

만성뇌졸중 환자의 최대 호기와 배 안으로 밀어 넣기가 복부근육두께에 미치는 효과

서동권 · 김지선†

건양대학교 의과대학 물리치료학과, ¹경운대학교 보건대학 물리치료학과

A comparison of the Effects on Abdominal Muscles between the Abdominal Drawing-in Maneuver and Maximal Expiration in Chronic Stroke Patients

Dong-Kwon Seo, PT, PhD · Ji-Seon Kim, PT, PhD†

Department of Physical Therapy, College of Medical Sciences, Konyang University

¹Department of Physical Therapy, College of Health, Kyungwoon University

Received: August 24, 2015 / Revised: August 26, 2015 / Accepted: September 8, 2015

© 2015 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Although the abdominal drawing-in maneuver is commonly used in clinical training for trunk stability, performing this procedure in stroke patients is difficult; instead, maximal expiration can be much easily performed in stroke patients. In the present study, we first aimed to demonstrate the effects of the abdominal drawing-in maneuver and maximal expiration on trunk stability in stroke patients. Moreover, we compared the thickness of the transverse abdominal, internal oblique, and external oblique muscles on the paretic and non-paretic sides.

METHODS: We used ultrasonography to measure the change in the thickness of the transverse abdominal, internal oblique, and external oblique muscles on the paretic and

non-paretic sides at rest, while performing the abdominal drawing-in maneuver, and while performing maximal expiration in 23 stroke patients. The ratio of muscle thickness between different conditions was estimated and included in the data analysis (abdominal drawing-in maneuver / at rest and, maximal expiration / at rest).

RESULTS: The ratio of the thickness of the transverse abdominal, internal oblique and external oblique muscles during maximal expiration was significantly different on the paretic side ($p < 0.05$). The ratio of muscle thicknesses on the non-paretic side was greater during maximal expiration than during the abdominal drawing-in maneuver, although this difference was not significant ($p > 0.05$).

CONCLUSION: Our results suggest that maximal expiration more effectively increased the abdominal muscle thickness on the paretic side. Hence, we recommend the application of maximal expiration in clinical trunk stability training on the paretic side of stroke patients.

Key Words: Abdominal drawing-in maneuver, Maximal expiration, Stroke, Trunk stability, Ultrasonography

†Corresponding Author : corehpt@gmail.com

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

뇌졸중 환자들에게 재활의 목적은 거의 대부분 제한된 일상생활활동(activities of daily living)의 회복이라고 볼 수 있다(Verheyden 등, 2007). 뇌졸중 후 체간에 발생하는 감각과 운동의 장애는 기능적인 움직임과 많은 연관성을 보이고 있다(Karatas 등, 2004; Ryerson 등, 2008). 체간은 신체의 중심으로 체간 조절 능력은 균형, 보행, 사지의 기능적 움직임과 밀접한 관련이 있다(Karthikbabu 등, 2011). 따라서 뇌졸중으로 인한 체간 조절 능력의 장애는 일상생활활동의 제한을 초래하게 된다(Nelles 등, 1999; Verheyden 등, 2006).

배가로근(transverses abdominal muscle), 배속빗근(internal oblique)은 중요한 체간 근육으로 배바깥빗근(external oblique)과 함께 바깥 복부층을 형성한다(Hodges와 Richardson, 1997). 이중 배가로근과 배속빗근은 복부 속근육으로 균형과 자세 조절에 있어 중요한 역할을 한다(Verheyden 등, 2007). 또한 팔, 다리의 움직임 시 사지보다 먼저 수축하여 체간의 안정성을 제공해 팔, 다리의 원활한 움직임을 돕는다(Hodges와 Richardson, 1997). 따라서 복부 속근육 강화 운동은 뇌졸중 환자의 재활에 중요한 부분을 차지한다(Karthikbabu 등, 2011).

배 안으로 밀어 넣기(Abdominal drawing-in maneuver)는 배속빗근과 배바깥빗근의 수축을 최소화하며 배가로근만을 선택적으로 수축하기 위한 운동으로 임상에서 널리 활용되고 있다(Richardson과 Jull, 1995; Teyhen 등, 2005; Urquhart 등, 2005). 배 안으로 밀어 넣기는 배가로근만 선택적으로 수축하는 아주 미세한 근육의 움직임을 요구하는 동작으로(Urquhart 등, 2005) 정확한 배 안으로 밀어 넣기를 실행하는 것은 정상인에게도 매우 힘든 것으로 알려져 있다(Richardson 등, 2002).

