

# The Effects of Different Breathing Techniques on Lower Extremity Muscle Function and Postural Stability

Gwangyeol Baek<sup>1</sup>, Yun-A Shin<sup>2</sup>, Kun-Ho Lee<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Adapted Physical Education, Dankook University, Yongin, Republic of Korea

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

<sup>3</sup> Department of Sports Rehabilitation, Doowon Technical University, Paju, Republic of Korea

Received: March 31, 2024

Accepted: April 15, 2024

Published online: April 30, 2024

## Keywords:

Abdominal Hollowing  
Abdominal Bracing  
Muscle Function  
Postural Stability



## ABSTRACT

**OBJECTIVES** This study examines the effects of bracing versus hollowing breathing techniques on lower limb muscle function and postural stability, aiming to identify the most effective breathing strategy for functional movement.

**METHODS** Conducted on ten healthy males in their twenties without back or musculoskeletal issues, the study involved pre-experiment training in both breathing techniques. It assessed maximal strength, endurance, and power during knee flexion and extension, alongside postural stability, with both eyes open and closed, using the non-parametric Wilcoxon signed-rank test for analysis.

**RESULTS** Except for certain specific measurements (right flexor muscle peak torque, left flexor muscle total work, and right extensor muscle power), statistical analysis showed significant differences in Knee muscle function favoring the bracing technique ( $p < .05$ ). While postural stability tests showed no significant overall differences between the techniques, an observable trend emerged: the hollowing group showed superior performance in one-foot balance tasks, whereas the bracing group demonstrated better outcomes in two-footed stances.

**CONCLUSIONS** It is anticipated that bracing breathing will positively influence muscle training, surpassing the effects of hollowing by bolstering the strength, endurance, and power of the lower limbs. However, for postural stability, the hollowing technique may offer advantages in tasks requiring higher balance acuity, like one-legged standing. In contrast, bracing appears more effective for simpler stability tasks. These findings underscore breathing techniques' role in physical performance, highlighting the need for further, detailed research considering posture and musculoskeletal influences.

© The Asian Society of Kinesiology and the Korean Academy of Kinesiology

## 서론

코어 근육의 활성화를 통한 운동제어와 기능적인 안정을 만들어낼 수 있는 근육조절이 트레이닝에 강조되고 있다[1,2]. 코어 근육이란 척추, 골반, 엉덩이, 복부 근육을 포함하여 우리 몸을 움직이기 위한 힘을 발생시키는 시작점

며, 신체 동작 균형에 중요한 역할을 한다[3]. 코어 근육은 요추 주위와 체간의 중심으로서 상지와 하지 사이의 힘의 이동 경로 역할을 하기도 하며[4], 기능적인 움직임 동안 척추에 주는 스트레스를 감소시키고[5], 체력의 향상과 운동손상으로부터 신체를 보호한다[6].

신체의 다양한 동작과 협응력을 만들어내는 코어 근육은 하지의 힘 전달을 효율적으로 다른 분절에 전달 할 수 있고, 코어 근육의 활성도가 낮아지면 신체는 그만큼 다른 분절의 힘으로 보충하게 되어 결과적으로 신체 균형을 잃을 수 있게 된다[3]. 또한, 활성도가 정상적으로 이루어지지 않

\*Correspondence: Kun-Ho Lee, Department of Sports Rehabilitation, Doowon Technical University, 159, Jurawi-gil, Pajueup, Paju-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea; Tel: +82-31-935-7381; E-mail: [ksjudo1@naver.com](mailto:ksjudo1@naver.com)

ORCID Yun-A Shin <http://orcid.org/0000-0002-8480-3454>  
ORCID Kun-Ho Lee <http://orcid.org/0000-0001-8462-7596>



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는다면 인체가 달리거나 점프를 하는 동안 몸을 추진하고자 할 때 하지 근력을 효율적으로 활용할 수 없으며, 달리기나 착지 시 부하를 받는 동안 골반과 하지의 원심성 조절을 정상적으로 할 수 없게 된다[7]. 뿐만 아니라 자세를 유지하기 위해서 크고 작은 근육간 협응을 유도하며, 다양한 신체적 인지기능을 상승시킨다[8]. 만약 코어 근육이 정상적으로 활성화되지 못하면 균형 조절에 요구되는 근육의 활성화를 유도하지 못해 신체의 불안정한 수준을 증가시켜, 신체 움직임이 느려지게 된다[9].

