

건강한 성인의 전거근의 선택적인 활성화를 향상시키는 효과적인 큐잉 방법

최종재 · 송창호†
삼육대학교 물리치료학과

Effective Cueing Method That Increases Selective Muscle Activation of the Serratus Anterior in Healthy Adults

Jong-Jae Choi, P.T., M.Sc. · Chang-Ho Song, P.T., Ph.D.†
Department of Physical Therapy, Sahmyook University

Received: August 5, 2021 / Revised: August 13, 2021 / Accepted: August 13, 2021

© 2021 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

| Abstract |

Purpose: This study aimed to investigate effective cueing methods for selective muscle activation of the serratus anterior.

Methods: Based on the inclusion criteria, 26 healthy adults, both males and females, were recruited for the measurement of muscle activation of the upper trapezius and serratus anterior muscles while performing basic movements in knee push-up plus (KPP) and dynamic hug (DH) positions using five different cueing methods. An electromyogram was used to measure muscle activation, and both muscle activation and muscle ratio (serratus anterior/upper trapezius) were compared during the basic movements and different cueing methods. The cueing methods were trapezius verbal cueing, trapezius verbal cueing + trapezius tactile cueing, emphasis verbal cueing, serratus anterior tactile cueing, and trapezius verbal cueing + trapezius tactile cueing + serratus anterior tactile cueing.

Results: The results of the study showed that there was a significant difference in the muscles for the two exercises ($p < 0.05$). There was also a significant difference between the cueing methods ($p < 0.05$). The correlative effect between the muscles and cueing methods was also significant ($p < 0.05$). The muscle ratio in trapezius verbal cueing + trapezius tactile cueing + serratus anterior tactile cueing during KPP and DH was higher than in basic movements and other cueing methods. This confirms that trapezius verbal cueing + trapezius tactile cueing + serratus anterior tactile cueing is an effective cueing method for selective activation of the serratus anterior during KPP and DH. This study also demonstrated that cueing by a therapist may both increase and decrease selective muscle activation.

Conclusion: Through this study, an effective cueing method to selectively activate the serratus anterior may be suggested, and the results of this study may provide basic information regarding future studies and clinical practice.

Key Words: Electromyography, Serratus anterior, Exercise, Cueing, Muscle activity

†Corresponding Author : Chang-Ho Song (chsong@syu.ac.kr)

I. 서론

전거근은 첫째에서 아홉째 늑골에서 기시하여 견갑골 내측연에서 정지하며(Gray, 2009) 주요 작용은 견갑골의 견인과 상방회전이다(Neumann & Camargo, 2019). 전거근은 견갑골의 내측연과 하각의 익상견갑과 전방경사를 예방하고 안정성을 위해 사용되는 주요 근육이다(Escamilla et al., 2009). 특히 전거근은 체간에서 팔이 올라감에 따라 시상면, 정중면, 수평면에 대한 움직임의 모든 구성요소를 제공하기 때문에 견갑흉곽관절 근육 중 특별하다(Ludewig et al., 2004a). 전거근의 또 다른 중요한 작용은 푸쉬업의 마지막 단계를 수행하는 것이다(Neumann, 2013). 특히 푸쉬업의 마지막 단계에서 바닥으로부터 몸통을 더 멀리 밀어내는 동작을 할 때 전거근을 많이 사용하게 되는 것을 푸쉬업 플러스(push-up plus, PP)라고 한다(Ludewig et al., 2004b).

견갑골의 상방회전에서 짝힘을 이루는 근육은 상부승모근, 하부승모근, 전거근이 있다(Kibler, 1998). 이 근육 중 상부승모근의 과도한 근활성도 증가는 전거근의 근활성도를 감소시키고, 이는 전거근의 약화를 초래한다(Cools et al., 2003; Miyasaka et al., 2017). 전거근이 약화되면 어깨의 굴곡 또는 외전이 되는 동안 견갑골이 정확하게 위치를 유지하지 못하고 견갑상완 근육들은 근육의 최적의 길이와 긴장관계를 유지할 수 없다(Sahrmann, 2001). 그리고 전거근의 약화는 상완외관절과 견갑흉곽관절 근육의 불균형을 일으킬 수 있다(Cools et al., 2007; Hallström & Kärrholm, 2006). 이러한 견갑골의 비정상적인 위치 또는 움직임을 견갑골 운동이상증(scapular dyskinesis)이라고 한다(Neumann & Camargo, 2019). 견갑골 운동이상증으로 인하여 어깨충돌증후군, 전방 관절와순의 손상, 회전근개의 손상 등이 나타날 수 있다(Kibler et al., 2013). 이러한 병리학적인 현상을 가지고 있는 환자들은 공통적으로 전거근의 근활성도와 근력이 감소한다(Cools et al., 2007).

