

여러 형태의 복부 운동에 대한 복근의 EMG 효과

윤완영¹, 조석철^{2*}

¹서원대학교 임상건강운동학과 교수, ²서원대학교 제약식품공학부 교수

EMG effects of abdominal muscle on multiple forms of exercise

Wan-Young Yoon¹, Seok-Cheol Cho^{2*}

¹Professor, Department of Clinical Exercise Physiology, Seowon University

²Professor, Division of Food & Pharmaceutical Science and Engineering, Seowon University

요 약 본 연구는 여러 형태의 복부 운동(crunch, spine V-up, prone V-up on ball, prone V-up on slide board, prone V-up on TRX, and prone V-up power wheel)을 하는 동안 URA, LRA, IO, EO and RF의 EMG 반응을 조사했다. 대상자들은 이러한 운동을 수행하는 동안 복근의 isometric contraction을 수행했다. 테스트 결과 EO, URA, LRA는 어떠한 운동 간에도 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 하지만, IO를 검사 시에, 양와위 V-up운동은 slide운동 시 보다 유의하게 더 큰 근활성도를 보여주었다. 또한, crunch동안 EMG활성도는 다른5가지 어떠한 운동보다 현저히 적었다. 이러한 결과들은 등척성 복근 운동 시행 시에 장비가 없는 기반 운동이 장비 기반 운동과 유사하게 자극을 준다는 것을 나타낸다. 코어 강화는 오래 동안 운동 컨디셔닝과 수행능력의 핵심 구성 요소로 알려져 왔다. 복부 근육 조직은 개인의 코어를 구성하는 5가지 중 하나의 구성요소로 여겨진다. 복부 근육은 또한 요추의 적절한 기능을 보장한다. 모든 복부 근육이 요추 안정화에 기여하지만, TA & IO가 주요한 안정화(stabilizers)를 하는 것으로 보여주었다.

주제어 : EMG, 복부운동, 코어, TRX, 협응, 등척성 운동

Abstract This study examined the response of the EMG of URA, LRA, IO, EO and RFM of various types of abdominal motion (crunch, spine V-up on ball, prone V-up on slide board, prone V-up on TRX, and prone V-up power wheel). The subjects performed anisometric contact of abs during these exercises. Tests have shown that there were no statistically significant differences between EO, URA and LRA between any movements. However, during the inspection of IO, the positive-waved V-up motion showed significantly greater muscle activity than during the slide movement. Also, EMG activity during crunch was significantly lower than any other five exercises. These results indicate that in the implementation of equilateral absolutism, the equipment-free based exercise gives an impetus similar to equipment-based exercise. Abdominal muscle tissue is considered one of the five components that make up an individual's core. The abdominal muscles also ensure proper functioning of the lumbar spine. Although all abdominal muscles contribute to lumbar stabilization, TA & IO has been shown to perform major stabilizers.

Key Words : EMG, Abdominal Exercise, Core, TRX, Correlation, Isomeric Exercise

1. 서론

모순된 연구 결과 때문에, 코치, 트레이너, 재활 전문

가들이 직면한 가장 큰 과제중 하나는 특정 복부 근육 혹은 근육군을 타겟팅하기 위해 정적 혹은 역동적인 운동이 될 수 있는 적절한 운동을 선택하고 수행하는 것이다

*Corresponding Author : Seok-Cheol Cho (cscho@seowon.ac.kr)

