):E107-E112.
- Moreau CE, Green BN, Johnson CD, et al. Isometric back extension endurance tests: a review of the literature. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2001;24(2):110-122.
- Morse T, Bruneau H, Michalak-Turcotte C, et al. Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in dental hygienists and dental hygiene students. *American Dental Hygienists' Association*. 2007; 81(1):10-10.
- Milhem M, Kalichman L, Ezra D, et al. Work-related musculoskeletal disorders among physical therapists: a comprehensive narrative review. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2016;29(5):735-747.
- Nelson-Wong E, Flynn T, Callaghan JP. Development of active hip abduction as a screening test for identifying occupational low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2009;39(9):649-657.
- Oh JS, Weon JH, Cynn HS, et al. Can abdominal drawing-in maneuver using a pressure biofeedback unit change muscle recruitment pattern during prone hip extension? *Physical Therapy Korea*. 2006;13(4): 56-63.
- O'Sullivan PB, Mitchell T, Bulich P, et al. The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. *Manual Therapy*. 2006;11(4):264-271.
- Park HK, Kim TH. Effect of pelvic tilting and the Back-belt on electromyographic activity of erector spinae during lifting. *Journal of Korea Contents Association*. 2009; 9(3):296-304.
- Parkinson RJ, Callaghan JP. The role of dynamic flexion in spine injury is altered by increasing dynamic load magnitude. *Clinical Biomechanics*. 2009;24(2): 148-154.
- Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, et al. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine*. 2001;26(7):724-730.
- Ribeiro DC, Sole G, Abbott JH, et al. A rationale for the provision of extrinsic feedback towards management of low back pain. *Manual Therapy*. 2011;16(3): 301-305.
- Ribeiro DC, Sole G, Abbott JH, et al. The effectiveness of a lumbopelvic monitor and feedback device to change postural behavior: a feasibility randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2014;44(9):702-711.
- Richardson C, Jull G, Hides J, et al. *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain*. London. Churchill Livingstone. 1999.
- Roussouly P, Gollogly S, Nosedá O, et al. The vertical projection of the sum of the ground reactive forces of a standing patient is not the same as the C7 plumb line: a

- radiographic study of the sagittal alignment of 153 asymptomatic volunteers. *Spine*. 2006;31(11): E320-E325.
- Seong JH, Kim CB, Choi JD. The effects of intentional abdominal muscle contraction through real-time feedback on sensed changes in waist circumference on pain, functional capacity and neuromuscular control in adults with lumbar spinal stenosis. *Physical Therapy Korea*. 2018;25(1):1-11.
- Seong JH, Kim CB. Effects of daily intentional abdominal muscle contraction in pilates participants with real-time feedback on body composition and trunk stability. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*. 2018;16(1):62-70.
- Vanti C, Conti C, Faresin F, et al. The relationship between clinical instability and endurance tests, pain, and disability in nonspecific low back pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2016; 39(5):359-368.
- Yang SH, Jung ET. The design of a biofeedback stabilizer for back pain prevention and treatment. *Archives of Design Research*. 2013;26(3):379-392.
- Yassi A, Lockhart K. Work-relatedness of low back pain in nursing personnel: a systematic review. *International Journal of Occupational and Environmental Health*. 2013;19(3):223-244.