코어 근육은 배가로막의 수축과 복강 내압의 상승을 유도하는 호흡을 통해 활성화 시킬 수 있으며[10-12], 복강 내압은 사지의 움직임이 시작하기 전 필수적으로 증가가 이루어지고[13], 이는 배가로막, 골반바닥근, 배가로근, 척추편근의 협력수축을 통해 유도된다[10,13-15]. 코어 근육 활성화를 위한 대표적인 호흡법으로는 브레이싱 호흡법(abdominal bracing)과 할로잉 호흡법(abdominal hollowing)이 임상현장에서 널리 활용되고 있다[16].

브레이싱 호흡법은 복식호흡 방법 중 하나로 복부의 배바깥빗근, 배곧은근, 척추세움근, 배가로근, 그리고 뭇갈래근을 포함한 코어 근육의 동시수축(co-contraction)을 통해 복부 주변을 긴장시켜 배벽을 단단하게 하는 호흡법[8]으로 중량을 드는 운동, 높은 체간 안정성이 요구되는 동작, 복부근육을 편치를 맞기 직전처럼 복부를 단단히 조이는 상황 등에서 척추를 보호하고, 척추 주변의 근육을 강화시켜 전체적인 체간 안정성을 향상시키는 것으로 알려져 있다[8,17,18]. 반면, 할로잉 호흡법은 호흡시 늑골, 척추 그리고 골반의 움직임이 없는 상태에서 배꼽을 척추 안쪽으로 부드럽게 당기며 위쪽으로 올리는 호흡법으로[19], 골반바닥근, 배가로근 등의 심부 근육을 수축시켜 척추의 미세 조절과 안정성 향상에 초점을 맞춘 기법으로 저강도 운동이나 복부 근육의 지속적인 활성화가 필요한 신체활동 시 효과적인 것으로 보고되고 있다[19]. 이에 할로잉 호흡법은 척추의 근골격계 질환을 가진 환자의 운동재활 과정에서 주로 적용되는 호흡법으로 임상현장에서 활용되고 있다[20].

Arab & Chehreghazi[21]는 브레이싱 호흡시 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근, 척추 편근의 두께와 활성도가 증가하고, 할로잉 호흡 시 배가로근, 배속빗근과 같은 심부 근육의 두께와 활성도가 증가하는 것으로 보고 하고 있으며, McGill[17]은 몸통 전체에 긴장도 증가와 안정성 발달을 위해서는 브레이싱 호흡법 적용이 효과적인 것으로 보고하고 있다.

Hodge & Richardson[19]는 상지의 빠른 움직임 시

에는 배가로근의 조절 시간이 지연됨에 따라 체간 안정화를 위해 배가로근과 뭇갈래근의 선택적 수축을 만들어 낼 수 있는 할로잉 호흡법 적용을 권장하고 있다. 반면, Vera-Garcia 등[22]은 할로잉 호흡법은 갑작스런 움직임에 대한 동요를 감소시키기엔 복부 브레이싱 호흡법에 비해 비효율적이며, 체간 안정성을 증진시키는데 한계가 있는 것으로 보고하고 있다.

대부분의 선행 연구는 두 호흡법 차이에 따른 활성화 목표 근육(target muscle)과 활성화 방법의 차이 등을 검증하기 위한 기초 연구이며, 호흡법 차이에 따른 기능적 운동능력의 차이에 대한 현장 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구는 브레이싱 호흡법과 할로잉 호흡법의 차이가 하지 근기능과 자세 안정성에 미치는 영향을 검증하여, 기능적 운동시 효과적인 호흡법을 제시하고자 한다.