어깨의 병변이나 통증을 가지고 있는 환자를 대상

으로 전거근 운동의 중요성을 강조한 연구가 보고되었다. Kim과 Park (2015)의 연구에서는 어깨충돌증후군이 있는 환자를 대상으로 견갑면에서 어깨외전 운동을 통해 환자의 통증의 감소, 관절운동범위의 증가, 전거근의 근활성도 증가를 확인하였다. Cools 등(2014)의 연구에서는 전방 관절와순의 손상이 있는 사람에게 상완이두근의 큰 부하가 가지 않으면서 전거근의 활성도를 높이는 운동은 재활의 초기단계에서 중요하다고 하였다. Escamilla 등(2009)의 연구에서는 회전근개의 손상이 있는 경우 통증에 의해 어깨의 비정상적인 움직임이 나온다고 하였고, 재활 단계에서는 운동사슬로 연결되는 견갑골의 안정성이 중요하기 때문에 전거근의 활성도를 높여야 한다고 하였다.

전거근의 선택적인 활성도나 근력을 증가시키기 위한 운동은 PP, 다이내믹 허그(dynamic hug, DH), 전거근 펀치(serratus anterior punch), 견갑면 외전(scaption), 전방 펀치(forward punch), 프레스업, 어깨 퍼기(shoulder extension) 등이 있는데 PP와 DH에서 전거근의 활성도가 가장 높게 측정 되었다(Cools et al., 2014; Decker et al., 1999b; Neumann & Camargo, 2019). 그리고 무릎 꿇고 푸쉬업플러스(knee push-up plus, KPP)는 무릎을 신전상태에서 PP를 하는 것 보다 힘이 적게 들면서도 유사한 전거근의 근활성도를 보인다(Decker et al., 1999a). 운동 방법 외에도 PP를 할 때 팔의 각도를 다르게 했을 경우에는 120°에서 전거근의 근활성도가 가장 높게 나왔다(Hwang et al., 2017), KPP를 할 때 지지면의 상태를 다르게 했을 경우에는 진동이 있고 불안정한 면에서 전거근의 근활성도가 가장 높게 나왔다(Kim et al., 2014). DH를 할 때 저항의 정도는 체중의 20%에서 전거근의 근활성도가 높았지만 대상자가 느끼는 근피로감도 올라가기 때문에 대상에 따라 저항을 조절해야 한다고 했다(Decker et al., 1999a; Yoo, 2016). 단순하게 전거근의 활성도를 확인하는 연구도 있었지만 상부승모근과 비율을 비교하여 전거근의 선택적인 활성도를 확인하기도 하였다(Choi et al., 2017; Cools et al., 2007; Cools et al., 2014; Gioftos et al., 2016; Hwang et al., 2017; Kim & Park, 2015;

Ludewig et al., 2004b).

큐잉은 근육을 선택적으로 활성화 시키거나 억제 시키는 하행신경로(descending pathways)에 영향을 줄 수 있다(Dean & Baker, 2017). Shiva과 Misiaszek (2018)의 연구에서는 트레드밀에서 걷는 동안 발목 쪽에 일정한 촉각적 큐잉을 주었을 때 발목근육의 활성도가 증가하였고 이것은 얘기치 못한 미끌어짐에 대하여 안정성과 조절력을 제공하였다. 그러나 Hollman 등 (2018)의 연구에서는 교각운동을 할 때 슬픽근 대비 대둔근의 활성도를 높이기 위해 운동 중에 구두적 큐잉과 촉각적 큐잉을 적용하였지만 유의하지 않은 결과가 나왔고, 운동마다의 적절한 큐잉 방법을 찾아야 한다고 나타냈다. 정확한 큐잉은 근육의 활성도를 선택적으로 향상시키거나 감소시킬 수 있지만 잘못된 큐잉은 근육의 근활성도를 원하는 대로 조절할 수 없다(Cowling et al., 2003).

