

교각운동에서 다리의 위치에 따른 목뿔근의 활성화도에 미치는 영향

조현래 · 정다은[†] · 채정병
마산대학교 물리치료학과

Effects of the Trunk and Neck Extensor Muscle Activity According to Leg Positionon in Bridging Exercise

Hyun-Rae Cho, PT, PhD, Da-Eun Jung, PT, MS[†], Jung-Byung Chae, PT, PhD
Department of Physical Therapy, Masan University

Received: February 4, 2014 / Revised: February 20, 2014 / Accepted: February 24, 2014
© 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aims to determine the optimal knee joint angle and hip joint angle for minimizing the cervical muscle tension and maximizing the muscle activity of the trunk during the bridging exercise for trunk stabilization.

METHODS: The bridging exercise in this study included seven forms of exercise: having a knee joint flexion angle of 120°, 90°, 60°, 45° and hip joint abduction angle of 15°, 10°, 5°. The posture of the bridging exercise was as follows. To prevent the increase of hyper lumbar lordosis during the bridging exercise, the exercise was practiced after maintaining the lumbar neutral position through the pelvic posterior tilting exercise.

RESULTS: The abduction angles did not result in statistically significant effects on the cervical erector, external oblique, rectus abdominis and erector spinae muscles. However, in relation to the knee joint angles, during the bridging exercise, statistically significant results were exhibited.

CONCLUSION: The knee joint angle affected the

muscle activity of the neck muscle. The greater the knee joint angle, the lower the load placed on the neck muscle. In contrast, the load increased as the knee joint angle decreased. In addition, the muscle activity of the neck muscle and trunk muscle increased as the knee joint angle decreased.

Key Words: Bridging exercise, Knee joint angle, Hip joint abduction angle, Muscle activity

I. 서론

목뼈에서부터 펼쳐져 있는 근육의 연쇄, 피부, 근막 같은 연부조직의 장력이 골반의 불균형을 만들 수 있다고 하였으며(Lewit, 1991), Murphy 등(2000)은 목뼈의 기능장애와 골반의 불균형과의 관계를 보고 하였다. 또한 퇴행성 허리만곡을 보상하기 위한 보상작용은 근력에 의해 이루어지지만, 시간이 흐르면 근육의 피로에 의한 불기통증, 허리통증과 목통증이 생긴다고 하였다(Jang 등, 2009).

몸통근의 안정화를 위해서 특정한 근육의 활성화가 중요한 것이 아니라, 몸통근육의 전체의 조화로운 협응

[†]Corresponding Author : daeun0122@hanmail.net

이 중요하다(Stevens 등, 2006). 몸통의 안정성은 몸통근육의 동시활동(co-activation)으로 이루어지는데, 척추근육은 대근육(global muscle)과 국소근육(local muscle)으로 구분할 수 있다. 대근육은 배부위와 허리뼈부위를 둘러싸고 있는 크고, 신체 표면에 위치한 근육으로 주로 힘(torque)을 생성하고 전체적인 몸통안정성에 관여한다. 국소근육은 배부위와 허리뼈부위 깊은 곳에 위치한 내인성근(intrinsic muscle)으로 척추에 직접 연결되어 척추의 미세한 조절과 척추 분절간 안정성(interssegmental stabilization)에 관여하며(Bergmark, 1989), 대근육과 국소근육들 사이의 조절된 공동작용(co-operation)은 척추의 안정된 상태를 유지시킨다(Marshall과 Murphy, 2005; Stevens 등, 2007).

몸통 안정화의 목적은 기능적 자세와 움직임 동안 척추와 골반의 안정성을 증가시키고, 근력을 강화시키며 근육과 움직임의 조절능력과 균형을 회복시키기 위한 것이며(Richardson 등, 2002), 몸통 안정화 운동의 강도를 점진적으로 높여주기 위한 방법으로 저항의 강도와 운동횟수를 늘이는 방법과 치료용 볼이나 전정 균형판, 폼롤(form roll)등과 같이 지지면 불안정성 정도를 증가시키면서 운동의 강도를 높이며 시행하는 방법들이 있다고 하였으며(Hall과 Brody, 1999), 환자의 자세가 불안정할 때 힘을 조절할 수 있도록 하는 것과 척추가 외부부하에 가장 잘 적응할 수 있는 자세인 척추 중립자세를 유지할 수 있도록 의식적, 무의식적으로 움직임을 조절할 수 있는 운동이며, 치료적 운동과 더불어 예방적 차원의 관리 측면에서도 주목 받고 있다(Magee, 1999).