## 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구대상은 C시에 거주하며 요통 및 근골격계 질환이 없고 신체적, 정신적 이상이 없는 20대 남성 10명을 대상으로 하였다. 실험 전 실험목적, 방법, 내용, 유의사항을 대상자에게 설명 후 자발적 참여에 대한 실험 동의서와 일반적 특성 설문지를 작성한 대상자를 본 연구의 대상으로 선정하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 <Table 1>과 같다.

### 2. 연구방법

#### 1) 신체조성 측정

자동신장체중계(DS-102, JENIX, Korea)를 이용하여 신장(cm)과 체중(kg)을 측정하였고, 신장의 제곱을 체중으로 나누어 BMI(Body mass index)를 산출하였다. 체성분 분석기(Inbody 430, Inbody, Korea)를 이용하여 체지방량(kg), 체지방률(%), 제지방량(kg)을 측정하였다. 대상자는 측정 전 음식을 섭취하지 않은 상태로 4시간 이상 금식 후, 체성분 분석기 전극 판 위에 바르게 선 후, 양손은 전극을 각각 잡고 측정하였다.

#### 2) 등속성 근 기능 측정

등속성 근 기능 측정장비(Biodex System 4, BIODEX, USA)를 활용하여, 무릎관절의 굴곡과 신전의 단위체중당 최대우력과 총일량, 그리고 최대파워를 측정하였다. 각속도 60°/sec로 5회를 실시하여 단위체중당 최대우력을 통해 최

**Table 1.** The characteristics of study subjects.

No.	Name	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Lean body mass (kg)	Fat mass (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	% body fat (%)
1	BKY	27	173	73.1	33.6	141	24.4	19.3
2	JJH	22	174	70.4	32.8	13.0	23.3	18.4
3	LSW	23	170	67.9	32.9	9.9	23.5	14.6
4	NHS	24	183	91.4	39.7	22.2	27.3	24.3
5	SYJ	24	181	92.9	39.5	24.0	28.4	25.8
6	KCB	24	176	88.3	41.8	15.8	28.5	17.9
7	CCM	23	180	75.3	35.7	12.8	23.2	16.9
8	JWH	20	172	87.9	39.0	20.5	29.7	23.3
9	UKS	25	175	79.7	33.3	20.8	26.0	26.1
10	LSJ	28	180	85.0	38.3	18.1	26.2	21.2

대근력을 평가하였고, 180°/sec로 26회를 실시하여 총 일량(Joule)을 통해 근지구력을 평가하고, 평균파워(watts)를 통해 근 파워를 평가하였다[23]. 반복검사에 따른 근 피로의 영향을 제외하기 위해 호흡법 간 1시간의 간격을 두고 검사를 실시하였고, 개인별 두 가지 호흡법 적용 순서는 무작위로 배정하여 측정하였다.

### 3) 자세 안정성 측정

자세 안정성은 (ZebriS FDM-S, Germany)를 활용하여 측정하였다. 정적 및 동적 자세 안정성의 난이도 차이를 구분하기 위해 양발과 한발(주측)로 각각 측정하였고, 시각적 피드백의 영향에 차이를 구분하기 위해 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태로 측정하였다. 측정은 대상자가 측정 플레이트 위에 서서 브레이싱과 할로잉 호흡법으로 60초간 눈 뜨고 양발 서기, 눈 감고 양발 서기, 눈 뜨고 한발 서기, 눈 감고 한발 서기 동작을 실시하였으며 호흡법과 동작은 무작위로 배정하여 측정을 진행하였다. 측정 중 발이 발판에서 떨어지거나 손을 땅에 짚는 경우, 자세 안정성의 손실로 판단하여 측정을 중단하였으며, 측정 동작간 1분 간 휴식 후 연속하여 진행하였다[24].