Shin 등(2018)의 연구에서는 익상견갑을 가지고 있는 대상자에게 KPP를 할 때 촉각적 큐잉이 어떤 영향을 끼치는지 확인하였다. 연구의 결과 익상견갑과 흉추가 후만 되는 보상작용이 감소되는 것을 확인하였지만 증가시키려 했던 전거근의 근활성도가 감소하였다. 이처럼 전거근 훈련에 대한 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 KPP와 DH를 적용하는 환경이나 조건을 바꾸지 않고 촉각적 큐잉과 구두적 큐잉을 통해 KPP와 DH를 할 때 상부승모근의 근활성도는 감소시키고 전거근의 선택적인 근활성도를 향상시키는 효과적인 큐잉방법을 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구를 위해 서울 소재의 S대학에 재학중인 학생을 대상으로 건강한 성인 남녀 26명을 모집하였으며 어깨관절에 선천적인 기형, 정형외과적 손상, 신경학적 문제가 있는 사람, 근력과 관절가동범위에 문제가

있는 사람, 최근 6개월 이내에 어깨안정근의 강화운동을 실시하지 않은 사람, 실험시간 48시간 전에는 과도한 신체활동과 음주 등 본 실험에 지장을 주는 행동을 하거나 본 연구의 의도를 이미 알고 있는 대상자는 실험에서 제외하였다.

본 연구의 대상자는 실험을 이해하고 연구 참여에 대한 동의서에 서명한 자만 대상으로 하였으며 삼육대학교 임상시험심사위원회의 연구계획서 승인을 받아 진행하였다.

2. 측정방법 및 도구

1) 표면 근전도(EMG)

대상자의 상부승모근과 전거근의 근활성도를 보기 위해 표면 근전도(Telemy 2400 GT Telemetry EMG system, Noraxon, USA)를 사용하였다.

수집된 자료는 근전도 소프트웨어 (MyoResearch Master 1.08 XP)를 사용하여 저장되고 분석되었다. 표본추출률은 1,000Hz로 설정하였고 주파수 대역폭은 10~450Hz로 하였다. 측정할 근육의 근전도 신호는 정류 후, 근전도 신호의 실질적인 출력 값에 가까운 값을 제공하는 평균 제곱근 법 (root mean square, RMS)으로 처리하고 체간의 심장 박동 전기 신호의 영향을 최소화하기 위하여 ECG 필터를 사용하였다. 각 근육별 근전도 신호는 MVIC에 대한 백분율로 정규화(normalization)하여 분석에 사용하였다. 근전도 분석 시 연구 대상자의 개별성 영향을 고려하여 자발적 기준 수축의 측정시간을 5초간 세 번 실시하였다. 평균 활성도는 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 동작 중간 3초간의 측정치 값을 사용하였다. 측정된 세 번의 근활성도 값의 합한 평균값을 100%MVIC로 사용하였다.

3. 실험 절차

대상자의 상부승모근과 전거근의 근활성도를 보기 위해 표면 근전도(Telemy 2400 GT Telemetry EMG

system, Noraxon, USA)를 사용하였다.

근활성도는 두 가지 운동을 기본동작을 시행 할 때와 다섯 가지 큐잉에 따라 시행하면서 측정하였다. 근전도의 전극 부착 지점은 측정 오류의 방지를 위하여 털을 제거하고 알코올로 깨끗이 닦아낸 후, 상부승모근과 전거근에 전극 간의 거리를 2cm 유지한 후 부착시켰다(Criswell, 2010).

최대 자발 등척성 수축(Maximum voluntary isometric contraction, MVIC)는 MMT자세를 기준으로 저항을 주어 5초간 유지 하였고, 3회 반복 실시하여 평균값을 구하였다. 근 피로를 예방하기 위하여 3회 반복 시에는 시행간의 1분의 휴식시간을 주었고, 큐잉 방법을 바꿀 때에는 2분간의 휴식시간을 주었다.

1) 중재방법

(1) KPP

네발기기자세에서 실험자가 먼저 동작을 보여주었다. 실험자의 무릎은 고관절에서 바닥으로 수직이 되도록 위치하였다. 손은 몸통에서 견관절이 약 120°의 굴곡이 되도록 눈높이에 위치하게 하였다(Hwang et al., 2017). 골반과 척추는 중립자세를 유지하였다. 이 자세에서 팔꿈치를 살짝 굴곡하였다가 신전하면서 바닥에서부터 몸통이 멀어지도록 견갑골을 최대한 견인하였다. 최대한 견인을 5초 유지한 후 시작자세로 돌아왔다.

