Journal of Korean Medicine Rehabilitation Vol. 29 No. 2, April 2019
pISSN 1229-1854 eISSN 2288-4114
https://doi.org/10.18325/jkmr.2019.29.2.189

JKMR
Original Article

뇌졸중 환자의 교각 운동 시 슬링 줄의 종류에 따른 장력 비교

장권욱* · 장종성†
큰사랑요양병원 물리치료실*, 영남이공대학교 물리치료과†

Comparison of Tension According to the Type of Sling Cord during the Bridging Exercise with Sling in Stroke Patients

Gwonuk Jang, P.T., Ph.D.*, Jongsung Chang, P.T., Ph.D.†
Department of Physical Therapy, Keunsarhang Hospital*, Department of Physical Therapy, Yeungnam University College†

RECEIVED March, 14, 2019
REVISED April, 5, 2019
ACCEPTED April, 9, 2019

CORRESPONDING TO
Jongsung Chang, Department of Physical Therapy, Yeungnam University College,
170 Hyeongchung-ro, Nam-gu, Daegu 42415, Korea

TEL (053) 650-9704
FAX (053) 629-5048
E-mail changjs@ync.ac.kr

Copyright © 2019 The Society of Korean Medicine Rehabilitation

Objectives The purpose of this study was to examine comparison of tension according to the type of sling cord during the bridging exercise with sling in stroke patients.
Methods Twenty six stroke patients were recruited for this study. Subjects were randomly performed sling bridging exercise with three types of sling cords such as nonelastic cord with affected side-nonelastic cord with non affected side (NC-NC), nonelastic cord with affected side-elastic cord with non affected side (NC-EC), and elastic cord with affected side-nonelastic cord with non affected side (EC-NC). They were measured tension with a tensiometer of sling cord during the bridging exercise with sling.
Results The tension of sling cord was significantly different in affected side, non affected side, and tension ratio of affected side/non affected side. There were significant differences tension in NC-EC from NC-NC and EC-NC and the NC-EC method was increased tension of affected side and decreased tension of non affected side.
Conclusions These results showed that the NC-EC method was improved the symmetry of affected side and non affected side. Sling exercise with appropriate type of sling cord should be increased activities of affected side and improved recovery in stroke patients. **(J Korean Med Rehabil 2019;29(2):189-194)**

Key words Bridging exercise, Stroke, Tension, Type of sling cord

서론»»»

뇌졸중은 암, 심장병과 함께 주요 사망 원인의 하나로써 유병률이 점차 증가하고 있으며, 생존율은 높아지고 있으나 기능 장애로 인한 많은 치료비가 지불되고 있다[1,2]. 뇌의 병변 부위에 따라 손상된 뇌의 반대쪽에 감각 및 운동 장애와 같은 신경학적 손상을 일으키며, 특히 뇌졸중으로 인한 운동결함은 뇌 손상 반대쪽 신체에 발생하는 편마비가 나타난다[3,4]. 또한 이러한 근육의 약화와 운동기능의 손상으로 인하여 팔다리의 움직임이 감소되고 일생상활을 어렵게 한다[5,6]. 특히 뇌졸중 환자는 비대칭적인 자세와 신체의 균형으로 인하여 이차적인 자세 조절이나 섬세한 기능 결함 등의 문제점이 있다[7-9].

뇌졸중 환자의 비대칭적인 몸통과 팔다리의 자세는 치료 과정에서 손상되지 않은 쪽의 근육을 많이 사용하게 됨에 따라 정상적인 자세 조절이나 재활 과정이 만족스럽지 않게 나타나게 된다[6]. 뇌졸중 환자의 몸통 근육의 약화는 기능적 능력을 제한하고, 좌우 비대칭, 균형 및 보행 능력의 감소와 일상생활 활동을 저하시키는 요인이 된다[7,8]. 따라서 몸통 근육의 근력 강화는 자세 조절, 균형 및 보행 능력을 향상시키기 위해 중요한 요소이다[3].