Received January 2, 2019

Accepted February 20, 2019

Revised February 1, 2019

Published February 28, 2019

[1]. 가령, reverse crunch에서 복직근의 어느 부분이 활성화 되는지 분석할 때, Sarti는 LRA가 URA 보다 더 큰 EMG를 나타낸다는 것을 밝혔다. 하지만, 다른 연구자들은 reverse crunch에서 LRA 대 URA의 EMG 출력 간에 유의한 차이가 없다고 결론지었다. 또한, 27가지의 다른 운동 중에 복근을 조사한 Juker등은 동시에 4개의 복근을 모두 활성화 시키는 1개의 특정한 복근 운동이 존재하지 않는다고 결론지었다[2]. 종종 복부 강화 운동장치가 근력강화와 body image를 향상시키기 위해서 전통적인 크런치 혹은 sit-up운동보다 우위에 있다고 프로모션 된다. 지난 20년 동안, 복근 강화 장비 판매를 홍보하는 광고가 너무 많았다[3]. 이러한 몇몇 장치 중 테스트를 거쳐 과학 문헌에 발표된 EMG연구는 소수에 불과하다. 표면 EMG 기록은 다양한 근육의 근 활동의 상대적인 양을 연구하고 근육 활동의 협응과 타이밍에 관한 정보를 제공하는 효과적인 수단인 것으로 나타났다[4][5]. 본 연구의 목적은 건강한 20명의 대상자에서 다양한 복부 강화 운동을 하는 동안 URA, LRA, EO, IO, TA 및 대퇴직근의 SEMG 활동을 비교하는 것이다. 운동은 전통적인 크런치와 비전통적인 복부 근육 운동으로 구성되었다. 비 전통적인 운동은 Ab Slide, TRX, Fitness ball(FB), and Power Wheel(PW)와 같은 장치를 사용했다. 우리는 전통적인 운동과 비전통적인 운동은 표면 근전도로 조사되면 현저하게 다른 차이를 나타나지 않을 것이라고 가정하여 차이점을 비교 분석하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 최근 1년 동안 근골격계의 문제가 없는 건강한 대학생 23명으로 평균 연령은 21.24세였다. 남성 15명의 평균 키는 172.6 ± 7.5 cm, 몸무게 68.25 ± 4.56 kg, 체지방 $16.4 \pm 3.0\%$ 이었고, 여성 8명의 평균키는 160.82 ± 5.8 cm, 몸무게 51.45 ± 6.27 g, 체지방 $18.62 \pm 2.5\%$ 였다. 연구의 절차들을 설명하고, 알려주었으며 실험절차나 과정에 대한 동의를 얻었다.

2.2 측정 절차 및 장비

2.2.1 측정절차

크런치

피실험자는 바닥에 양와위 자세를 취하고 무릎관절은

90도로 설정하고 팔은 가슴에서 팔짱을 낀다. 이후에, 피 실험자는 허리는 바닥에 붙인채로, 상체를 바닥으로부터 가능한 한 높이 올려세운다. 어깨-엉덩이-무릎(SHKA)이 약 100도가 되도록 한다.

양와위 V-up

바닥에 양와위 자세를 취하고 팔은 몸옆에 둔다. 이후에, 피험자는 자신의 상체를 들어올리고 다리를 바닥에서 든다; 엉덩이에서 균형을 유지하면서, 손은 발의 방향으로 다가간다. SHKA SMS 90°가 유지 되도록 한다.

prone V-up using an FB(fitness ball)

엎드린 자세를 취하고, 팔을 신전시키고 손은 어깨의 약간 앞에 위치시킨다

다리는 FB의 가장 윗부분에 위치시키고, 경골의 중간 부위가 볼의 가장 윗부분에 위치하도록 했다. 이후에 피험자는 피험자의 발가락이 볼에 접촉할 때까지 손 방향으로 끌어당겨서 prone V-up자세를 취한다. SHKA는 90도로 유지한다.

Prone V-up using a Power Slide

복와위 자세를 취하고, 팔은 뻗고 손은 어깨 약간 앞에 위치하고, 슬라이드의 표면에서 떨어지게 위치한다, 다리는 발위의 sliding booties를 이용해 후방으로 신전시킨다. 이후에, 피험자는 SHKA가 90도가 될 때까지 손 방향으로 파워슬라이드 표면위로 발을 밀어 올려서 prone V-up자세를 취한다.