Kavcic 등(2004)은 건강한 성인에서 허리 안정화 운동을 수행하는 동안 근육의 부하량과 척추의 안정성에 대한 연구에서 윗몸일으키기(abdominal curl), 오른쪽으로 등척성 지지를 하는 가쪽 교각운동(side bridging exercise of right isometric side support), 교각운동 자세에서 하지 들기(bridging exercise with right leg lift)와 교각운동이 배곧은근의 근 활성도와 매우 높은 연관성이 있다고 보고하였으며, Lim(2010)은 교각운동을 적용하여 목근육을 활성화하는데 이용하였다. 교각 운동은 발에 체중 부하를 하며 무릎 서기 자세를 수행하는 중요

한 동작이면서 앉은 자세에서 서기 동작의 자세 조절 능력을 증진시키며, 보행에서의 입각기 준비를 위한 아래 척추와 엉덩관절 펌근을 강화시킨다(O'Sullivan과 Schumitz, 2001). 또한 교각자세는 침대에서 가동성, 환자용 변기의 사용, 압력의 제거, 다리의 옷 입기, 보행과 관련된 골반 움직임 등의 기능적인 움직임과 중요한 연관성을 지니며(O'Sullivan과 Schmitz, 2001), 골반이 안정된 상태에서 몸통에 미치는 힘은 엉덩관절과 다리에 효율적으로 전달된다고 하였다(Neumann, 2002).

여러가지 몸통의 안정화를 위한 운동 중 교각운동은 허리의 안정화에 초점이 맞춰져 있어 허리통증과 목통증을 복합적으로 호소하는 환자에게는 적절한 무릎관절, 엉덩관절의 각도나 방법에 대하여 제시하여 주지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 교각운동에서 무릎관절의 다양한 굽힘 각도에 따른 몸통근과 목뱀근의 근활성도를 분석하여 효과적인 교각운동 자세를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 정상성인 20명으로 남자가 8명(40.0%) 여자가 12명(60.0%)이었고, 나이는 23.46 ± 2.72 세, 체중은 58.60 ± 10.21 kg 이고, 신장은 164.09 ± 7.92 cm 이었다. 신경계와 심폐계에 이상이 있는 자, 몸통과 다리의 근골격계 관련 정형학적 이상이 있는 자 등은 제외하였다.

2. 실험도구

측정도구로는 근 활성도를 측정하기 위하여 표면 근전도 MP150 WSW(BIOPAC system Inc CA, USA)을 이용 하였고 무릎관절 각도를 측정 하기 위해 Goniometer 을 이용하였다.

표면 근전도 MP150 WSW(BIOPAC system Inc CA, USA)를 사용할 때 근전도 신호의 표본 수집율은 1024 Hz이었으며, 잡음을 제거하기 위해 60Hz 대역 정지 필터(band stop filter)와 200 Hz 대역 통과 필터(band

pass filter)를 사용하였다. 근 전도 전극의 피부저항을 줄이기 위해 부착부위의 털을 제거 하고 알코올로 피부를 소독 하였다. 전극은 Ag-AgCl 재질의 일회용 전극인 Electrode2237(3M, USA) 표면전극을 사용하였다. 근전도 전극 부착 부위는 목과 몸통근육의 활성도를 측정하기 위해 모든 연구대상자에게 이극표면전극과 접지전극을 목뿔근, 배바깥빗근, 배곧은근, 몸통세움근에 부착하였다. 교각운동 시 10초동안의 각 근육의 RMS (Root Mean square) 측정하여 앞·뒤의 3초를 제외한 중간 4초동안의 측정값을 수집하였다.