자세 안정성 평가를 위해 COP(center of pressure; 이하 COP) path length와 COP mean speed 측정변인을 활용하였다. COP path length는 균형을 유지하는 동안 압력중심(COP)의 경로의 총 길이를 나타내는 변인으로 신체 균형의 미세 조절능력을 측정한 지표로 길이가 짧을 수록 안정적인 자세 안정성을 나타내는 것으로 평가한다. COP mean speed는 자세 안정성 측정 동안 중심 압력의 이동 속도의 평균값을 나타내는 변인으로 신체의 동적 균형 조절 능력을 나타내는 지표로 낮은 평균 속도는 안정적인 균형상

태로 평가하였다[25].

### 4) 호흡법 교육

호흡법 교육은 실험 전 수회의 사전 호흡법 교육을 실시하였고, 호흡법 당 각 15분씩 실시하였고, 브레이싱 호흡법과 할로잉 호흡법 모두 흡기와 호기를 5초간 유지하도록 지시하였으며, 호흡 사이에 10초간 휴식을 주었다.

#### (1) 브레이싱 호흡법

호기 시 복부를 팽창시키며 힘을 주어 심부근육을 수축하도록 교육하였다. 이 때 몸통의 근육이 밖으로 퍼져나가는 것을 육안으로 확인할 수 있도록 하였다[17]. 교육 시 자세는 무릎을 구부리고 편하게 누운 자세에서 진행하였으며, 흡기 시 코로 들며 마시고, 호기 시 입으로 내쉬도록 교육하였다. 보다 정확한 호흡법 교육을 위해 압력계(Pressure biofeedback unit Stabilizer, Chattanooga, USA)를 활용하였으며, 호흡 시작 시 40mmHg로 맞추어 시작하였고 호기 시 압력을 70mmHg로 상승시켜 유지하도록 하였다 [26].

#### (2) 할로잉 호흡법

흡기 시 척추, 늑골 그리고 골반의 움직임 없이 배꼽을 천천히, 부드럽게 안쪽으로 넣으며 위쪽으로 올리도록 교육하였다[27]. 이는 육안으로 확인할 수 있으며 호흡법을 하는 동안 소변을 참듯이 아랫배를 천천히 안쪽으로 넣고, 골반바닥근을 위쪽으로 당겨 함께 수축 할 수 있도록 지도하였다[28]. 교육 시 브레이싱과 동일하게 자세는 무릎을 구부리고 편하게 누운 자세에서 진행하였으며, 흡기 시 코로 호흡하고 호기 시 입으로 진행하도록 교육하였다. 보다 정

확한 호흡법 교육을 위해 압력계(Pressure biofeedback unit Stabilizer, Chattanooga, USA)를 활용하였으며, 시작 시 60mmHg의 압력을 맞추고 시작하였고 호기 시 압력을 70mmHg로 상승시켜 유지하도록 하였다[26].

### 3. 자료처리

이 연구의 자료처리는 SPSS ver. 21.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 복부 브레이싱과 복부 할로잉 호흡법의 차이가 하지 근 기능과 자세 안정성에 미치는 영향을 검증하기 위해 정규분포를 가정하지 않고 원자료를 서열화하여 검증하는 비모수 통계방법인 윌콕슨 부호-순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 실시하였다. 이는 동일집단을 대상으로 복부 브레이싱과 복부 할로잉 호흡법을 무작위 배정하여 반복 측정하고, 10명의 적은 대상자를 대상으로 설계된 본 연구의 특성을 고려하여 선택된 자료처리 방법으로 모든 통계학적 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

## 연구결과

### 1. 호흡법에 따른 무릎관절의 등속성 근기능 차이

#### 1) 단위체중당 최대근력(60°/sec, Peak torque/BW) 차이

복부 호흡법 차이에 따른 무릎관절의 등속성 최대근력 비교에서 할로잉 집단과 브레이싱 집단 간 우측 굴곡력의 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 우측 신전력 ( $p < .01$ ), 좌측의 굴곡력( $p < .05$ )과 신전력( $p < .01$ )에서 브레이싱 집단이 할로잉 집단 보다 높은 수준을 보이며 통계적 유의한 차이를 나타냈다. 더불어 모든 변인에서 브레이싱 집단이 할로잉 집단보다 높은 수준의 등속성 단위체중당 최대근력을 나타내는 경향성을 보였다.