(2) DH

선 자세에서 실험자가 먼저 동작을 보여주었다. 도르레 운동기구(pulley station, Nordic, Germany) 이용하여 축을 실험자의 견봉에 맞추었다. 도르레 운동기구의 추의 무게는 대상자 몸무게의 10~15%로 하였다(Yoo, 2016). 시작 자세는 실험자의 무릎을 약간 구부린 채로, 발은 어깨너비로 벌렸다. 팔꿈치는 45° 굴곡되고 팔은 60° 외전 되게 하였다. 그리고 어깨는 45°

내회전 되게 하였다. 실험자는 손으로 호를 그리면서 수평내전동작을 하였다. 이때 견갑골이 최대한 견인 되도록 하였다(Decker et al., 1999b). 손은 몸통에서 견관절이 약 120°의 굴곡이 되도록 눈높이에서 끝나게 하였다(Yoo, 2016).

(3) 큐잉 방법

큐잉 방법은 5가지로 하였다. 승모근 구두 큐잉, 승모근 구두 큐잉+승모근 축각 큐잉, 강조 구두 큐잉, 전거근 축각 큐잉, 그리고 승모근 구두 큐잉+승모근 축각 큐잉+전거근 축각 큐잉을 제공하였다. 승모근 구두 큐잉은 운동 중 상부승모근의 근활성도를 감소시키기 위해 “귀와 어깨를 멀어지게 해주세요.” 라는 구두적 큐잉을 하였다. 승모근 구두 큐잉+승모근 축각 큐잉은 운동 중 상부승모근의 근활성도를 감소시키기 위해 승모근 구두 큐잉과 동시에 견봉을 가볍게 쳐주면서 축각적 큐잉을 추가하였다. 강조 구두 큐잉은 운동 중 근육의 활성도를 증가시키기 위해 “더! 더! 강하게 하세요!” 라는 구두 큐잉을 하였다. 전거근 축각 큐잉은 운동 중 전거근의 근활성도를 증가시키기 위해 견갑골의 견인이 더 잘 일어날 수 있도록 흉골을 등쪽으로 밀어주거나 견갑골이 견인 되는 방향으로 쓸어주듯이 움직임을 유도하여 축각적 큐잉을 하였다. 승모근 구두 큐잉+승모근 축각 큐잉+전거근 축각 큐잉은 운동 중 상부승모근의 근활성도를 감소시키고 전거근의 근활성도는 증가시키기 위해 승모근 구두 큐잉+승모근 축각 큐잉과 전거근 축각 큐잉을 동시에 하였다.

4. 자료 분석

본 연구의 모든 작업과 통계는 SPSS ver. 23.0(SPSS Inc, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 전체 대상자는 Shapiro-Wilk 정규성 검증을 하였으며, 정규성 검정에 만족하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하였고, 근육별 큐잉간 차이를 알아

보기 위해 일원배치 반복 측정 분산분석을 실시하였고 근육간 차이는 Bonferroni검정으로 확인하였다. 2개의 근육에 대한 큐잉간의 비율을 비교하기 위해 이원 배치 반복측정분산분석을 실시하였고 큐잉간의 차이는 Bonferroni검정으로 확인하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준은 $p<0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

대상자의 일반적 특성은 모두 동질한 것으로 나타났다.

대상자는 남성이 13명, 여성이 13명으로 총 26명이며, 연령 분포는 20~32세, 평균 연령은 23.77세였다. 평균 신장은 167.77cm이고, 평균 몸무게는 65.77kg이다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (N=26)

Characteristics	Mean±SD
Age (years)	23.77 ± 3.58
Gender (Male/Female)	13 / 13
Height (cm)	168.77 ± 8.56
Weight (kg)	65.77 ± 14.46

Table 2. Muscle activity comparison of upper trapezius and serratus anterior during KPP

(N=26)

Classification	Upper trapezius muscle activity (%MVIC)	Serratus anterior muscle activity (%MVIC)	F (p) Post-hoc
Basic motion (A)	9.46±7.65 ^a	35.42±23.66	
Trapezius verbal cueing (B)	7.57±4.85	37.87±27.01	muscle 69.41(0.00)
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing (C)	7.31±5.13	31.95±16.58	cueing 8.86(0.00)
Enforcing verbal cueing (D)	15.89±10.84	64.50±30.01	
Serratus anterior tactile cueing (E)	10.03±6.49	41.89±23.04	muscle×cueing 3.73(0.00)
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing +Serratus anterior tactile cueing (F)	7.70±5.39	38.95±21.83	ABCEFD, C<E

^aValues are expressed as mean ± standard deviation.

