

팔꿈관절 굽힘 작용 배제 유무에 따른 뒤침 동작시 위팔두갈래근의 근수축 개시시간 분석

김정욱 · 문상재¹ · 박민철^{2†}

부산가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, ¹진주경상대학교병원 재활치료실,
²부산가톨릭대학교 물리치료학과

Analysis of Onset Time of Muscle Contractions of the Biceps Brachii in Supination According to the Presence or Absence of Elbow Flexor Activity

Jeong-Wook Kim, P.T., M.S. · Sang-Jae Moon, P.T., M.S.¹ · Min-Chull Park, P.T., Ph.D.^{2†}

Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Graduated School, Catholic University of Pusan

¹Department of Physical Therapy, Jinju Gyeongsang National University Hospital

²Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Received: December 29, 2022 / Revised: February 2, 2023 / Accepted: February 13, 2023

© 2023 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 aims to examine the functional difference in the long and short heads of the biceps brachii by investigating the onset time of muscle contractions in the biceps brachii in the supination motion according to whether the flexor of the elbow joint is excluded.

Methods: This study was conducted with 21 healthy men aged in their 20s. While performing forearm pronation at an elbow flexion angle of 90 degrees, the onset time of muscle contractions in the long and short heads of the biceps brachii was measured and compared in a posture where the humerus is placed on a table and the posture is lifted against gravity. Using an independent samples t-test, the difference in the onset time of muscle contractions in the long and short heads of the biceps brachii was analyzed.

Results: The onset time of the long head was shorter if the flexor activity of the elbow joint was excluded, while that of the short head of the biceps brachii was shorter if it was not excluded.

Conclusion: It is noted that the long head of the biceps brachii mainly functions as a supinator muscle, while the short head of the biceps brachii plays a role in stabilizing and maintaining flexion of the elbow joint.

Key Words: Biceps brachii muscle, Supination, Onset time

†Corresponding Author : Min-Chull Park (mcpark@cup.ac.kr)

I. 서론

위팔두갈래근은 긴갈래와 짧은갈래로 나뉘며, 정지 부위가 팔꿈관절을 지나 노뼈의 거친면에 부착되기 때문에 팔꿈관절 굽힘과 아래팔 뒤침작용을 하는 근육이다. 위팔두갈래근은 굽힘과 뒤침 동작이 동시에 수행될 때 최대의 근전도 활성을 보이는 근육으로, 긴갈래의 경우 어깨뼈의 관절 오목위결절에서 기시하여 위팔뼈 머리 위와 결절사이고랑을 지나 노뼈의 거친면에 정지하고, 짧은갈래의 경우 어깨뼈의 부리돌기에서 기시하여 긴갈래와 동일하게 노뼈의 거친면에 정지한다(Jenkins, 2003; Neumann, 2011). 이러한 기시부의 차이로 인해 짧은갈래는 위팔뼈 굽힘 작용에 국한되지만, 긴갈래는 위팔뼈의 앞쪽 병진운동을 제한하고 위팔뼈 벌림의 자연스러운 관절운동 형상학을 조절하는데 필요한 중요한 힘을 제공하여 위팔뼈 머리의 위쪽 병진운동을 조절한다(Alexander et al., 2013; Pagnani et al., 1996).

위팔두갈래근의 긴갈래와 짧은갈래는 노뼈의 거친면에 정지 부위를 공유한다고 일반적으로 알려졌다(An et al., 1981). 하지만 카테바 연구에 의하면 두 갈래 모두 노뼈의 거친면에 부착되지만 두갈래의 힘줄다발은 원형사이막에 의해 분리되며, 아래팔 뒤침 자세에서 긴갈래는 짧은갈래에 비해 노뼈의 회전축으로부터 멀리 부착되어 있고, 팔꿈관절로부터 가까이 부착되어 있다(Eames et al., 2007). 이러한 긴갈래와 짧은갈래의 정지부 차이로 인하여, 긴갈래는 짧은갈래에 비하여 뒤침 자세에서 더 큰 내적 모멘트팔을 가지게 되고, 짧은갈래는 팔꿈관절 굽힘에 있어 더 큰 내적 모멘트팔을 가지게 되므로, 긴갈래는 아래팔 뒤침 기능을 주로 하고 짧은갈래는 아래팔 굽힘 기능을 주로 함을 알 수 있다.