Prone V-up using a TRX suspension Training

TRX는 파워rack에 메달려 있고 스트랩은 바닥표면으로부터 10cm위치가 되도록 조정되었다. 피험자는 복와위 자세를 취하였고 팔을 쪽 펴고 손을 어깨 살짝 앞에 놓은 자세를 취하고 스트랩에 발을 고정된 상태로 다리는 뒤로 뻗었다. 이후에, 피험자는 SHKA가 90도가 될 때까지 발을 손 쪽으로 잡아당겨 Prone V-up 자세를 취했다.

Prone V-up using a Power Wheel

복와위 자세를 취하고 어깨 약간 앞에 위치하고 팔은 쪽 펴고, 다리는 파워 휠의 스트랩에 발을 고정시키고 뒤로 신전시킨다. 이후에 피험자는 SHKA가 90도가 될 때까지 발을 손 방향으로 끌어당겨 V-up position을 취한다.

2.2.2 측정장비

본 연구는 다양한 v-up운동에 대한 가설을 실험하기 위해 고안되었다: Supine V-up, 안정시 공으로 엎드린 V-up, 슬라이드보드를 이용한 엎드린 V-up, TRX를 이용한 엎드린 V-up장치, 그리고 바퀴를 사용하는 엎드린 V-up. SEMG로 측정함. 포함 앞서 언급한 5가지 복부 운동이 독립변수이고 종속변수는 루트 평균 제곱피크였다. 5개의 테스트된 근육의 EMG 활동: URA, LRA, EO, IO, 그리고 RF였다.

2.2.3 통계처리

여러 형태의 복부 운동에 대한 EMG 차이를 분석하기 위하여 변인들을 분석하였고 5개의 근육군에 대한 독립변인과 6가지 운동에 대한 변인들은 분산분석을 실시하였고, 추후 검증은 Bonferroni adjustment로 검증하였다. 이에 대한 모든 가설검증의 유의성은 .05로 설정하였다.

3. 연구결과

앞서 기술된 자료는 6가지 종류의 운동에서 5개의 근육에 대해 산출되었다. 외복사근, 상부복직근과 하부 복직근에 대해서 측정할 때 6가지의 운동 사이에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 내복사근 검사 시에 슬라이드와 supine V-up의 경우에는 근활성도에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 크런치 동안 복직근의 활성도는 나머지 5가지 운동들보다 통계학적으로 작았다. EMG수치를 기반으로, 크런치는 복부 근육 조직의 가장 집중된 근 활성도를 유발하고 반면에 대퇴직근 활성도에는 제한점이 있다. 다른 운동과는 큰 차이가 있긴 하지만, 휠을 이용한 prone V-up은 전반적으로 가장 큰 근 활성도를 유발했다.

4. 논의

이 연구의 목적은 다양한 복부 운동에 의해 표면근전도로 측정되는 복근들의 관련성이 유의한 차이가 나는지 여부를 알아보기 위하여 URA, LRA, IO, EO, TA와 RF의 표면 근전도를 비교 하고자 하는 것이다. 가정된 것과 같이, 이 연구의 결과에서는 6가지의 운동 중에 5가지의 근육군에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았

다. 이러한 결과는 Kasee and Noble의 결과와 유사한 것이다[6][7]. 카세와 노블은 볼 위에서 수행되는 운동처럼 hip motion과 안정성으로 기인하는 고난도의 운동은 복근의 isolation에 실패하고 외복사근의 높은 활성화와 대퇴직근의 firing에 실패한다고 주장했다. 검사된 운동 중 한 가지를 제외한 모든 운동이 고관절 굴곡, 신체의 안정화 혹은 둘 다가 필요하기 때문에 고난도의 동작들이기 때문에, 이 주장은 본 연구에서 증명된다.