**Table 2.** Differences in Knee Isokinetic maximal muscle strength according to the breathing methods.

Variable	Hollowing		Bracing		z	p	
	SD	Mean	SD	Mean			
Right (PT/BW (%))	Flex.	137.08	41.51	153.58	29.45	-1.886	.059
	Ext.	254.66	47.74	290.48	37.94	-2.805	.005**
Left (PT/BW (%))	Flex.	127.66	36.73	156.44	25.91	-2.293	.022*
	Ext.	233.67	54.29	289.12	37.74	-2.701	.007**

PT/BW: peak torque/ body weight, Flex.: Flexion, Ext.: Extension, \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

### 2) 근지구력(180°/sec, Total work) 차이

복부 호흡법 차이에 따른 무릎관절의 등속성 근지구력 비교에서 할로잉 집단과 브레이싱 집단 간 좌측 굴곡의 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 우측 굴곡력( $p < .05$ ), 우측 신전력( $p < .05$ ), 좌측의 신전력( $p < .05$ )에서 브레이싱 집단이 할로잉 집단 보다 높은 수준을 보이며 통계적 유의한 차이를 나타냈다. 더불어 모든 변인에서 브레이싱 집단이 할로잉 집단보다 높은 수준의 등속성 근지구력을 나타내는 경향성을 보였다.

**Table 3.** Differences in Knee Isokinetic muscle endurance according to the breathing methods.

Variable	Hollowing		Bracing		z	p	
	SD	Mean	SD	Mean			
Right (Joule)	Flex.	100.43	33.10	124.30	17.12	-2.395	.017*
	Ext.	160.86	27.33	182.51	32.25	-1.988	.047*
Left (Joule)	Flex.	94.49	35.01	111.32	22.65	-1.478	.139
	Ext.	156.59	32.90	179.44	25.21	-2.091	.037*

Flex.: Flexion, Ext.: Extension, \* $p < .05$

### 3) 근 파워(180°/sec, Average power) 차이

복부 호흡법 차이에 따른 무릎관절의 등속성 근파워 비교에서 할로잉 집단과 브레이싱 집단 간 우측 신전의 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 우측 굴곡력( $p < .05$ ), 좌측의 굴곡력( $p < .05$ )과 신전력( $p < .01$ )에서 브레이싱 집단이 할로잉 집단 보다 높은 수준을 보이며 통계적 유의한 차이를 나타냈다. 더불어 모든 변인에서 브레이싱 집단이 할로잉 집단보다 높은 수준의 등속성 근파워를 나타내는 경향성을 보였다.

**Table 4.** Differences in Knee Isokinetic muscle power according to the breathing methods.

Variable	Hollowing		Bracing		z	p	
	SD	Mean	SD	Mean			
Right (Watts)	Flex.	98.73	48.10	128.76	38.03	-2.395	.017*
	Ext.	164.68	15.00	186.94	32.42	-1.887	.059
Left (Watts)	Flex.	93.97	50.63	117.24	29.01	-2.191	.028*
	Ext.	157.04	34.83	187.41	22.51	-2.803	.005**

Flex.: Flexion, Ext.: Extension, \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

**Table 5.** Differences in Postural Stability according to the breathing methods.

Variable	Hollowing		Bracing		z	p		
	Mean	SD	Mean	SD				
COP path length (mm)	Open eyes	Single leg	2210.87	1044.94	2299.25	1526.88	-.051	.959
		Both leg	622.56	220.76	474.56	222.37	-1.376	.169
	Closed eyes	Single leg	4618.45	826.06	5013.39	2443.52	-.153	.878
		Both leg	662.48	425.65	533.17	198.22	-.255	.799
COP mean speed (mm/s)	Open eyes	Single leg	31.76	8.30	38.29	25.41	-.255	.799
		Both leg	10.35	3.68	7.90	3.69	-1.362	.173
	Closed eyes	Single leg	76.92	13.74	83.56	40.74	-.153	.878
		Both leg	11.04	7.08	8.90	3.31	-.153	.878