Kim 과 Park(2020)의 연구에 의하면 무게 저항에 대해 뒤침 자세를 유지하는 동안 팔꿈관절 60도와 90도 굽힘 자세에 비해 0도와 30도에서 긴갈래의 근활성도가 높은 것으로 나타났고, 팔꿈관절 굽힘근 활성을 배제한 후 위팔두갈래근의 뒤침 동작 시 근활성도를

연구한 결과도 동일하게 팔꿈관절 굽힘 0도와 30도에서 긴갈래가 짧은갈래에 비해 근활성도가 높은 것으로 나타나 옆침에서 뒤침 동작 시 관절 초기 굽힘 자세에서 긴갈래의 작용이 더 큰 것으로 여겨진다(Kim & Park, 2021). 또한 Brown 등(1993)의 위팔두갈래근의 길이에 따른 빠른 속도의 뒤침 동작 시 긴갈래와 짧은갈래의 근활성도를 알아본 연구에 의하면 위팔두갈래근의 길이가 늘어남에 따라 긴갈래의 근활성도가 증가한다고 보고하였다.

움직임의 분석에 있어 근육의 근활성도 측정뿐만 아니라 근육 간의 근 동원 개시 시간을 분석이 사용되고 있으며, 비정상적인 근육의 동원 개시 시간은 부상을 가져올 가능성이 크므로 선행연구에서는 근육의 동원 개시 시간을 수정하기 위한 방법들이 제시되어 왔다(Park et al., 2002; Staud & Wolf, 1999). 위팔두갈래근의 정지부 차이에 따른 기능적인 차이를 근활성도를 통하여 알아본 연구는 이루어졌으나 위팔뼈 뒤침 동작 시 위팔두갈래근의 개시 시간을 통하여 긴갈래와 짧은갈래의 기능적인 차이를 알아본 연구는 미흡한 실정이다. 또한 비정상적으로 동원되는 근육의 개시 시간의 수정에 있어 정상적인 뒤침 동작의 근 동원 개시 시간의 연구가 필요하다

이에 본 연구는 뒤침 동작시 팔꿈관절 굽힘 작용 배제 여부에 따른 뒤침 동작 시 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래 근활성의 개시 시간을 연구함으로써 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 기능적인 차이를 알아보고, 치료적인 운동 프로그램의 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 부산 소재의 C 대학교에 재학 중인 신체 건강한 20대 성인 남성 21명을 대상으로 실시하였다. 연구 대상자의 선정은 아래팔 옆침과 뒤침 동작을 정

상 가동범위 내에 정확히 수행할 수 있는 자로 연구에 관하여 충분히 설명을 듣고, 스스로 연구에 참여한 자로 하였다. C 대학교 생명윤리위원회의 연구 승인을 받아 진행하였다(CUPIRB-2022-001).

2. 측정 방법 및 도구

본 연구는 단면 조사 연구(cross-sectional study)로 팔꿈관절 90도에서 아래팔 뒤침 동작을 수행하는 동안 위팔두갈래근의 긴갈래와 짧은갈래의 근수축 개시 시간을 위팔뼈를 테이블에 올려놓은 자세와 중력에 대항하여 들고 있는 자세에서 측정하여 비교하였다 (Fig. 1). 대상자를 의자에 앉힌 자세에서 탄력밴드 (Theraband, ECOLIZ, Republic of KOREA)를 손으로 잡고 저항을 일정하게 제어하기 위하여 탄력밴드를 고정하였다(Fig. 2). 총 3회씩 실시하며, 실험 시 휴식 시간은 1분으로 하였다. 측정 자세는 아래팔의 경우 손목관절 굽힘 0°, 위팔뼈의 경우 지면과 이루는 각도를 90°로 하여 실시하였다. 아래팔 뒤침에 따른 근수축 개시 시간의 차이를 분석하기 위하여 관성 측정 장치 (inertial measurement unit; IMU) 센서를 이용하는 삼차원적 동작 분석 장비(Myomotion reseach pro, Noraxon Inc, Germany)와 표면 근전도(Ultium EMG, NORAXON, USA)를 사용하였다. 실험 전 면도를 하여 피부 저항을 줄이고, 피부에 잘 부착되게 하였다(Hermens et al., 2000). 긴갈래의 표면 전극 부착지점은 위팔두갈래근의 중간과 바깥 교차점의 3분의 1지점, 짧은갈래의 표면 전극 부착지점은 위팔두갈래근의 안쪽과 중간교차점의 3분의 1지점이다. 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 혼선을 막기 위하여 표면 전극 간 간격을 3cm로 하였다(Brown et al., 1993). 본연구에 사용된 표면 전극은 Ag/AgCl 전극(Monitoring Electrode with Foam Tape, 3M, Canada)을 사용하였다, 근전도 신호의 표본 추출률은 1,000Hz, 60Hz 노치필터, 대역통과필터 60~500Hz를 적용하여 필터링하였다. RMS (root mean square) 값으로 수집된 신호를 정량화하였다. 표면 근전도(Ultium EMG, NORAXON, USA)장비의 근수축