몸통 근력을 강화하는 것은 뇌졸중 후 환자의 심부 근

육을 강화시키고 균형 회복을 촉진시키기 때문에 임상적으로 많이 사용되는 치료 방법이다[2,5,8-12]. 이러한 몸통의 심부 근육의 근력을 향상시키고 근육의 단면적을 증가시키기 위해 불안정면이나 안정면 훈련을 많이 이용하고 있으며 불안정한 지지면에서의 훈련은 심부 근육을 안정시키고 운동 단위의 활성을 증가시켜 안정적인 지지면보다 근육의 안정성을 개선시키는 데 효과적이다[13-21]. 따라서 최근 많이 사용되고 있는 슬링운동은 불안정한 지지면에서 몸통의 근력을 강화시키기 위해 사용되는 운동 방법이다. 이러한 슬링운동은 슬링 장비의 도움을 받아 몸통의 필요한 근육을 활성화시키고 불필요한 부분을 억제시키는 방법으로 사용되며 불안정한 지지면의 슬링운동에 적용되는 줄에는 탄력이 있는 줄과 탄력이 없는 줄로 구분되어 환자에게 적절한 운동을 적용하게 된다[9,10].

최근 연구에서 슬링운동이 뇌졸중 환자의 몸통 안정성을 향상시키고 균형능력 및 보행을 향상시킨다는 연구 등이 활발하게 이루어지고 있어 근골격계 손상 환자뿐만 아니라 신경계 손상 환자에도 폭 넓게 이용되고 있으며[3,11,16,19,20,22-24], 안정된 지지면과 슬링과의 비교 연구도 진행되고 있다[5,25,26]. 그러나 슬링운동에 적용되는 줄의 특성에 따라 많은 운동의 변화를 적용할 수 있으나 슬링 줄의 종류에 따른 연구와 뇌졸중 환자의 손상측과 비손상측의 선택적인 근력 운동을 실험한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 슬링운동을 적용하는 슬링 줄의 종류에 따라 양쪽 다리에 작용하는 장력의 양을 비교하여 뇌졸중 환자의 슬링운동에 고려해야 될 줄의 특성을 검증하고자 하였다.

대상 및 방법»»»

1. 연구 대상

본 연구는 대구광역시 큰사랑요양병원에 입원 환자 중 뇌졸중으로 진단받고 6개월 이상 경과된 환자 26명을 대상으로 하였다. 또한 한국형 간이 정신상태 검사(Mini-Mental Status Examination-Korea, MMSE-K) 점수가 24점 이상으로 의사소통이 가능한 자, 슬링을 통한 교각 운동을 수행할 수 있는 다리의 평균 도수근력검사 등급이 양(Fair) 이상이며 정형 외과적 문제가 없는 자를 대상으로 하였다. 참여하는 환자 본인과 보호자가 본 실험의 목적을 충분히 이해할 수 있도록 목적과 방법에 대해 설명을 듣고 동의를 한 대상자로 하였다.

2. 실험 절차

대상자들은 실험을 참여하기 전에 치료, 운동 및 근피로 등의 영향을 최소화하기 위해 오전에 측정을 하고 실험 전 10분간 충분한 휴식을 취하게 하였다. 슬링운동의 방법은 대상자에게 교각 운동을 위해 무릎 구부려 누운자세(crook-lying)에서 엉덩관절 60°, 무릎관절 90° 굽힘, 어깨는 30° 벌림된 상태로 하여 손바닥은 바닥을 향하게 위치하여 시작 자세를 한 다음 슬링 밴드를 종아리 위쪽 부위에 위치하도록 하였다. 그 후 슬링 밴드를 누르며 엉덩관절 굽힘 0°가 되도록 엉덩이를 바닥에서 들어올리는 동작을 유지하도록 하였다.

슬링 줄의 종류에 따라 부하되는 장력의 크기를 비교하기 위한 세 가지 방법은 뇌졸중 환자의 손상측과 비손상측 모두 비탄력줄을 이용한 방법(비탄력줄-비탄력줄 방법), 손상측에 비탄력줄과 비손상측에 탄력줄을 이용한 방법(비탄력줄-탄력줄 방법), 손상측에 탄력줄과 비손상측에 비탄력줄을 이용하는 교각 운동 방법(탄력줄-비탄력줄)을 난수표를 이용하여 블록 크기가 6인 블록 무작위 배정 방식의 순서로 시행하였다. 이러한 세 가지 방법은 각 조건에서 자세를 유지한 상태에서 5초간의 평균값을 이용하고, 3회씩 반복 측정하였다.