COP: Center of Pressure

## 2. 호흡법에 따른 자세 안정성의 차이

복부 호흡법 차이에 따른 자세 안정성 비교에서 할로잉 집단과 브레이싱 집단 간 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았으나 한발 서기 동작에서는 할로잉 집단이 COP path length와 COP mean speed 변인에서 우수한 자세 안정성 수준을 나타내는 경향성을 보였고, 양발 서기 동작에서는 브레이싱 집단이 COP path length와 COP mean speed 변인에서 우수한 자세 안정성 수준을 나타내는 경향성을 보였다.

## 논의

브레이싱 호흡법과 할로잉 호흡법의 차이가 하지 근기능과 자세 안정성에 미치는 영향을 검증한 본 연구결과 브레이싱 호흡법은 할로잉 호흡법에 비해 등속성 최대근력, 근지구력, 근파워 모두에서 통계적으로 유의하게 높은 수준을 나타냈다. 호흡법 간에 자세 안정성의 차이는 나타나지 않았으나 한발 서기 동작에서는 할로잉 호흡이 우수한 자세 안정성 수준을 나타내는 경향성을 보였고, 양발 서기 동작에서는 브레이싱 호흡이 우수한 자세 안정성 수준을 나타내는 경향성을 보였다.

등속성 근기능은 우측 굴곡에 대한 최대근력, 좌측 굴곡에 대한 근지구력, 우측 신전에 대한 근파워를 제외하고 호흡법에 따른 차이에 대한 통계적 유의성이 나타났으며 ( $p < .05$ ), 모든 변인에서 브레이싱 집단이 할로잉 집단보다 높은 수준의 등속성 근 기능을 나타내는 경향성을 보였다. 이는 브레이싱 호흡법이 할로잉 호흡법 보다 체간 표면 근육 및 엉덩이 근육의 조화를 통해 강한 힘과 안정성을 만들

수 있다는 보고[17], 브레이싱 호흡법이 할로잉 호흡법보다 복부 근육 두께 형성과 복부 근력을 발휘한다는 보고[29], 할로잉 호흡법은 빠른 움직임에 대한 반응이 느리다는 보고[22], 할로잉 호흡법은 국소 근육 활성화를 동적인 환경에서의 수행이 아닌, 국소 근육 활성화를 통한 정적 운동에 적합하다는 보고 [30]와 일치하는 결과이다. 이와 같이 선행연구 결과로 보아 브레이싱 호흡법은 할로잉 호흡법보다 하지 근기능을 활성화 시키며, 더 큰 힘을 발휘할 것으로 사료된다. 한편 우측 굴곡에 대한 최대근력, 좌측 굴곡에 대한 근지구력, 우측 신전에 대한 근파워에 대한 차이는 움직임 시 호흡법을 통한 복부 근육의 활성화 자세에 따라 달라지는 것[31]에서 기인한 것으로 판단된다.

자세 안정성은 모든 변인에서 호흡법에 따른 차이에 대한 통계적 유의성이 나타나지 않았으나, 한발 서기 동작에서는 할로잉 호흡이 우수한 자세 안정성을 나타냈고, 양발 서기 동작에서는 브레이싱 호흡이 우수한 자세 안정성 수준을 나타내는 경향성을 보였다. 할로잉 호흡법이 한발 서기에서 우수한 자세 안정성 수준을 보인 것은 할로잉 호흡법이 복부근육의 선택적 수축을 통한 체간 안정성을 만들어 내는데 효과적이라는 보고[11], 국소 근육 활성화를 통한 정적 안정성에 영향을 미친다는 보고[30]와 유사한 결과이다. 반면 할로잉 호흡법이 신체 동요를 감소시키기에 있어 브레이싱 호흡법보다 비효율적이고, 브레이싱 호흡법은 복직근의 등척성 수축을 활용한 척추의 비틀림 제거, 골반의 안정성 향상시킬 수 있다는 보고[18]와는 상반된 결과이다. 이러한 결과는 할로잉 호흡법이 골반바닥근을 함께 수축시켜 골반 정렬을 유지하고[32], 균형조절에 필요한 심부근육의 활성화[9]에 따른 것으로 사료된다. 브레이싱 호흡법이 양발