3. 실험방법

본 연구에서 사용된 교각운동은 무릎 굽힘 각도 120°, 90°, 60°, 45°와 엉덩관절 15°, 10°, 5° 12가지위치에서 운동이 실시되었다. 교각운동의 자세는 양손을 편한 자세로 벌림 시키고 손바닥은 지면을 향하게 하였다. 두 다리는 골반넓이만큼 벌린 자세를 기준으로 관절각도기를 양쪽 앞위엉덩가시를 축으로 가동자를 넓다리 중앙에 위치하여 엉덩관절 벌림위치를 15°, 10°, 5° 설정하였고, 무릎관절 굴곡의 축은 무릎관절중앙에, 고정자는 넓다리의 측면, 가동자는 종아리의 측면에 위치하여 교각운동 자세에서 굽힘 120°, 90°, 60°, 45°범위로 구분하여 총 12가지 다리위치를 설정하였다. 교각운동시 머리와 목은 일자로 유지하였으며, 시선은 천장에 점을 찍어 바라보게 하였다. 허리의 과도한 앞굽음을 방지하기 위해서 골반은 중립자세를 유지한 후 실시하였고 모든 실험은 각10초간 3회 반복 측정하였으며 12가지 다리위치는 무작위로 실시하였다. 운동 시 피로를 방지하기 위하여 각 3초간의 운동 후 1분간의 휴식을 취하게 하였다(Fig. 1).



Fig 1. leg position in bridging exercise

4. 분석 방법

실험을 통해 수집된 모든 자료에 대해 Windows용 SPSS 통계 프로그램(VER.17.0)을 이용해 평균과 표준편차를 산출했다. 각각의 근육(배곧은근, 배바깥빗근, 척추세움근, 목뿔근)이 나타내는 활성도를 무릎관절 각도(120°, 90°, 60°, 45°)와 엉덩관절 벌림각도(15°, 10°, 5°)간 요인들에 대해 이원변량분석을 실시했으며 유의한 상호작용이 없을 시 사후검정으로 각 요인에 대한 주효과 검증을 실시하였다.

III. 결과

1. 다리위치에 따른 목뿔근의 활성화

다리위치에 따른 목뿔근의 근활성도 변화를 보면 무릎관절 굽힘이 감소할수록 근활성도는 유의하게 높았으며, 엉덩관절 벌림각도에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 굽힘과 벌림에 따라서는 유의한 상호작용을 보이지 않았다(Table 1, 2., Fig 2.)($p < .05$).

Table 1. The result of CE muscle activation among the various bridging exercise positions
Unit : RMS

Angle	hip abduction 15°	hip abduction 10°	hip abduction 5°
knee flexion 120°	.0125±.0015	.0124±.0022	.0122±.0011
knee flexion 90°	.0118±.0186	.0111±.0177	.0116±.0180
knee flexion 60°	.0173±.0074	.0166±.0069	.0185±.0101
knee flexion 45°	.0165±.0094	.0178±.0104	.0176±.0115

Mean±SD, CE : Cervical Elector Spinae.

Table 2. Comparison of CE muscle activation among the various bridging exercise positions

Source	Type III SS	df	MS	F	p
Flexion	.001	3	.000	6.796	.000
Abduction	2.068	2	1.034	.205	.815
Flexion * Abduction	4.668	6	7.780	.154	.988

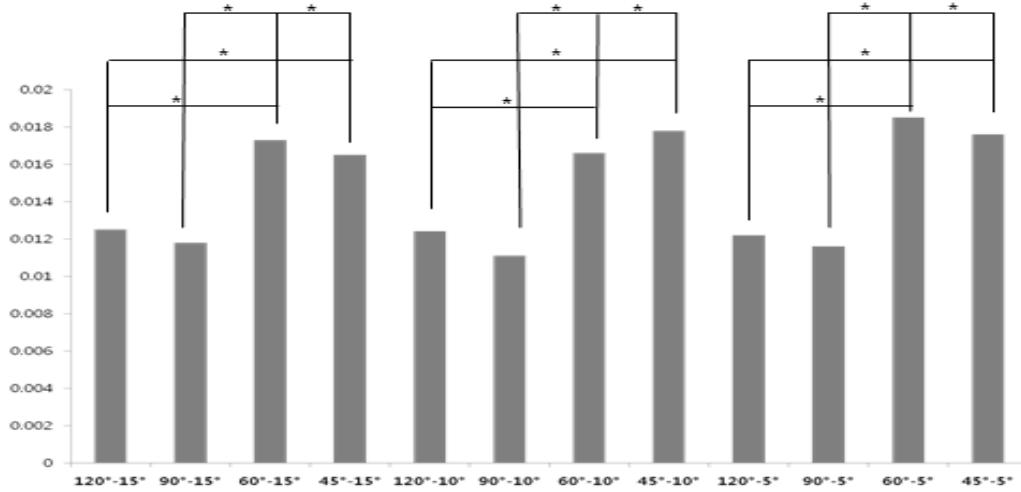


Fig 2. Comparison of CE muscle activation among the various bridging exercise positions