개시 시간 프로그램을 활용하여 아래팔 옆침에서 뒤침 동작의 시작 전 시점에서 100ms 기간의 평균값에 대한 표준편차(standard deviaton, SD)를 구하여 2SD를 25ms 이상 지속되었을 때의 시점을 개시 시간으로 정의하였다(Hodges & Richardson, 1996).

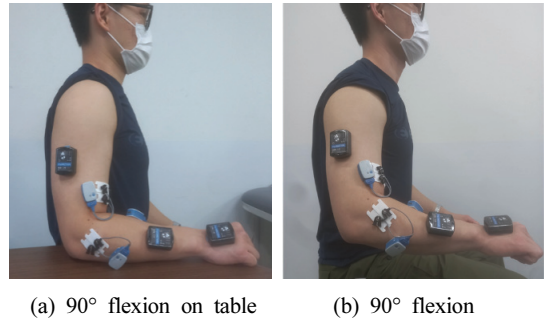


Fig. 1. The measuring position.



Fig. 2. The measuring method.

3. 자료 분석

본 연구의 분석은 SPSS Win 26.0을 사용하였다. 독립표본 t 검정(independent t-test)을 사용하여 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 근수축 개시 시간 차이를 분석하였다. 유의 수준 α 는 0.05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구는 신체 건강한 성인 남성 21명을 대상으로 실시하였다. 대상자의 평균연령은 21.69±1.72세이며, 평균 체중은 74.65±10.25kg, 평균신장은 175.91±4.91cm 이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=21)

Characteristics	Mean±SD
Age (years)	21.69±1.72
Weight (kg)	74.65±10.25
Height (cm)	175.91±4.91

2. 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 근활성 개시 시간 비교

팔꿈관절 굽힘 작용을 배제한 경우와 배제하지 않은 경우 위팔두갈래근의 근수축 개시 시간을 비교한 결과 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제한 경우 위팔두갈래근 긴갈래가 짧은갈래보다 유의하게 낮았고, 배제하지 않은 경우 위팔두갈래근 짧은갈래가 긴갈래보다 유의하게 낮았다(p<0.05)(Table 2).

Table 2. Comparison of muscular activity onset time of biceps brachii muscle

	LHBM	SHBM	t	p
EEFA	0.04±0.01	0.07±0.01	-2.46	0.02*
AEFA	0.12±0.18	0.07±0.12	2.38	0.02*

*: Significant difference (p<0.05), Mean±SE

EEFA: excluding elbow flexor activity, AEFA: allowed elbow flexor activity

LHBM: long head of the biceps muscle, SHBM: short head of the biceps muscle

unit: second

3. 팔꿈관절 굽힘근 작용 배제에 따른 위팔두갈래근 근수축 개시 시간 비교

팔꿈관절 굽힘근의 작용 배제에 따른 엃침 자세에서 뒤침 자세시 위팔두갈래근 두갈래근의 근수축 개시 시간 분석 결과, 긴갈래는 굽힘근의 작용을 배제한 경우가 배제하지 않은 경우보다 유의하게 낮았고 (p<0.05). 짧은갈래는 굽힘근의 작용을 배제한 경우가 배제하지 않은 경우 유의한 차이가 없었다 (p>0.05)(Table 3).