3. 측정 방법

장력 측정: 슬링 줄에 발생하는 장력을 분석하기 위해 장력계(mp1200, Marpe, Jeonju, Korea)를 이용하며, 동적, 정적인 장력을 측정하여 치료 전후 또는 중재 중에 분석을 할 수 있는 도구이다. 장력계에 측정되는 값은 100 g 단위까지 디지털로 바로 확인이 가능하고 테블릿이나 휴대폰 어플리케이션을 이용하여 확인 및 저장된다. 장력을 측정하기 위해 뇌졸중 환자가 교각 자세를 유지하고 있는 상태에서 안정이 되도록 3초에서 5초의 시간을 유지한 다음 5초 동안의 평균값을 이용하고 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

4. 자료 분석

자료 분석은 SPSS 18.0 for window (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 통계 처리 하였고, 모든 자료는 Shapiro-Wilk 검정을 통하여 정규성 검정을 하였다. 슬링 줄의 종류에 따라 손상측, 비손상측의 장력 비교와 손상측과 비손상측의 대칭성을 비교하기 위하여 반복측정(repeated measure analysis of variance [ANOVA])을 이용하였다. 모든 통계학적 유의 수준 p는 $p<0.05$로 설정하였다.

Table I. General Characteristics

	Subject (n=26)
Sex (male/female)	6/20
Age (years)	72.58±5.19
Height (cm)	157.00±5.46
Body weight (kg)	59.69±9.04
Lesion side (right/left)	10/16
Time since onset (months)	15.77±6.08

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise indicated.

결과»»»

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 26명(남성 6명, 여성 20명)의 뇌졸중 환자를 대상으로 실시하였으며 연구 대상자의 일반적인 특성은 Table I과 같다.

2. 장력의 비교

1) 슬링 줄의 종류에 따른 장력의 비교

슬링 줄의 종류에 따른 운동 방법에 의해 다리에 걸리는 장력의 크기는 손상측과 비손상측 모두에서 유의한 차이를 보였다(Table II) ($p<0.05$). 손상측에서는 비탄력줄-탄력줄 방법이 비탄력줄-비탄력줄 방법과 탄력줄-비탄력줄 방법보다 장력의 크기가 유의하게 증가하였다(Table II) ($p<0.05$). 그리고 비손상측에서는 비탄력줄-탄력줄 방법이 비탄력줄-비탄력줄 방법과 탄력줄-비탄력줄 방법보다 장력의 크기가 유의하게 감소하였다(Table II) ($p<0.05$).

2) 손상측과 비손상측의 대칭성 비교

손상측과 비손상측의 장력의 대칭성은 슬링 줄에 따른 운동 방법에 의해 유의한 차이를 보였으며(Table III) ($p<0.05$), 비탄력줄-탄력줄 방법이 비탄력줄-비탄력줄 방법과

Table II. Comparison of Tension According to the Type of Sling Cord (kg)

	NC-NC	NC-EC	EC-NC	F	p
Tension					
Affected side	2.60±1.23‡	3.27±1.97†	2.10±1.13‡	8.80	<0.01*
Non affected side	4.11±1.40‡	2.77±0.85†	3.87±1.76‡	12.87	<0.01*

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise indicated.
NC-NC: nonelastic cord with affected side-nonelastic cord with non affected side, NC-EC: nonelastic cord with affected side-elastic cord with non affected side, EC-NC: elastic cord with affected side-nonelastic cord with non affected side.
*$p<0.05$. The values with different superscripts (‡,†) in the same column are significantly different ($p<0.05$) in post-hoc comparison.

Table III. Comparison of Tension Ratio of Affected Side/Non Affected Side (kg)

	NC-NC	NC-EC	EC-NC	F	p
Tension ratio of affected side/non affected side	62.04±25.28‡	128.43±109.41†	63.24±40.77‡	7.86	<0.01*

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise indicated.
NC-NC: nonelastic cord with affected side-nonelastic cord with non affected side, NC-EC: nonelastic cord with affected side-elastic cord with non affected side, EC-NC: elastic cord with affected side-nonelastic cord with non affected side.
*$p<0.05$. The values with different superscripts (‡,†) in the same column are significantly different ($p<0.05$) in post-hoc comparison

탄력줄-비탄력줄 방법보다 대칭성이 유의하게 높게 나타났다(Table III) ($p<0.05$).