서기 동작에서 우수한 자세 안정성을 보인 것은 지지면 증가에 따른 표면 대 근육군 활성화와 하지 힘의 전달이 자세 안정성에 영향을 미친다는 보고[3], 하지의 근력과 무게중심이 자세 안정성에 직접적인 영향을 미친다는 보고[33]와 유사한 결과이며, 반면 자세 안정성은 체간에 직접적으로 붙어 있는 심부근육과 미세한 조절이 영향을 미친다는 보고[34]와는 상반된 결과이다. 이처럼 브레이싱 호흡법이 양발 서기 동작에서 우수한 자세 안정성 수준의 경향성을 보인 것은 기저면 증가에 따른 체간 근육의 정상적 활성화를 통해 복강내압 증가와 골반 및 늑골의 잠금 현상[18]에 따른 것으로 사료된다.

## 결론

브레이싱 호흡법과 할로잉 호흡법의 차이가 하지 근기능과 자세 안정성에 미치는 영향을 검증하여, 기능적 운동에 따른 효과적인 호흡법을 제시하고자 수행된 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 브레이싱 호흡 적용이 할로잉 호흡 적용 보다 높은 수준의 근력, 근지구력, 근파워를 발휘하는데 효과적일 것이다.

둘째, 통계적 유의미한 차이는 나타나지 않았으나, 경향성을 고려했을 때 양발 서기와 같은 낮은 수준의 자세 안정성이 필요한 동작 수행 시 브레이싱 호흡법이 할로잉 호흡법에 비해 긍정적 효과를 미칠 것으로 보여지며, 한발 서기와 같은 높은 수준의 자세 안정성이 요구되는 동작 수행 시 할로잉 호흡법이 브레이싱 호흡법에 비해 긍정적 효과를 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

이상의 결론으로 보아 브레이싱 호흡법은 강한 힘과 지지면이 확보된 안정적인 상태에서의 균형 능력에 대해 효과적인 호흡법으로 제시할 수 있으며, 할로잉 호흡법은 높은 수준의 균형 능력이 필요한 상황에서 호흡법으로 권장될 수 있을 것으로 보여진다. 한편 자세 안정성은 호흡법 뿐 아닌 측정 자세, 근 골격계의 영향을 받는 것으로 보고되므로 외재요인을 고려한 세분화된 기능적 균형움직임 동작 시 효과적인 호흡법에 대한 후속연구가 필요할 것으로 판단된다.

## Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85:86-92.
2. Unsgaard-Tøndel M, Fladmark AM, Salvesen, Vasseljen O. Motor control exercises, sling exercises, and general exercises for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. Phys Ther. 2010; 90(10):1426-1440.
3. Choi E, Kim H, Choi J. Effects of Core Stabilizer Exercise on Strength Balance of the Low Back Muscles and Balance of Lumbar Spine Muscle Activity in Weightlifter's Clean Motion. Korean Soc Wellness. 2016; 11(4):437-449.
4. Mirka GA, Marras WS. A stochastic model of trunk muscle coactivation during trunk bending. Spine. 1993; 18(11):1396-1409.
5. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. Am J Phys Med Rehabil. 2005; 84(6):473-480.
6. Kim N. The Effects of Core Muscle Strengthening Training on Isokinetic Leg Muscular Strength and Balance Control Ability of Female High School Soccer Players. Int J Hum Mov Sci. 2014; 53(4):495-504.
7. Papa JA. Clinical orthopaedic rehabilitation: an evidence-based Approach—Third edition. J Can Chiropr Assoc. 2012; 56(3):234.
8. Maeo S, Takahashi T, Takai Y, Kanehisa H. Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises. J Sports Sci Med. 2013; 12(3):467.
9. Aruin AS, Kanekar N, Lee YJ, Ganesan M. Enhancement of anticipatory postural adjustments in older adults as a result of a single session of ball throwing exercise. Exp Brain Res. 2015; 233:649-655.
10. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. Curr Sports Med Rep. 2008; 7(1):39-44.
11. Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. J Appl Physiol. 2000; 89(3):967-976.
12. Kolář P, Šulc J, Kynčl M, et al. Postural function of the dia-