Table 3. Comparison of muscular activity onset time of biceps brachii muscle according elbow flexor absence

	EEFA	AEFA	t	p
LHBM	0.04±0.01	0.12±0.18	3.94	0.00*
SHBM	0.07±0.01	0.07±0.12	-0.35	0.73

*: Significant difference (p<0.05), Mean±SE

EEFA: excluding elbow flexor activity, AEFA: allowed elbow flexor activity

LHBM: long head of the biceps muscle, SHBM: short head of the biceps muscle

unit: second

IV. 고 찰

위팔두갈래근은 긴갈래와 짧은갈래로 나뉘며, 팔꿈관절 굽힘 90도에서 최대 내적인 모멘트팔을 가지기 때문에 근육의 힘이 관절 토크로 전환하는 데 있어 팔꿈관절 굽힘의 최대 힘을 발휘할 수 있다(An et al., 1981). 또한 생리학적인 가로면적이 뒤침근의 3배가 되는 강력한 뒤침근육으로 팔꿈관절 굽힘 90도에서 최대의 뒤침 힘을 발휘한다(Lehmkuhl et al., 1983).

현재까지 위팔두갈래근의 긴갈래와 짧은갈래의 기능적인 차이를 알아보기 위해서 근활성도를 통한 연구들이 진행되어 왔다(Kim & Park, 2021, 2022). Jarret 등(2012)에 의하면 아래팔의 중립 위치와 엃침 자세에서 검사할 때 아래팔의 위치에 따라 짧은갈래는 긴갈

래보다 10% 더 큰 뒤침 토크를 발생하였고, 팔꿈관절 90도 굽힘 자세에서 짧은갈래는 긴갈래보다 15% 더 큰 팔꿈관절 굽힘 토크를 발생하였다. 하지만 움직임을 통한 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 기능적인 차이를 알아보기 위해 근육의 개시 시간과 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 팔꿈관절 굽힘 90도에서 팔꿈관절 굽힘 작용 배제 여부에 따른 옆침 자세에서 뒤침 동작 시 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래 근수축의 개시 시간을 비교함으로써 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 기능적인 차이에 대해 알아보고, 뒤침 동작에서 정상적인 긴갈래와 짧은갈래의 개시 시간을 제시하고자 하였다.

Cholewicki 등(2005)의 선행연구에 의하면 근전도상의 지연된 근육의 개시 시간은 신체의 안정화에 부정적인 요인으로 작용하고 이는 통증의 원인이 될 수 있으며, Brown 등(2003)의 갑작스러운 부하를 적용한 연구에서 근수축의 지연된 개시 시간은 예비자세 조절에 영향을 미쳐 관절의 불안정성을 일으키므로 통증을 일으킬 수 있다고 하였다. 움직임의 분석에 있어서 정상적인 근육들의 개시 시간을 바탕으로 근육의 기능장애와 근골격계 불균형의 원인을 확인하고자 주 작용근과 안정근 등으로 작용하는 근육들의 개시 시간에 대한 평가가 이루어지고 있으며, 개시 시간의 개선을 위하여 운동뿐만 아니라 보조도구를 활용한 여러 선행연구들이 이루어지고 있다(Park et al., 2002).

본연구결과 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제하여 뒤침 동작 수행 시 긴갈래의 근수축 개시 시간은 짧은갈래보다 빨랐고, 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제하지 않았을 때 짧은갈래의 개시 시간이 긴갈래보다 빨랐다. 이는 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 모멘트팔의 길이와 관련이 있다. 카데바 연구에 의하면 긴갈래는 짧은갈래에 비하여 노뼈 거친면의 용기된 정점으로부터 멀리 부착되므로 아래팔의 중립 위치와 옆침 자세에서 적은 내적 모멘트팔을 가진다(Jarret et al., 2012). 따라서 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제한 옆침 자세에서 뒤침 시 내적 모멘트팔이 짧은 위팔두갈래근 긴갈래의 근수축 개시 시간이 짧은갈래보다 빠른 것은 관절

내에서의 안정적인 돌림 운동이 발생할 수 있도록 돌림 축으로부터 가까이에 부착된 긴갈래의 동원이 우선적으로 일어난 결과 때문이다(Neumann, 2011). 하지만 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제하지 않고 90도 팔꿈관절 굽힘과 옆침 자세를 유지한 상태에서 뒤침 동작을 시행할 경우에는 짧은갈래의 근수축 개시 시간이 더 빠른 것으로 나타났다. 이러한 결과는 뒤침 동작에 있어 팔꿈관절의 안-가쪽 축으로부터 큰 모멘트팔을 가진 짧은갈래를 먼저 사용하여 적은 근 수축력으로 팔꿈관절 90도 굽힘 자세를 유지하기 위해 등척성 수축이 선행되어 나타난 결과로 여겨진다.