저자의 가설을 더욱 지지하는 것은, 어떠한 복부 운동 중에서도 상부복직근과 하부복직근의 유의한 차이가 없었다는 것이다. 이러한 결과는 이전 연구에서 상하복직근이 어떠한 복부 운동 중에서 유의한 차이가 없었다는 사실과 일치한다. 몇 가지 연구에서는 주어진 복부 운동 중에 근육 활성화도에 차이를 발견했음을 주목하는 것이 중요하다. 궁극적으로는 복직근의 2부분의 근활성도는 차이가 없다는 것을 보여준 Clarke조차도 다음과 같이 표현했다. 통계적으로 유의하진 않지만, 전형적으로 상복부를 타겟으로 하는 그러한 운동 중에는 하부 복직근에 비해서는 상부복직근에서 더 높은 EMG진폭의 경향을 보인다[8]. 하부복직근에 더 높은 활성도가 나타나는 reverse curl-up에서 유일한 예외가 있었다. 카세와 노블 또한 하부와 상부 복직근의 활성도에는 유의한 차이를 발견하지 못했다. 유의한 차이가 없는 것은 외복사근, 내복사근, 복횡근의 aponeurosis 바로 아래 놓여있는 하부 복직근의 위치 때문일 수 있는데 이는 근전도 리드 사이에서 혼선을 일으킬 수 있기 때문이라고 추정했다. 이 연구에서 슬라이드와 앙와위 V-up을 수행하는 동안 IO의 통계학적으로 유의한 관련성을 밝혀냈고, 이는 이러한 2가지 운동을 설명하기 위해 이를 이용할 때 현 논문의 가설을 반증하는 것이다. 플로이드와 실버는 내복사근 전극이 TA의 하부 섬유에서 신호를 얻을 수 있고 이로 인해 그 결과를 잠정적으로 설명할 수 있다고 했다[9][10]. 대퇴직근이 고관절 굴곡근이고, 척추 안정화 혹은 척추 굴곡근이 아니기 때문에 어떤 운동이 대퇴직근에 대항하는 복근의 활동성을 유도하는지 이해하는 것은 중요하다 [11][12]. 이 결과는 복부에서 가장 초점을 맞춘 활성을 유발하면서 대퇴직근의 활동을 제한하는 것은 abdominal crunch라는 것을 보여준다. 대퇴직근의 활성화는 골반의 전방경사의 결과로 나타나고 따라서 요추 전만이 증가한다는 사실을 주목하는 것은 필수적이다. 골반의 전방회전은 허리통증의 병력이 있는 개인에게는 문제가 될 수

있다.

이 연구에서는 휠을 이용한 복와위 V-up이 가장 많은 전반적인 근육 활성도를 유발한다는 사실을 밝혀냈다 [13][14]. 본 연구 결과는 유다와 Escamilla의 두 저자들의 결과를 지지하는데, 그들은 파워 휠과 유사한 장치를 사용하였는데 유다는 애브슬라이드, 에스카밀라는 손으로 잡는 복부 운동 휠을 사용하였다. 애브슬라이드와 손으로 잡는 휠과 foot wheel의 가장 큰 차이점은 발과 반대되는 손과 트렁크가 레버라는 것이다. 운동선수나 고객을 위한 장비나 운동을 선택할때 이 연구에서 밝혀진 정보가 확실히 고려되어야 하겠지만, 단지 MVIC만 측정되었다는 것을 기억하는 것은 중요하다[15]. 따라서, 정보는 ROM의 한 포인트에만 국한된다. 향후 연구에서는 역동적인 운동 중에 근활성도에 초점을 맞추어야 한다.

5. 결론

복근 강화는 척추 안정화, 근육 협응, 부상방지 역할에 중요한 역할을 하고 따라서 포괄적인 강화 컨디셔닝 프로그램의 중요한 측면이다. 많은 전문가들이 복근의 특정 부분을 isolation 시킬 수 있다고 믿지만 실상은 그렇지 않다. 이 연구에서 얻은 결과를 적용하기 위해서는, 전문가들은 그들이 믿는 어떤 근육이 작용하는가에 대한 것과는 반대되는 전체적인 근육 활성화에 초점을 맞추어야 한다는 것이다. 수행된 5가지 운동 중에서, prone V-UP은 가장 큰 근 활성화를 유발했고 따라서 근육에 부하를 주는 가장 효과적인 운동이라 하겠다.