배가로근을 포함한 복부 근육들은 호흡근의 역할도 가지고 있는데(Hodges 등, 1997; Ishida 등, 2012) Ishida 등(2012)은 정상인을 대상으로 한 연구에서 최대 호기가 배 안으로 밀어 넣기 동작보다 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 상호 활성화(coactivation)를 위한 훈련 방법으로 효과적이라고 하였다. 또한 최대 호기가 복부의 바깥과 속근육의 상호 활성화를 유발하여 동적이고 기

능적인 훈련을 위한 방법으로 더 유용하다고 하였다(Behm 등, 2010).

배가로근 등 복부 근육들은 체간 조절을 위한 중요한 근육으로 뇌졸중 환자의 재활에 있어 임상 치료사들이 중요하게 인식하고 있다. 정확한 동작 수행의 어려움에도 불구하고 이들 근육의 훈련 방법으로 배 안으로 밀어 넣기 동작이 집중적으로 사용되고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 마비측과 비마비측의 배가로근, 배속빗근 그리고 배바깥빗근의 대칭성과 배 안으로 밀어 넣기 동작과 최대 호기 시 이들 근육의 두께 변화를 알아보고 본 연구 결과를 바탕으로 만성 뇌졸중 환자의 복부 근육 활성화를 위한 효과적인 훈련 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 대전광역시 Y병원에 입원중인 환자 중 본 연구의 참여에 동의한 총 23명(남자: 17명, 여자: 6명)을 그 대상으로 실시하였다. 구체적인 대상자의 선정기준은 다음과 같다. 발병기간 6개월 이상의 만성 뇌졸중 환자, 치료사의 지시 내용을 이해할 수 있는 인지 수준을 가진 자(한국판 간이 정신 상태검사[mini-mental state examination-Korean version]24점 이상), 심호흡계 질환이 없는 자를 그 대상으로 하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다.

2. 측정도구 및 방법

배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께 측정을 위해 7.5 MHz 선형 탐촉자(linear transducer) 초음파 기기(MySono U5, Samsung Medison Co., Seoul, Korea)를 사용하였다. 측정 시 자세는 대상자들이 머리에 베개를 베고 고관절과 슬관절을 60도 굴곡하고 바로 누운 자세(crook-lying)에서 측정을 시작하였다. 양팔은 체간과 평행하게 침대 위에 나란히 위치하게 하거나 가슴 위에 올리도록 하였다. 요추는 중립 위치(neutral position)를 유지하도록 하였다. 측정은 휴식 시, 배 안으로 밀어 넣기

Table 1. Characteristics of subjects

Variables	Mean ± SD
Age(yr)	61.78±10.95
Height(cm)	163.65±10.05
Weight(kg)	63.09±11.10
Time since stroke(months)	13.78±9.06
Gender(male/female)	17/6
Type of stroke(hemorrhage/infarction)	6/17
Paretic side(left/right)	12/11

동작 시, 최대 호기 시에 실시하였다. 배 안으로 밀어 넣기 동작 시 대상자들에게 “숨을 내쉬 후 배꼽이 등쪽으로 움직이도록 하세요.”라고 지시하였다(Richardson과 Jull, 1995). 최대 호기 시에는 “할 수 있는 한 최대한으로 숨을 내쉬세요.”라고 지시하였다. 휴식 시, 배 안으로 밀어 넣기 동작 시, 최대 호기 시 동작의 마지막에서 자세를 5초간 유지한 상태에서 측정을 실시하였다(Ishida 등, 2012). 초음파 탐촉자는 12번째 갈비뼈와 장골능 사이 액와선에서 2.5cm 내측으로 위치하도록 하였다. 근육의 두께 측정은 초음파 모니터 영상에서 배가로근 근막 끝(muscle-fascia junction)에서 1.5cm 떨어진 부위까지 수평선을 그은 후 이 선과 수직이 되는 부위에서 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께를 측정하였다(Hodges 등, 2003; Mannion 등, 2008). 휴식 시, 배 안으로 밀어 넣기 동작 시, 최대 호기 시 세 가지 동작에서 좌우 양측 모두 각각 3번 반복 측정하였다. 측정 방향과 동작은 무작위로 실시하였고 근 피로도를 최소화하기 위해 한쪽 측정 후 3분간 휴식시간을 갖도록 하였다(Teyhen 등, 2005). 모든 측정은 한 명의 측정자가 실시하였다. 안정 시 측정된 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근은 다른 동작과 비교하여 변화된 값을 알아보기 위한 기초값으로 사용하였다. 배 안으로 밀어 넣기 동작 시와 최대 호기 시 각 근육의 두께 변화 비를 알아보기 위하여 배 안으로 밀어 넣기 동작/휴식, 최대 호기/휴식의 계산방법을 사용하였다(Ishida 등, 2012).