- phragm in persons with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012; 42(4):352-362.
13. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther.* 2013; 8(1):62.
  14. Cholewicki J, Juluru K, McGill SM. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *J Biomech.* 1999; 32(1):13-17.
  15. Essendrop M, Andersen T, Schibye B. Increase in spinal stability obtained at levels of intra-abdominal pressure and back muscle activity realistic to work situations. *Appl Ergon.* 2002; 33(5):471-476.
  16. Richardson C, Jull G, Toppenberg R, Comerford M. Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: a pilot study. *Aus J Physiother.* 1992; 38(2):105-112.
  17. McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001; 29(1):26-31.
  18. McGill SM, Karpowicz A. Exercises for spine stabilization: motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90(1):118-126.
  19. Ja H. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. *Spine.* 1996; 21:2640-2630.
  20. Parfrey K, Gibbons SG, Drinkwater EJ, Behm DG. Effect of head and limb orientation on trunk muscle activation during abdominal hollowing in chronic low back pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15:1-12.
  21. Arab AM, Chehrebrazi M. Ultrasound measurement of abdominal muscles activity during abdominal hollowing and bracing in women with and without stress urinary incontinence. *Man Ther.* 2011; 16(6):596-601.
  22. Vera-Garcia FJ, Elvira JL, Brown SH, McGill SM. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007; 17(5):556-567.
  23. Jung H, Choi D, Kim B, Lee S, Kim J, Jung J. A study on the effect of performance of kicks in Taekwondo on isokinetic muscle functions and anaerobic power. *J Coach Dev.* 2012; 14(2):39-49.
  24. Yang H, Lee K. Comparison of the Balance Relations Between Healthy Subjects and Patients With Chronic Low Back Pain. *Korean Res Soc Phys Ther.* 2002; 9(2):1-17.
  25. Jaworski J, Kołodziej E. Assessment of postural stability using the Zebris Platform in women above the age of 60. *J Kinesiol Exerc Sci.* 2020; 30(92):13-18.
  26. Lee JM, Yi CH, Kwon OY, Jeon HS. The effect of lumbar stabilization exercise for caregivers with chronic low back pain. *Phys Ther Korea.* 2011; 18(2):9-17.
  27. Richardson C, Jull G. Muscle control–pain control. What exercises would you prescribe? *Man Ther.* 1995; 1(1):2-10.
  28. Critchley D. Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiother Res Int.* 2002; 7(2):65-75.
  29. Koh HW, Cho SH, Kim CY. Comparison of the effects of hollowing and bracing exercises on cross-sectional areas of abdominal muscles in middle-aged women. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26(2):295-299.
  30. Faries MD, Greenwood M. Core training: stabilizing the confusion. *Strength Cond J.* 2007; 29(2):10-25.
  31. Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, Story IH. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther.* 2005; 10(2):144-153.
  32. Norris C. Functional load abdominal training: part 2. *Phys Ther Sport.* 2001; 2(3):149-156.
  33. Koo M. Effects that chiropractic manipulation on posture by measuring foot pressure. Master's thesis Hanseo University, Seosan. 2013.
  34. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway bio-feedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988; 69(6):395-400.