2. KPP를 할 때 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 상부승모근과 전거근의 근활성도 비교

KPP를 할 때 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 상부승모근과 전거근의 근활성도는 다음과 같다(Table 2).

KPP를 할 때 상부승모근과 전거근간의 근활성도 차이는 유의하였고($F=69.41$, $p<0.05$), 기본동작과 다섯 가지 큐잉 방법간의 차이도 유의하였다($F=8.86$, $p<0.05$). 근육과 큐잉의 상호효과 역시 유의하였다($F=3.73$, $p<0.05$)

기본동작과 다섯 가지 큐잉 방법간의 사후검정 결과에서는 강조 구두 큐잉이 기본동작과 네 가지 큐잉보다 근활성도가 크게 나타났고, 전거근 측각 큐잉은 승모근 구두 큐잉+승모근 측각 큐잉보다 근활성도가 크게 나타났다.

3. KPP를 할 때 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 근활성비 비교

KPP를 할 때 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 근활성비는 다음과 같다(Table 3, Fig. 1).

KPP를 할 때 기본 동작과 다섯 가지 큐잉 방법에 따른 근활성비는 유의한 차이가 있었다($F=6.17$, $p<0.05$). 사후검정 결과에서는 승모근 구두큐잉+승모근 측각 큐잉+전거근 측각 큐잉이 기본동작보다 근활

Table 3. Comparison of muscle activity ratio according to basic motion and cueing method when performing KPP (N=26)

Classification	Muscle activity ratio	F (p) Post-hoc
Basic motion (A)	5.35±3.97 ^a	
Trapezius verbal cueing (B)	5.92±3.41	
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing (C)	5.55±2.92	6.17(0.00)
Enforcing verbal cueing (D)	6.11±4.72	
Serratus anterior tactile cueing (E)	5.90±4.78	A<F
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing +Serratus anterior tactile cueing (F)	6.74±4.48	

^aValues are expressed as mean ± standard deviation.

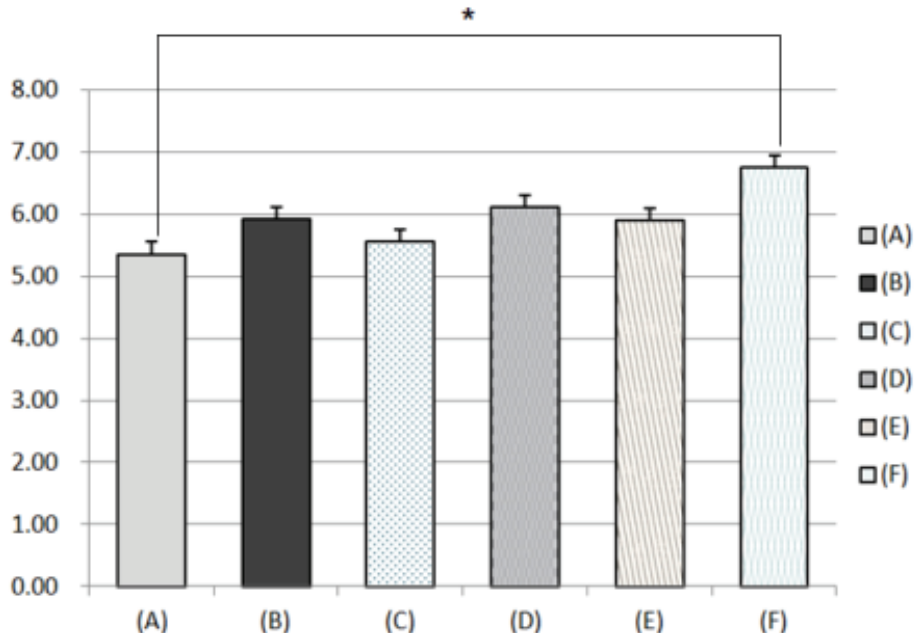


Fig. 1. Muscle activity ratio of KPP. Basic motion (A), trapezius verbal cueing (B), trapezius verbal cueing+trapezius tactile cueing (C), enforcing verbal cueing (D), serratus anterior tactile cueing (E), trapezius verbal cueing+trapezius tactile cueing+serratus anterior tactile cueing (F).

성비가 더 크게 나타났다.