2. 다리위치에 따른 배바깥빗근의 활성화
 다리위치에 따른 몸통근의 근활성도 변화를 보면 배바깥빗근의 경우 무릎관절 굽힘이나 엉덩관절 벌림

각도에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 굽힘과 벌림에 따라서는 유의한 상호작용을 보이지 않았다 (Table 3, 4)($p>.05$).

Table 3. The result of EO muscle activation among the various bridging exercise positions

Unit : RMS

Angle	hip abduction 15°	hip abduction 10°	hip abduction 5°
knee flexion 120°	.0142±.0012	.0143±.0014	.0144±.0012
knee flexion 90°	.0144±.0013	.0145±.0003	.0146±.0026
knee flexion 60°	.0145±.0008	.0147±.0052	.0162±.0064
knee flexion 45°	.0146±.0054	.0146±.0038	.0147±.0045

Mean±SD, EO : External Oblique.

Table 4. Comparison of RA muscle activation among the various bridging exercise positions

Source	Type III SS	df	MS	F	p
Flexion	2.227	3	7.422	1.990	.117
Abduction	1.056	2	5.282	1.416	.245
Flexion * Abduction	2.175	6	3.625	.972	.445

3. 다리위치에 따른 배곧은근의 활성화
 다리위치에 따른 배곧은근의 근활성도 변화를 보면 무릎관절 굽힘이 감소할수록 근활성도는 유의하게 높

았으며, 엉덩관절 벌림각도에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 굽힘과 벌림에 따라서는 유의한 상호작용을 보이지 않았다 (Table 5, 6., Fig 3.)($p<.05$).

Table 5. The result of RA muscle activation among the various bridging exercise positions

Unit : RMS

Angle	hip abduction 15°	hip abduction 10°	hip abduction 5°
knee flexion 120°	.0131±.0025	.0132±.0031	.0132±.0014
knee flexion 90°	.0133±.0002	.0133±.0024	.0134±.0003
knee flexion 60°	.0135±.0003	.0135±.0006	.0135±.0042
knee flexion 45°	.0136±.0004	.0135±.0013	.0136±.0003

Mean±SD, RA : Rectus Abdominis.

Table 6. Comparison of RA muscle activation among the various bridging exercise positions

Source	Type III SS	df	MS	F	p
Flexion	5.935	3	1.978	17.947	.000
Abduction	2.592	2	1.296	1.176	.311
Flexion * Abduction	1.243	6	2.071	.188	.980