고찰»»»

몸통 안정성은 척추 주위의 근육의 반응 속도의 증가, 안정적인 강한 수축 등을 통하여 균형이나 보행 등의 일상생활 활동의 개선과도 상당한 관련성이 있다[23,24]. 특히 뇌졸중 환자는 몸통의 안정성이 떨어지고 좌우 비대칭으로 인하여 균형이나 보행 능력에 제한이 되어 있으며[2,6,7,12], 이러한 증상을 치료하기 위해 몸통의 자세 유지 및 심부 근육을 활용하는 국소적 근육(local muscle)의 안정성과 외력에 대해서 균형을 유지하고 이동 및 반응에 작용하는 광범위 근육(global muscle)의 선택적 운동이 가능한 슬링운동을 최근에 많이 사용하고 있다[2,3,6,9-12]. 이 슬링 기법은 다른 치료보다 환자의 적극적인 참여를 유도할 수 있는 능동적인 치료 기법이다. 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 이러한 슬링운동을 적용하는 방법 중 슬링 줄의 종류에 따라 근력의 강화 및 손상측과 비손상측의 대칭성을 개선하기 위한 방법을 논의하고자 하였고, 세 가지 방법 중 손상측과 비손상측 줄에 비탄력줄-탄력줄 방법이 손상측 장력의 증가, 비손상측 장력의 감소와 대칭성을 증가시키는 것을 알 수 있었다.

Kim 등[24]은 교각 자세 운동이 몸통 안정성 운동으로 많이 사용되고 있으며 대근육과 국소 근육이 협응하여 안정화를 얻을 수 있고 척추세움근의 활성화를 감소시키고 몸통 심부와 다리 근육의 활성도를 증가시키는 데 좋은 운동이라고 하였으며, 불안정한 지지면에서의 슬링운동이 근력과 교유수용성 감각 증가로 인하여 효과적인 운동이라고 하였다. 또한 교각 자세 운동 시 밴드의 높이가 높을수록 허리뼈와 골반의 안정성을 증가시키는 큰볼기근과 뭇갈래근의 활성도가 증가되는 것을 알 수 있었다[13,15,24].

본 연구에서 뇌졸중 환자의 자세 안정성, 균형 및 보행 등의 일상생활 활동의 기능적인 요소를 회복하기 위해 일반적으로 적용하는 슬링운동에 있어 슬링 줄의 종류에 따른 세 가지 방법이 각 다리에 부하되는 장력의 차이를 확인한 결과, 손상측에 비탄력줄과 비손상측에 탄력줄을 이용한 방법이 다른 방법과 비교해 볼 때 손상측 다리에 부하되는 장력이 유의하게 증가하였고, 비손상측 다리에 작용하는 장력이 유의하게 감소하였다. 이는 뇌졸중 환자를 치료하기 위해 비손상측 사용을 억제하고 손상측 사용을 능동적으로 잘 할 수 있는 효과적인 방법에 해당하는 것으로 나타났다. Park 등[2]은 편마비 환자에게 슬링운동을 적용 후 다리의 고유수용성 감각 향상이 나타났으며, 손상측 다리의 근활성도 누운 자세, 앉은 자세, 선 자세에서 비손상측보다 큰 증가를 나타냈다. 이는 본 연구에서 손상측 다리가 슬링을 누르는 힘의 크기의 증가에 의해 장력이 커지는 것을 통하여 Park 등[2]의 연구 결과와 비슷한 손상측 다리의 사용이 향상되는 결과를 보였다.

이러한 결과가 고정된 슬링 줄보다 길이, 높이, 탄성력 등이 이러한 결과가 고정된 슬링 줄보다 길이, 높이, 탄성력 등이 다양하게 적용되면 동적인 안정성이 증가하고 뇌졸중 환자의 몸통 근육의 기능, 고유수용성 감각, 자세 조절 및 균형이 향상된다고 하였다[2,15,24]. 그러나 본 연구의 슬링 줄의 종류를 다르게 한 결과에서 비손상측 탄력줄의 탄성에 의해 뇌졸중 환자가 비손상측 다리에 비정상적으로 과도한 힘을 가하지 못하고 손상측의 비탄력줄에 충분한 힘을 적용하여 손상측은 다른 방법보다 높은 장력이 주어지고, 비손상측은 장력이 감소하여 슬링 줄의 특성을 이용한 결과에 의해 긍정적인 운동의 효과가 있는 것으로 생각된다.