4. DH를 할 때 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 상부 승모근과 전거근의 근활성도 비교

DH를 할 때 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 상부승

모근과 전거근의 근활성도는 다음과 같다(Table 4).

DH를 할 때 상부승모근과 전거근간의 근활성도 차이는 유의하였고($F=11.49, p<0.05$), 기본동작과 다섯 가지 큐잉 방법간의 차이도 유의하였다($F=130.29, p<0.05$). 근육과 큐잉의 상호효과 역시 유의하였다

Table 4. Muscle activity comparison of upper trapezius and serratus anterior during DH (N=26)

Classification	Upper trapezius muscle activity (%MVIC)	Serratus anterior muscle activity (%MVIC)	F (p) Post-hoc
Basic motion (A)	11.14±12.67 ^a	36.13±15.07	
Trapezius verbal cueing (B)	6.32±4.34	36.10±19.89	muscle 11.49(0.00)
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing (C)	5.19±2.99	35.10±17.83	cueing 130.29(0.00)
Enforcing verbal cueing (D)	13.32±9.69	67.45±29.11	
Serratus anterior tactile cueing (E)	6.25±6.08	37.61±15.06	muscle×cueing 8.21(0.00)
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing +Serratus anterior tactile cueing (F)	5.58±3.20	42.00±17.08	ABCEF<D

^aValues are expressed as mean ± standard deviation.

($F=8.28$, $p<0.05$)

기본동작과 다섯 가지 큐잉 방법간의 사후검정 결과에서는 강조 구두 큐잉이 기본동작과 네 가지 큐잉보다 근활성도가 크게 나타났다.

$p<0.05$). 사후검정 결과에서는 전거근 축각 큐잉과 승모근 구두큐잉+승모근 축각 큐잉+전거근 축각 큐잉이 기본동작보다 근활성비가 더 크게 나타났다.

5. DH의 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 근활성비 비교

DH의 기본 동작과 큐잉 방법에 따른 근활성비는 다음과 같다(Table 5, Fig. 2).

DH를 할 때 기본 동작과 다섯 가지 큐잉 방법에 따른 근활성비는 유의한 차이가 있었다($F=3.60$,

IV. 고 찰

효과적인 큐잉은 재활 현장의 전문가에게 매우 필수적인 요소로서 큐잉의 변화에 따라 운동의 효과는 바뀔 수 있다(Dean & Baker, 2017). 본 연구는 선행연구에서 사용한 운동 방법이나 전거근의 선택적인 근활성도를 평가하는 방법을 참고하여 KPP와 DH를 할

Table 5. Comparison of muscle activity ratio according to basic motion and cueing method when performing DH (N=26)

Classification	Muscle activity ratio	F (p) Post-hoc
Basic motion (A)	7.08±4.93 ^a	
Trapezius verbal cueing (B)	7.91±5.05	
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing (C)	8.82±5.49	3.60(0.00)
Enforcing verbal cueing (D)	7.28±4.77	
Serratus anterior tactile cueing (E)	9.37±5.47	A<EF
Trapezius verbal cueing +Trapezius tactile cueing +Serratus anterior tactile cueing (F)	9.84±6.27	

^aValues are expressed as mean ± standard deviation.