3. 통계처리

통계분석은 윈도우용 SPSS 18.0을 이용하여 분석하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 평균과 표준편차로 나타났다. 각 근육의 좌우 대칭성 비교를 위해 독립 t 검정(independent t-test)을 실시하였고, 각 근육별 동작에 따른 두께 변화 비를 알아보기 위해 대응 t 검정(paired t-test)을 실시하였다. 자료의 통계학적 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 마비측과 비마비측의 복부근육 대칭성 비교

각 근육별 마비측과 비마비측의 대칭성을 비교해 본 결과 휴식 시, 배 안으로 밀어 넣기 동작 시, 최대 호기 시 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근 모두 비마비측이 마비측에 비해 근육의 두께가 더 큰 경향을 보였으나 유의한 차이를 보이지는 않았다($p>.05$)[Table 2]. 즉, 마비측과 비마비측의 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께가 비대칭적인 것을 알 수 있었다.

Table 2. Comparison of symmetry both side

	paretic side	nonparetic side	t
TrA(cm)			
rest	0.293±0.12	0.363±0.14	-1.816
ADIM	0.378±0.14	0.459±0.20	-1.589
ME	0.437±0.23	0.499±0.21	-0.977
IO(cm)			
rest	0.688±0.43	0.755±0.40	-.543
ADIM	0.702±0.38	0.829±0.40	-1.104
ME	0.757±0.35	0.864±0.39	-0.976
EO(cm)			
rest	0.488±0.28	0.585±0.47	-.849
ADIM	0.512±0.34	0.570±0.33	-.585
ME	0.562±0.34	0.582±0.34	-.197

Values are mean±SD, * $p<0.05$

TrA : Transverse abdominal muscle. IO : Internal oblique muscle. EO : External oblique muscle. ADIM : Abdominal draw-in maneuver. ME : Maximal expiration

2. 배 안으로 밀어 넣기 동작과 최대 호기가 복부근육 두께비에 미치는 효과

배 안으로 밀어 넣기 동작과 최대 호기 시 마비측과 비마비측의 근육별 두께 변화 비를 비교하였다. 마비측과 비마비측 모두 배 안으로 밀어 넣기 동작 시보다 최대 호기 시에 모든 근육의 두께 변화 비가 증가한 경향을 보였다. 마비측의 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께 변화 비에서 모두 유의한 차이를 보였으나 ($p<.05$) 비마비측은 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p>.05$)[Table 3].

Table 3. Comparison of ratio both side

	ADIM	ME	t
TrA			
paretic side	1.324±0.26	1.486±0.38	-2.370*
nonparetic side	1.267±0.24	1.392±0.24	-1.889
IO			
paretic side	1.045±0.20	1.171±0.29	-2.340*
nonparetic side	1.113±0.15	1.177±0.27	-1.585
EO			
paretic side	1.037±0.23	1.166±0.26	-2.622*
nonparetic side	1.067±0.20	1.093±0.25	-.593

Values are mean±SD, * $p<.05$

TrA : Transverse abdominal muscle. IO : Internal oblique muscle. EO : External oblique muscle. ADIM : Abdominal draw-in maneuver. ME : Maximal expiration

IV. 고 찰

뇌졸중 환자의 재활에 있어 배가로근 등을 포함한 복부 근육의 안정성은 제한된 일상생활활동의 회복에 중요한 영향을 미친다. 복부 근육의 수축을 위한 훈련 방법으로 최대 호기가 효과적인 것으로 보고되고 있다 (Ishida 등, 2012). 이에 본 연구는 만성 뇌졸중 환자들에게 배 안으로 밀어 넣기와 최대 호기를 적용한 후 마비측과 비마비측의 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 시행하였다. 연구의 결과 배 안으로 밀어 넣기보다 최대 호기가 마비

측 복부 근육의 두께 증가에 효과적인 것으로 나타났다.