그리고 손상측과 비손상측의 대칭성에서 장력의 결과에서와 같이 손상측에 비탄력줄과 비손상측에 탄력줄을 이용한 방법이 대칭성에 효과적인 방법으로 나타났다. 이는 손상측의 비탄력줄을 이용했을 때 다리에 부하되는 장력이 증가하는 것은 슬링 자체가 불안정한 지지면에 해당되어 근력이나 근활성도 향상에 효과가 있으며, 특히 비손상측 사용을 억제하고 손상측에 근육의 동원이나 근활성도가 증가하여 대칭성 긍정적인 효과가 나타난 것으로 생각된다[2,3,10-12]. 즉 뇌졸중 환자가 손상측 팔다리를 많이 사용하게 되면 환자의 만성적 문제인 몸통이나 다리의 불균형으로 인하여 발생하는 균형 및 보행 문제를 해결하는 데 있어 중요한 역할을 하며 단순히 슬링운동을 해서 몸통의 안정성 및 자세 조절을 향상시킬 뿐만 아니라 적극적으로 필요한 요소를 운동시키는 효과가 있다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 슬링 줄의 종류와 방법이 각 다리에 부하되는 장력에 미치는 영향을 확인하여 뇌졸중 환자의 치료에 이용되는 슬링운동의 세밀한 조절과 손상측을 적극적으로 활용하여 기능을 향상시킬 수 있

는 방법에 대해 알게 되었다. 추후 지속적인 중재를 적용하는 연구가 이루어진다면 장기적인 효과 검정을 할 수 있을 것이므로 추가적인 중재 연구가 필요할 것이다.

결론»»»

본 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 슬링운동을 적용하는 슬링 줄의 종류에 따라 양쪽 다리에 작용하는 장력의 양을 비교하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 손상측에서는 비탄력줄-탄력줄 방법이 비탄력줄-비탄력줄 방법과 탄력줄-비탄력줄 방법 보다 장력의 크기가 유의하게 증가하였다($p<0.05$).
2. 비손상측에서는 비탄력줄-탄력줄 방법이 비탄력줄-비탄력줄 방법과 탄력줄-비탄력줄 방법 보다 장력의 크기가 유의하게 감소하였다($p<0.05$).
3. 비탄력줄-탄력줄 방법이 비탄력줄-비탄력줄 방법과 탄력줄-비탄력줄 방법보다 대칭성이 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$).

본 결과를 통하여 뇌졸중 환자에서 슬링운동 적용 시 슬링 줄의 종류에 따라 손상측 몸통 및 다리 근육에 작용하는 장력에 차이가 있고, 손상측과 비손상측의 대칭성을 향상시키기 위한 방법에 대해 알 수 있었으므로 뇌졸중 환자의 재활에 이용되는 슬링운동의 세밀한 조절과 손상측 부위를 적극적으로 조절하고 기능 향상을 시킬 수 있는 방법에 대해 제시하였다. 또한 지속적인 중재를 적용하는 연구가 이루어진다면 장기적인 효과 검정을 할 수 있을 것이므로 추가적인 중재 연구가 필요하다.

References»»»