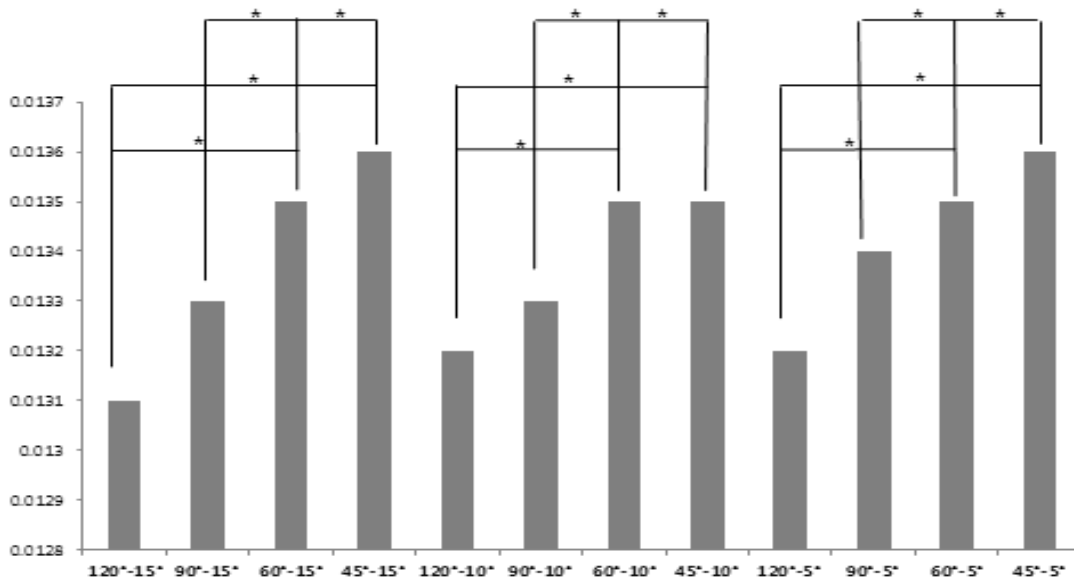


Fig 3. Comparison of RA muscle activation among the various bridging exercise positions

4. 다리위치에 따른 척추세움근의 활성화
 다리위치에 따른 척추세움근의 근활성도 변화를 보면 무릎관절 굽힘이 감소할수록 근활성도는 유의하게

높았으며, 엉덩관절 벌림각도에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 굽힘과 벌림에 따라서 유의한 상호작용을 보이지 않았다(Table 7, 8., Fig 4.)(p<.05).

Table 7. The result of ES muscle activation among the various bridging exercise positions

Unit : RMS

Angle	hip abduction 15°	hip abduction 10°	hip abduction 5°
knee flexion 120°	.0221±.0163	.0259±.0155	.0264±.0163
knee flexion 90°	.0318±.0186	.0311±.0177	.0316±.0180
knee flexion 60°	.0411±.0219	.0397±.0212	.0395±.0227
knee flexion 45°	.0442±.0237	.0427±.0217	.0430±.0239

Mean±SD, ES : Erector Spinae

Table 8. Comparison of ES muscle activation among the various bridging exercise positions

Source	Type III SS	df	MS	F	p
Flexion	.011	3	.004	9.111	.000
Abduction	4.084	2	2.042	.005	.995
Flexion * Abduction	.000	6	4.125	.099	.996

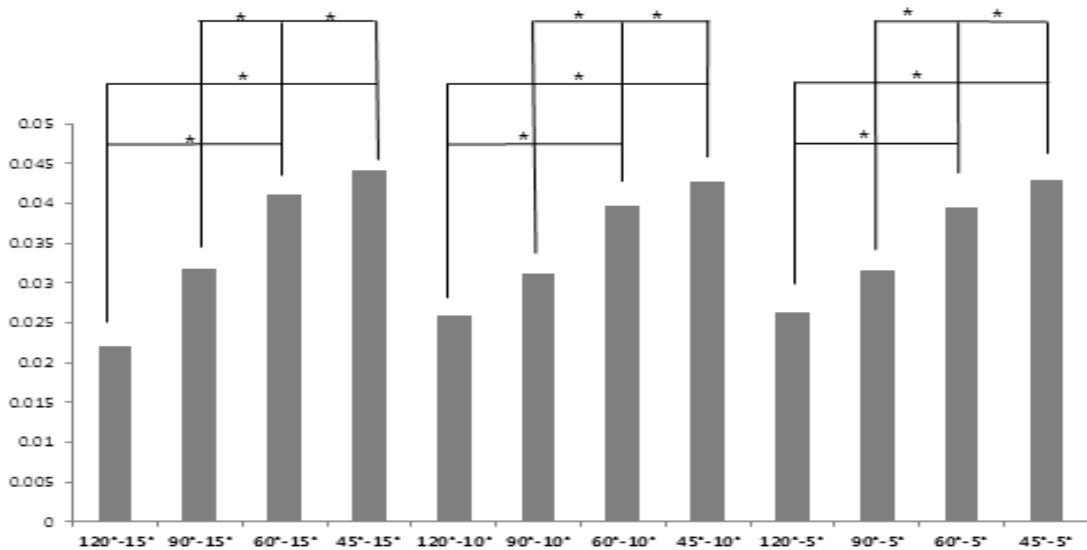


Fig 4. Comparison of ES muscle activation among the various bridging exercise positions