배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근은 체간의 안정성에 중요한 역할을 하며(Verheyden 등, 2007) 균형, 보행과 같은 기능적인 동작 시 이들 근육의 선행적인 수축이 필요하다(Hodges와 Richardson, 1997). 임상에서 이들 근육의 회복을 위한 훈련 방법으로 배 안으로 밀어 넣기 동작이 주로 이용되고 있다(Jull과 Richardson, 2000). 하지만, 뇌졸중 환자는 배 안으로 밀어 넣기 동작 수행 시 마비측과 비마비측이 비대칭적으로 수축한다고 하였다(Park 등, 2012). 따라서 뇌졸중 환자들에게 체간 안정성 확보를 위해 배 안으로 밀어 넣기보다 수행하기 용이한 방법의 선택이 필요하다. 최대 호기 동작이 배 안으로 밀어 넣기보다 효과적으로 배가로근의 수축을 유도하는 것으로 알려져 있다(Hides 등, 2009; Teyhen 등, 2009; Ishida 등, 2012). 이러한 점을 고려해 보았을 때 뇌졸중 환자들에게 최대 호기를 이용한 방법이 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 수축을 위한 방법으로 더 효과적일 것으로 생각된다.

본 연구에서 환자들의 복부 근육의 두께 변화를 평가하기 위해 초음파 기기를 사용하였다. 초음파를 이용한 평가는 비침습적이고 측정이 간단하고 용이하며 표면 근전도를 이용한 평가 시 나타나는 주변 근육의 혼선(cross-talk)이 없어 측정 오차를 최소화 할 수 있는 방법이다(Peschers 등, 2001). 신뢰도와 타당도 또한 높아 최근 복부 근육의 두께 변화를 알아보기 위해 널리 사용되는 방법이다(Richardson 등, 2004; Hides 등, 2006).

본 연구의 주된 결과는 마비측과 비마비측의 복부 근육의 두께가 비대칭적인 경향을 보였으며 최대 호기 동작이 배 안으로 밀어 넣기보다 마비측 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께 증가에 효과적이었던 것이다. 즉 최대 호기 동작이 배 안으로 밀어 넣기보다 뇌졸중 환자들의 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 활성화에 도움이 되었다는 것을 의미한다. 이는 정상인을 대상으로 한 선행 연구들에서 최대 호기가 배가로근의 수축에 효과적이었던 결과와 일치한다(Misuri 등, 1997; Behm 등, 2010; Ishida 등, 2012). 배 안으로 밀어 넣기는 배바깥빗근, 배속빗근의 수축은 최소화한 상태에서 배가로근의 수축을 최대한 유도할 수 있도록 하는

신경근 조절(neuromuscular control) 방법이다(Richardson과 Jull, 1995; Teyhen 등, 2005; Urquhart 등, 2005). 뇌졸중은 감각과 운동의 장애를 동반하는 질환(Karatas 등, 2004; Ryerson 등, 2008)으로 마비측 체간 근육의 활성화에 영향을 미치며 체간 및 사지 근육의 약화로 인해 운동 시 많은 제약을 받는다(Marsden 등, 2013). 즉 뇌졸중 환자들은 최대 호기보다 운동 조절 방법인 배 안으로 밀어 넣기 동작의 수행이 어려워 나타나는 결과로 보여진다. 따라서 뇌졸중 환자의 체간 안정성 회복을 위한 운동 방법으로 최대 호기가 효과적으로 적용될 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 적은 수의 환자를 대상으로 하여 본 연구의 결과를 모든 뇌졸중 환자들에게 일반화하기에는 어려움이 있다. 둘째, 본 연구는 훈련 적용 후 즉각적인 변화를 측정하였으며 추적조사가 이루어지지 않아 장기간의 훈련 효과를 알 수 없다. 따라서 향후 연구에서는 본 연구의 제한점을 보완하여 만성 뇌졸중 환자의 복부 근육 기능 회복을 위한 훈련 방법에 대한 연구가 지속적으로 이어져야 할 것이다.