1. Liu CH, Lin JR, Liou CW, Lee JD, Peng TI, Lee M, Lee TH. Causes of death in different subtypes of ischemic and hemorrhagic stroke. Angiology. 2018;69(7):582-90.
2. Park SD, Kim SH. The effects of the sensorimotor training through using the sling suspension system, on lower extremity of proprioception and muscle activation with hemiplegia. Journal of Sport and Leisure Studies. 2011;46(2):1201-12.
3. Lee JS, Lee HG. Effects of sling exercise therapy on trunk muscle activation and balance in chronic hemiplegic patients. J Phys Ther Sci. 2014;26(5):655-9.
4. Krawczyk M, Sidaway M, Radwanska A, Zaborska J, Ujma R, Czlonkowska A. Effects of sling and voluntary constraint during constraint-induced movement therapy for the arm after stroke: a randomized, prospective, single-centre, blinded observer rated study. Clin Rehabil. 2012;26(11):990-8.
5. Cho WJ. The effects of closed kinetic chain and sling exercise on balance, walking, and isokinetic muscle function in patients with hemiplegia after stroke. Korean Journal of Sports Science. 2015;24(2):1183-92.
6. Park SJ, Shin YA, Hong SM. Effects of sling exercise on functional balance, walk power and independence in chronic stroke patients. Journal of Sport and Leisure Studies. 2012;49(2):737-48.
7. Ryerson S, Byl NN, Brown DA, Wong RA, Hidler JM. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. J Neurol Phys Ther. 2008;32(1):14-20.
8. Karatas M, Cetin N, Bayramoglu M, Dilek A. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. Am J Phys Med Rehabil. 2004;83(2):81-7.
9. Lee JY, Kim SY, Yu JS, Kim DG, Kang EK. Effects of sling exercise on postural sway in post-stroke patients. J Phys Ther Sci. 2017;29(8):1368-71.
10. Chen L, Chen J, Peng Q, Zou Y, Liu G. Effect of sling exercise training on balance in patients with stroke: a meta-analysis. PLoS One. 2016;11(10):e0163351.
11. Park JH, Hwangbo G. The effect of trunk stabilization exercises using a sling on the balance of patients with hemiplegia. J Phys Ther Sci. 2014;26(2):219-21.
12. Jang KH, Kim KY. Effect of intensive trunk-pelvic stabilization training using sling on muscle activity and balance in hemiplegia. Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2011;12(3):1244-52.
13. Lee DH, Lee SY, Park JS, Han SK. The effect of height of hip joint abduction-adduction and sling on transverse abdominis, rectus abdominis, and erector spinae muscles activities during bridging exercise with sling. J Korean Soc Neur Ther. 2016;20(3):23-6.
14. Lee D, Park J, Lee S. Effects of bridge exercise on trunk core muscle activity with respect to sling height and hip joint abduction and adduction. J Phys Ther Sci. 2015;27(6):1997-9.
15. Kim MD, Ku HS, Lee EJ, Lee HJ, Jeong CH, Lee DH. Comparison of trunk stabilization muscle activity according to change of the sling height and hip abduction, adduction during bridging exercise. Cheonan:Korea Academy Industrial Cooperation Society Conference Proceedings. 2015:588-90.
16. Yue YS, Wang XD, Xie B, Li ZH, Chen BL, Wang XQ, Zhu Y. Sling exercise for chronic low back pain: a system-

atic review and meta-analysis. PLoS One. 2014;9(6):e99307.
17. Lee JS, Yang SH, Koog YH, Jun HJ, Kim SH, Kim KJ. Effectiveness of sling exercise for chronic low back pain: a systematic review. J Phys Ther Sci. 2014;26(8):1301-6.
18. Chang WD, Huang WS, Lee CL, Lin HY, Lai PT. Effects of open and closed kinetic chains of sling exercise therapy on the muscle activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis. J Phys Ther Sci. 2014;26(9):1363-6.
19. Kim JH, Kim YE, Bae SH, Kim KY. The effect of the neurac sling exercise on postural balance adjustment and muscular response patterns in chronic low back pain patients. J Phys Ther Sci. 2013;25(8):1015-9.
20. Choi Y, Kang H. The effects of sling exercise using vibration on trunk muscle activities of healthy adults. J Phys Ther Sci. 2013;25(10):1291-4.
21. Lukens J, Bostrom KJ, Puta C, Schulte TL, Wagner H. Using ultrasound to assess the thickness of the transversus abdominis in a sling exercise. BMC Musculoskelet Disord. 2015;16:203.
22. Park H, Jeong T, Lee J. Effects of sling exercise on flexibility, balance ability, body form, and pain in patients with chronic low back pain. Rehabil Nurs. 2017;42(6):E1-8.
23. You YL, Su TK, Liaw LJ, Wu WL, Chu IH, Guo LY. The effect of six weeks of sling exercise training on trunk muscular strength and endurance for clients with low back pain. J Phys Ther Sci. 2015;27(8):2591-6.
24. Kim KS, Shin HK. The effects of the sling strap height on trunk and hip muscle activation during the bridging exercise with sling. J Korean Phys Ther. 2016;28(1):59-63.
25. Kim BK, Lee MH, Kim GC. Comparison of abdominal muscle activity during exercises using a sling and swiss-ball. J Korean Soc Phys Ther. 2013;25(3):149-54.
26. Ha YS, Lee JS, Kim SS, Lee BH. The effect of sling exercise therapy and motor control exercise on pain, adl performance and trunk muscle strength in patients with chronic low back pain. J Korean Med Rehabil. 2012;22(3):151-62.