본 연구의 정상인을 통한 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 개시 시간 연구 결과는 팔꿈관절의 병리를 가지고 있거나 팔꿈관절 수술 후 환자에게 재활 운동을 통한 근 개시 시간의 수정을 위한 기초자료로 제시할 수 있을 것이다. 추후 연구에서는 정상인들의 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 근수축 개시 시간 뿐만 아니라 팔꿈관절의 통증을 가진 대상자들의 동작에 따른 개시 시간을 비교한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

V. 결론

팔꿈관절 굽힘 작용 배제 여부에 따른 옆침 자세에서 뒤침 자세시 위팔두갈래근 긴갈래와 짧은갈래의 개시 시간을 알아본 결과 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제 하였을 때 긴갈래의 개시 시간이 빠르고, 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제하지 않았을 때 짧은갈래의 근수축 개시 시간이 빨랐다. 또한 팔꿈관절 굽힘 작용을 배제 하였을 때 긴갈래의 개시 시간은 배제하지 않았을 때 더욱 더 빠른 것으로 나타났다.

Acknowledgement

This research was supported by Catholic University of Pusan Research Grants in 2021.

References

- Alexander S, Southgate DF, Bull AM, et al. The role of negative inter articular pressure and the long head of biceps tendon on passive stability of the glenohumeral joint. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013; 22(1):94-101.
- An KN, Hui FC, Morrey BF, et al. Muscle across the elbow joint: a biomechanical analysis. *Journal of Biomechanics*. 1981;14(10):659-669.
- Brown JM, Solomon C, Paton M. Further evidence of functional differentiation within biceps brachii. *Electromyography and Clinical Neurophysiology Journal*. 1993;33(5): 301-309.
- Brown SHM, Haumann ML, Potvin JR. The response of leg and trunk muscles to sudden unloading of the hands: implications for balance and spine stability. *Clinical Biomechanics*. 2003;18(9):812-820.
- Cholewick J, Silfies SP, Shah RA, et al. Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine*, 2005;30(23):2614-2620.
- Eames MH, Bain GI, Fogg QA, et al. Distal biceps tendon anatomy: a cadaveric study. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2007;89(5):1044-1049.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2000;10(5):361-374.
- Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*. 1996;21(22):2640-2650.
- Jarret CD, Weir DM, Stuffmann ES, et al. Anatomic and biomechanical analysis of the short and long head components of the distal biceps tendon. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2012;21(7):942-948.
- Jenkins DB. Hollinshead's Functional anatomy of the limbs and back, 8th ed. Philadelphia. Elsevier. 2003.
- Kim JW, Park MC. An analysis of muscular activity of the long and short heads of biceps brachii muscle according to the elbow flexion angle. *PNF and Movement*. 2020;18(1):127-132.
- Kim JW, Park MC. An analysis of muscular activity of supination according to the elbow flexion angle excluding the elbow flexor activity of the long and short head of the biceps brachii muscle. *PNF and Movement*. 2021;19(1):147-152.
- Lehmkuhl LD, Smith LK. *Brunstrom's clinical kinesiology*, 4th ed. Philadelphia. FA Davis, 1983.
- Neumann DA. Kinegiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation, 2nd ed. Seoul. Beomoon-education. 2011.
- Pagnani MJ, Deng XH, Warren RF, et al. Role of the long head of the biceps brachii in glenohumeral stability: a biomechanical study in cavavera. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 1996;5(4):255-262.
- Park CH, Kwon OY, Cho SH, et al. The Effect of Lumbosacral Corset on the Onset of Rectus Abdominis and Hip Extensor Activity During Hip Extension in Healthy Subjects. *Physical Therapy Korea* .2002;9(3):23-37.
- Staud G, Wolf W. Objective motor response onset detection in surface myoelectric signals. *Medical Engineering and Physics*. 1999;21(6):449-467.