이 논문의 정보는 개인적인 용도 혹은 프로그램을 위해 어떤 장비를 구비해야 하는가에 대한 고민을 할 때 또한 유용할 것이다. CRUNCH와 prone V-up 상업적 장비를 이용한 운동보다 더 좋거나 비슷한 것으로 조사되었다. 이러한 결과를 토대로, 운동전문가(strength and conditioner)는 정적인 복부 수행능력을 수행할 때 부가적인 장비에 대한 필요성을 면밀히 평가하는 것이 추천된다.

REFERENCES

- [1] ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (8th ed.). Thompson, WR, ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
- [2] Clark, KM, Holt, LE, and Sinyard, J. Electromyographic comparison of the upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *J Strength Cond Res* 17: 475 - 483, 2003.
- [3] Floyd, WF and Silver, PHS. Electromyographic study of patterns of activity of the anterior abdominal wall muscles in man. *J Anat* 83: 132 - 145, 1950.
- [4] Hildenbrand, K and Noble, L. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the Ab roller, ABslide, fitball, and conventionally performed trunk curls. *J Athl Training* 39: 37 - 43, 2004.
- [5] Juker, D, McGill, S, Kropf, P, and Steffen, T. Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Med Sci Sports Exerc* 30: 301 - 310, 1998.
- [6] Kasee, H and Noble, L. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercise using the Ab Roller, ABslide, fitball, and conventionally performed trunk curls. *J Athl Training* 39: 37 - 43, 2004.
- [7] Lehman, GJ. Quantification of the differences in electromyographic activity magnitude between the upper and lower portions of the rectus abdominis muscle during selected trunk exercises. *Phys Ther* 81: 1096 - 1101, 2001.
- [8] McCrory, MA, Gomez, TD, Bernauer, EM, and Mole, PA. Evaluation of a new air displacement plethysmography for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc* 27: 1686 - 1691, 1995.
- [9] O'Sullivan, P, Twomey, L, Allison, G, Sinclair, J, and Miller, K. Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. *Aust J Physiother* 43: 91 - 98, 1997.
- [10] O'Sullivan, P, Twomey, L, and Allison, G. Dynamic stabilization of the lumbar spine. *Crit Rev Phys Rehabil Med* 9: 315 - 330, 1997.
- [11] Sarti, MA, Monfort, M, Fuster, MA, and Villaplanta, LA. Muscle activity in the upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 77: 1293 - 1297, 1996.
- [12] R. Tucker, M. I. Lambert & T. D Noakes. (2006). An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(3), 233-245.
- [13] Souza, G, Baker, L, and Powers, C. Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 82: 1551

[1] ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (8th ed.). Thompson, WR, ed. Philadelphia,

- 1557, 2001.

- [14] Sternlicht, E and Rugg, S. Electromyographic analysis of abdominal muscle activity using portable abdominal exercise devices and a traditional crunch. J Strength Cond Res 17: 463 - 468, 2003.
- [15] Warden, SJ, Wajswelner, H, and Bennell, KL. Comparison of Abshaper and conventionally performed abdominal exercises using surface electromyography. Med Sci Sports Exerc 31: 1656 - 1664, 1999.

윤 완 영(Yoon, Wan Young) [정회원]



- 1997년 2월 : 고려대학교 사회체육학과(이학사)
- 2002년 2월 : 고려대학교 체육학과(이학석사)
- 2007년 2월 : 고려대학교 체육학과(이학박사)

- 2012년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 임상건강운동학과 교수
- 관심분야 : 운동역학, 근골격계 모델링, 근골격 트레이닝
- E-Mail : wanyoung72@gmail.com

조 석 철(Cho, Seok Cheok) [정회원]



- 2001년 2월 : 연세대학교 생명공학과 박사
- 1989년 3월 ~ 1998년 8월 : 두산기술원 식품소재 부문
- 2001년 1월 ~ 2008년 12월 : (주) 바이오벤

- 2009년 1월 ~ 2011년 12월 : 경희대학교 피부생명공학센터
- 2012년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 식품공학과 교수
- 관심분야 : 기능성소재, 고령친화식품, 융합바이오
- E-Mail : cscho@seowon.ac.kr