V. 결론

뇌졸중 환자들은 마비측 체간 근육 약화로 균형, 보행 등과 같은 기능적인 장애를 동반하게 된다. 임상에서 체간 근육의 안정화를 위한 운동 방법으로 배 안으로 밀어 넣기를 동작이 많이 사용된다. 하지만 정확한 배 안으로 밀어 넣기 동작의 실행에는 많은 어려움이 있다. 본 연구의 결과 최대 호기 동작이 마비측 체간 근육의 두께 증가에 효과적인 것을 알 수 있었다. 따라서 임상에서 뇌졸중 환자의 마비측 체간 근육 강화를 위한 중재 방법으로 최대 호기가 효과적으로 사용될 수 있을 것이라 생각되며, 이에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

References

- Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, et al. The use of instability to train the core musculature. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35(1):91-108.
- Hides J, Wilson S, Stanton W, et al. An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during “drawing-in” of the abdominal wall. *Spine.* 2006;31(6):175-8.
- Hides JA, Belavý DL, Cassar L, et al. Altered response of the anterolateral abdominal muscles to simulated weight-bearing in subjects with low back pain. *Eur Spine J.* 2009;18(3):410-8.
- Hodges PW, Gandevia SC, Richardson CA. Contractions of specific abdominal muscles in postural tasks are affected by respiratory maneuvers. *J Appl Physiol.* 1997;83(3):753-60.
- Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve.* 2003;27(6):682-92.
- Hodges PW, Richardson CA. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res.* 1997;114(2):362-70.
- Ishida H, Hirose R, Watanabe S. Comparison of changes in the contraction of the lateral abdominal muscles between the abdominal drawing-in maneuver and breathe held at the maximum expiratory level. *Man Ther.* 2012;17(5):427-31.
- Jull GA, Richardson CA. Motor control problems in patients with spinal pain: a new direction for therapeutic exercise. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000;23(2):115-7.
- Karatas M, Cetin N, Bayramoglu M, et al. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83(2):81-7.

- Karthikbabu S, Rao BK, Manikandan N, et al. Role of trunk rehabilitation on trunk control, balance and gait in patients with chronic stroke: a pre-post design. *Neurosci Med* 2011;2:61-7.
- Mannion AF, Pulkovski N, Gubler D, et al. Muscle thickness changes during abdominal hollowing: an assessment of between-day measurement error in controls and patients with chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2008;17(4):494-501.
- Marsden JF, Hough A, Shum G, et al. Deep abdominal muscle activity following supratentorial stroke. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(4):985-90.
- Misuri G, Colagrande S, Gorini M, et al. In vivo ultrasound assessment of respiratory function of abdominal muscles in normal subjects. *Eur Respir J*. 1997;10(12):2861-7.
- Nelles G, Spiekermann G, Jueptner M, et al. Reorganization of sensory and motor systems in hemiplegic stroke patients. A positron emission tomography study. *Stroke*. 1999;30(8):1510-6.
- Park HJ, Shin WS, Oh DW. The Study of Asymmetrical Contraction of the Lateral Abdominal Muscles in Stroke Patients Using Ultrasound Imaging. *J Korean Soc Phys Med*. 2012;7(3):319-27.
- Peschers UM, Gingelmaier A, Jundt K, et al. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 2001;12(1):27-30.
- Richardson CA, Hides JA, Wilson S, et al. Lumbo-pelvic joint protection against antigravity forces: motor control and segmental stiffness assessed with magnetic resonance imaging. *J Gravit Physiol*. 2004;11(2):P119-22.
- Richardson CA, Jull GA. Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Man Ther*. 1995;1(1):2-10.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*. 2002;27(4):399-405.
- Ryerson S, Byl NN, Brown DA, et al. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *J Neurol Phys Ther*. 2008;32(1):14-20.
- Teyhen DS, Bluemle LN, Dolbeer JA, et al. Changes in lateral abdominal muscle thickness during the abdominal drawing-in maneuver in those with lumbopelvic pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(11):791-8.
- 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.
- Urquhart DM, Hodges PW, Story IH. Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. *Gait Posture*. 2005;22(4):295-301.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Van de Winckel A, et al. Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clin Rehabil*. 2007;21(5):387-94.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijten S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil*. 2006;20(5):451-8.