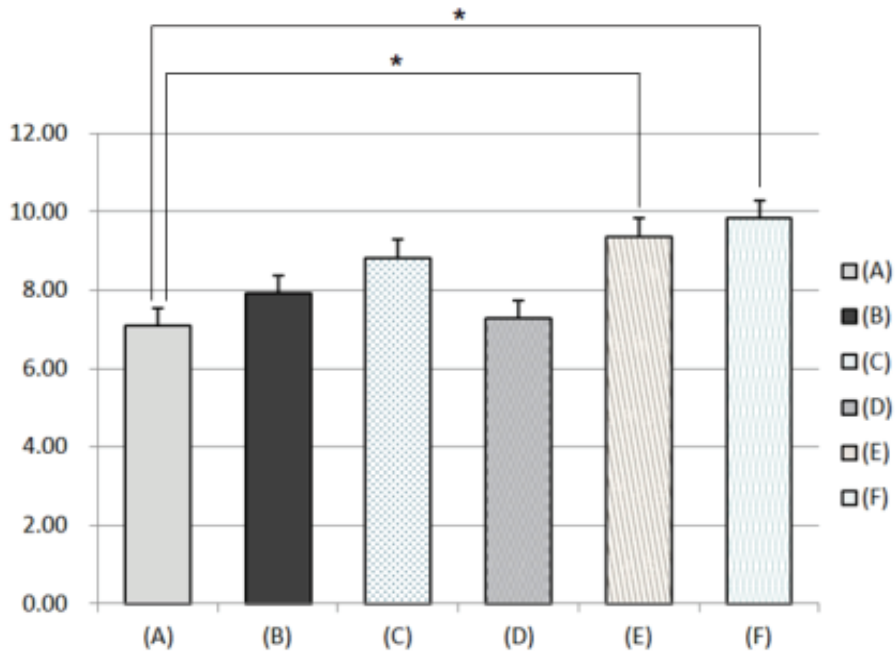


Fig. 2. Muscle activity ratio of DH. Basic motion (A), trapezius verbal cueing (B), trapezius verbal cueing+trapezius tactile cueing (C), enforcing verbal cueing (D), serratus anterior tactile cueing (E), trapezius verbal cueing+Trapezius tactile cueing.

때 기본동작과 큐잉방법에 따른 상부승모근과 전거근의 근활성도와 근활성비를 확인하였다(Choi et al., 2017; Cools et al., 2007; Cools et al., 2014; Gioftos et al., 2016; Hwang et al., 2017; Kim & Park, 2015; Ludewig et al., 2004b).

다른 큐잉과 비교했을 때 근활성비에 있어서 KPP와 DH에서 모두 유의하게 높은 결과를 나타낸 큐잉은 승모근 구두 큐잉+승모근 촉각 큐잉+전거근 촉각 큐잉이었다($p<0.05$). 대상자의 상부승모근의 근활성도를 감소시키려는 구두 및 촉각 큐잉과 전거근의 근활성도를 증가 시키려는 큐잉이 복합적으로 작용한 결과로 생각된다. 이것은 큐잉의 적용방법에 따라서 선택적인 근활성도의 증가나 감소를 유도할 수 있다는 선행연구의 결과와 일치한다(Dean & Baker, 2017).

강조 구두 큐잉이 두 동작 모두 근활성도 변화에 있어서 가장 큰 결과를 나타냈지만($p<0.05$), 전거근뿐만 아니라 상부승모근의 근활성도도 동시에 증가했기

때문에 근활성비에서는 다른 큐잉과의 차이가 없었다. 이는 정확하지 않은 큐잉은 선택적인 근활성도를 증가시킬 수 없다는 선행연구의 내용과 일치한다(Cowling et al., 2003; Dean & Baker, 2017). 임상가들은 훈련의 목적에 따라 큐잉을 선택하여 훈련할 때 전거근의 선택적인 강화 혹은 전반적인 근육의 강화를 기대할 수 있으리라 생각한다.

전거근 촉각 큐잉은 근활성비가 KPP에선 다른 큐잉과 유의한 차이가 없었지만 DH에서는 다른 큐잉보다 높게 나타났다($p<0.05$). 이 차이는 열린사슬운동과 닫힌사슬운동의 차이인지 KPP를 먼저 시행한 후 DH를 시행함에 있어서 생기는 수의적인 움직임의 반복으로 인한 학습효과인지는 확인하기 어려웠다(Kim & Lee, 2004).

본 연구에서 시행한 큐잉방법에 대해서는 선행연구가 이루어지지 않아 다른연구와 직접적인 비교는 어려웠다. 하지만 치료사가 대상자에게 적용하는 큐

잉이 대상자의 근활성도에 영향을 끼친다는 것을 확인하였고 KPP와 DH를 할 때 전거근의 선택적인 근활성도를 향상시키는 큐잉을 찾았다. 다른 연구에서는 또 다른 큐잉과 KPP와 DH뿐만 아니라 다른 운동동작에서의 큐잉에 관련된 연구가 필요하다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 전거근의 선택적인 활성화를 향상시키기 위한 효과적인 큐잉 방법을 알아보기 위해 KPP와 DH에서 기본동작과 큐잉을 할 때 상부승모근, 전거근의 근활성도와 근활성비를 비교하였다. 본 연구의 결과에서는 상부승모근의 근활성도 감소를 유도하고 전거근의 근활성도 증가를 유도하는 승모근 구두큐잉+승모근 축각 큐잉+전거근 축각 큐잉이 KPP와 DH를 할 때 전거근의 선택적 활성화에 가장 효과적인 것으로 나타났다($p<0.05$).