IV. 고 찰

임상에서 교각운동은 몸통안정화 프로그램으로 사용되고 있으며, 허리통증 환자들이 편안함을 느끼고 통증이 줄어드는 자세이고, 대근육과 국소근육이 적절

한 비율로 협응 할 수 있도록 재훈련 시킬 수 있다 (Stevens 등, 2007). 그리고 교각운동 시 허리와 연결된 몸통의 안정화를 위한 운동 중 교각운동은 허리의 안정화에 초점이 맞춰져 있어 허리통증과 목통증을 복합적으로 호소하는 환자에게는 적절한 무릎관절과 엉덩관

절 각도나 방법에 대하여 제시하여주지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 교각운동에서 무릎관절과 엉덩관절의 다양한 굽힘과 벌림 각도에 따른 몸통근과 목뿔근의 근활성도를 분석하여 효과적인 교각운동 자세를 제시하고자 하였다.

교각운동은 국소근육의 분절 안정화와 대근육의 전체적인 힘 생성 사이의 적절한 비율에서 근육 협응 패턴의 재훈련에 집중되어 있으며, 다양한 자세에서 실시한 교각운동에서 배곧은근과 배안쪽빗근의 근활동 비율에서 배안쪽빗근의 활동이 높게 측정되었는데 이는 배곧은근의 근활성도가 매우 낮은 것에서 기인한다고 하였다(Stevens 등, 2007). 교각운동 시 목뿔근은 무릎관절 굽힘각도 120도에서 45도로 굽힘각도가 감소할수록 근활성도가 높게 나왔고, 사후검증결과 무릎관절 각도에 따라 120도와 90도보다 60도와 45도에서 유의하게 근활성도가 높게 나타났으며, 120도와 90도, 60도와 45도 간에는 유의한 차이가 없었다. 교각운동시 목세움근은 무릎관절 굽힘각도에서 120도에서 45도로 굽힘각도가 감소할수록 근활성도가 높게 나왔고, 사후검증결과 무릎관절 각도에 따라 120도, 90도, 60도보다 45도 각도에서 유의하게 근활성도가 높게 나타났으며, 120도와 90도, 120도와 60도, 90도와 60도간에는 유의한 차이가 없었다. 엉덩관절의 벌림 각도에 비해 무릎관절에 각도에 따라서 목근육의 근 활성화에 영향을 미쳤는데, 무릎관절에 각도가 커질수록 목근육이 받는 부하가 적고, 반대로 무릎 관절 각도가 작을수록 목근육이 받는 부하는 커지는 결과를 나타내었다. 또한 교각운동 시 무릎관절의 각도가 감소할수록 목근육과 몸통근육의 활성화도가 높아졌다. 이는 몸통 안정화 운동 동안 몸통 근육들의 활성화 수준을 아는 것은 운동 프로그램을 만들고 처방할 때 운동 강도 조절을 위하여 중요하다고 하였듯이(Lehman 등, 2005), 몸통근육의 근력을 강화시킬 때에는 교각운동 시 무릎관절의 각도를 최대한 작게 할수록 효율성은 높아지게 되며, 대신 목부위에 통증을 호소할 시에는 무릎관절의 각도를 크게 할수록 경부에 가해지는 근활성도는 낮아지게 되며 엉덩관절의 벌림 각도는 목부위 및 허리부위에 미치는 영향은 없음을 나타내었고 치료사는 이러한 점을 고려하여 적절한 강

도와 각도로써 운동프로그램을 만들고 처방해야 할 것이다. 교각운동시 배곧은근은 무릎관절 굽힘 각도 120도에서 45도로 굽힘 각도가 감소할수록 근 활성화도가 높게 나타났고, 사후검증결과 무릎관절 각도에 따라 120도와 90도보다 60도와 45도에서 유의하게 근활성도가 높게 나타났으며, 120도와 90도, 60도와 45도간에는 유의한 차이가 없었다. Stevens 등(2007)은 허리뼈를 중립자세(Lumbar neutral spine position)로 유지하고 실시한 교각운동은 중립자세를 유지하지 않고 실시한 교각운동보다 배곧은근의 근활성도가 증가하였으나 배바깥근은 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 본 연구에서도 배곧은근에서의 활성화도는 무릎관절의 각도가 감소됨에 따라 경부와 하지의 지레팔의 거리가 멀어짐에 따라 발생하는 근 활성화도는 증가하였으나, 배바깥근에서는 선행연구에서와 같이 유의한 결과를 나타내지 않았으며, 엉덩관절 벌림각도에 따른 몸통근육의 근활성도는 영향을 미치지 않는 결과를 나타내었다. 척추골격근의 균형은 그 자체의 운동뿐만 아니라 대부분의 일상 생활동작에서 척추 및 몸통의 안정성을 유지하는데 매우 중요하며, Murphy(2000)는 지금까지 전통적으로 목뼈의 안정성에 있어 인대의 구조와 척추 내관절의 과도한 움직임을 제한하는 인대의 역할이 특별히 강조되어 왔으나, 최근 들어 척추의 안정성 유지에 있어 근육의 역할이 더욱 더 강조되고 있다고 하였으며, Comford와 Mottram(2001)은 운동 시스템의 안정성과 적절한 기능을 유지하는데 있어서 근육계의 특성화된 그리고 통합된 작용에 대한 중요성과 연관성의 인식이 증가되고 있음을 강조하였다. 체간안정성 증가를 위한 교각운동 시 무릎의 각도 즉, 지지기저면의 넓이, 역학적 지레팔의 길이, 같은 외적 역학적 환경이 근활성도에 영향을 주며 임상에서 교각운동 적용 시 외적 역학적 환경을 잘 고려하여 적용되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 교각운동 시 무릎관절 굽힘 각도에 따른 몸통 근육의 근 활성화도와 목뿔근의 활성화도를 분석하여

효과적인 교각운동 자세를 알아보고자 하였다. 그 결과로 무릎관절 굽힘 각도가 120°, 90°보다 60°, 45°로 감소함에 따라 목뿔근, 배곧은근, 척추세움근의 근활성도가 증가하였지만, 엉덩관절 벌림각도에 따라서는 목뿔근 및 몸통근육의 활성도에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과로 교각운동에서 무릎관절의 각도가 커질수록 목근육과 몸통근에 받는 부하가 적고 반대로 무릎관절에 각도가 작아질수록 목근육과 몸통근육에 받는 부하가 커지는 것으로 나타나 몸통 안정화 운동의 난이도를 증가시킬 때 고정점으로 작용하는 목근육의 안정이 중요하다는 것을 알 수 있었다.

References

- Bergmark A. Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Othop Scand Suppl.* 1989;230:1-54.
- Comford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction-contemporary development. *Man Ther.* 2001;6(1):15-6.
- Hall CM, Brody LT. *Therapeutic Exercise: Moving toward function.* 1sted. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 1999.
- Jang JS, Lee SH, Kim JM et al. Can patients with sagittally well-compensated lumbar degenerative kyphosis benefit from surgical treatment for intractable back pain. *Neurosurgery.* 2009;64(1):115-21.
- Kavic N, Grenier S, McGill SM. Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine.* 2004;29(20): 2319-29.
- Lehman GJ, Hpdw W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercise on and off a Swiss ball. *Chioropr Osteopat.* 2005;13:14-21.
- Lewit K. *Manipulation therapy in rehabilitation of the locomotor system.* 2nded. Oxford; Boston: ButterworthHeinemann. 1991.
- Lim moongun. The effect of rehabilitation exercise on cervical curve angle, pain in patient with cervical pain. Graduate School of sports science dankuk University. Korea. 2010.
- Magee DJ. *Instability and Stabilization: Theory and treatment.* 2nded. SeminarWorkbook, 1999.
- Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on the off a swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(2):242-9.
- Murphy DR. *Conservative management of cervical spine syn,* McGraw-Hill Companies Inc., USA. 2000.
- Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for physical rehabilitation.* 1sted. StMosby. 2002.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment.* 4thed. Philadelphia F.A. Davis Company. 2001.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, et al. The relation between the transverses abdominis muscle, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine.* 2002;27(4): 399-405.
- Stevens VK, Bouche KG, Mahiru NN, et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7(75):1-8.
- Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. *Man Ther.* 2007;12(3):271-9.