본 연구를 통해 치료사의 큐잉은 대상자의 근육의 선택적인 활성화를 향상 시키거나 감소시킬 수 있다는 것을 확인하였다. 본 연구를 바탕으로 KPP와 DH를 할 때 전거근의 근활성도를 선택적으로 활성화시키는 큐잉 방법을 제시하고, 향후 이에 대한 연구와 운동에 기초적인 도움을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

References

- Choi WJ, Yoon TL, Choi SA, et al. Different weight bearing push-up plus exercises with and without isometric horizontal abduction in subjects with scapular winging: a randomized trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2017;21(3):582-588.
- Cools AM, Boms D, Cottens S, et al. Rehabilitation exercises for athletes with biceps disorders and slap lesions: A continuum of exercises with increasing loads on the biceps. *The American journal of sports medicine*. 2014;42(6):1315-1322.
- Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: Which exercises to prescribe? *The American journal of sports medicine*. 2007;35(10):1744-1751.
- Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Scapular muscle recruitment patterns: Trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(4):542-549.
- Cowling EJ, Steele JR, McNair PJ. Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing. *British Journal of Sports Medicine*. 2003;37(2):126-130.
- Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography. Sudbury. Jones & Bartlett Publishers. 2010.
- Dean LR, Baker SN. Fractionation of muscle activity in rapid responses to startling cues. *Journal of Neurophysiology*. 2017;117(4):1713-1719.
- Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, et al. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *The American journal of sports medicine*. 1999a;27(6):784-791.
- Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, et al. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *The American journal of sports medicine*. 1999b;27(6):784-791.
- Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L, et al. Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Medicine*. 2009;39(8):663-685.
- Gioftos G, Arvanitidis M, Tsimouris D, et al. Emg activity of the serratus anterior and trapezius muscles during the different phases of the push-up plus exercise on different support surfaces and different hand positions. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(7):2114-2118.
- Gray H. Gray's anatomy: with original illustrations by henry

- carter. London. Arcturus Publishing. 2009.
- Hallström E, Kärrholm J. Shoulder kinematics in 25 patients with impingement and 12 controls. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 2006;448:22-27.
- Hollman JH, Berling TA, Crum EO, et al. Do verbal and tactile cueing selectively alter gluteus maximus and hamstring recruitment during a supine bridging exercise in active females? A randomized controlled trial. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2018;27(2): 138-143.
- Hwang UJ, Kwon OY, Jeon IC, et al. Effect of humeral-elevation angle on electromyographic activity in the serratus anterior during the push-up-plus exercise. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2017;26(1):57-64.
- Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine*. 1998;26(2): 325-337.
- Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, et al. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: The 2013 consensus statement from the 'scapular summit'. *British Journal of Sports Medicine*. 2013;47(14):877-885.
- Kim JM, Lee CH. Neurologic physical therapy. Seoul. Jungdam. 2004.
- Kim SH, Kwon OY, Kim SJ, et al. Serratus anterior muscle activation during knee push-up plus exercise performed on static stable, static unstable, and oscillating unstable surfaces in healthy subjects. *Physical Therapy in Sport*. 2014;15(1):20-25.
- Kim SH, Park DJ. Effects of diagonal shoulder training in a closed kinematic chain for secondary impingement syndrome: A case study. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(6):2019-2020.
- Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *The American journal of sports medicine*. 2004a;32(2):484-493.
- Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *The American journal of sports medicine*. 2004b;32(2):484-493.
- Miyasaka J, Arai R, Ito T, et al. Isometric muscle activation of the serratus anterior and trapezius muscles varies by arm position: A pilot study with healthy volunteers with implications for rehabilitation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2017;26(7):1166-1174.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: Foundations for rehabilitation. St. Louis. Elsevier Health Sciences. 2013.
- Neumann DA, Camargo PR. Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles: Part 1: serratus anterior. *Brazilian journal of physical therapy*. 2019;23(6):459-466.
- Sahrmann S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. St. Louis. Elsevier Health Sciences. 2001.
- Shin AR, Lee JH, Kim DE, et al. Tactile cues change trunk and scapular muscle activity, scapular winging, and thoracic kyphosis during knee push-up plus in subjects with scapular winging: The cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(44):e12569.
- Shiva T, Misiaszek JE. Activation of ankle muscles following rapid displacement of a light touch contact during treadmill walking. *Experimental Brain Research*. 2018;236(2):563-576.
- Yoo WG. Effect of shoulder flexion angle and exercise resistance on the serratus anterior muscle activity during dynamic hug exercise. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(1):278-279.