

상지 굴곡근피로가 주관절의 위치 감각에 미치는 영향

김창엽 · 김은혜 · 오연경 · 오택영

신라대학교 물리치료학과

Effects of Muscle Fatigue of Upper Extremity Flexor on Joint Sense

Chang-Yeop Kim · En-Hye Kim · Yeon-Kyeong Oh · Tae-Young Oh

Department of Physical Therapy, Silla University

ABSTRACT

Background and Purpose : This study was to analysis effects of muscle fatigue on error of elbow joint sense. **Methods** : A total 19 healthy student(men = 10, women = 9) who did't have any problem of musculoskeletal system in upper extremities participated this study. we divided two groups into young group(n = 10, 19.67 ± .5) and old group(n = 9, 28.56 ± 1.5). In order to evoke muscle fatigue of elbow flexor, we used Biodex, and participations performed concentric contraction of elbow flexor 150 numbers as well as we measured error of joint sense using by Biodex. We collected data just after, 30min, 2hour, 24hour after evoked muscle fatigue, and we finally acquired average value of three times measured joint sense of elbow joint. And we calculated value of percentage of error of joint sense. We analyzed collected data by repeated ANOVA, ANOVA using by SPSS ver.12.0 program. **Result** : This study showed that there was no significantly effects between groups and within groups, we could see that there was significantly difference among duration by each group of age, and sex(p < .05). **Conclusion** : The error of joint position sense presented highest value just period after evoked muscle fatigue compared after 30 min, 2 hours, 24 hours, and we can't find out interaction between duration and age and sex.

Key words : muscle fatigue, joint position sense. elbow joint

I. 서론

위치감각(position sense)은 고유수용성 감각(proprioception)의 하나로서 근방추(muscle spindle), 골기건 기관(Golgi tendon organ), 인대 수용기 및 관절 수용기 내에 있는 층판(pacinian corpuscle)과 루피니 층판(Ruffini's ending)을 통해 수용되는 감각이다(Ekman, 2007). 고유수용기(propriocetor)는 지각 수용기이며 근육의 긴장도(tension), 근육의 길이(muscle length), 자세(body position) 등에 관한 정보를 소뇌와 대뇌결절로 되먹임하게 된다(Johansson, Sjolander, Sojka, 1991). 고유수용성 감각은 자세 유지 능력과 유의한 상관관계를 가져 각종 손상들의 예측 인자로 사용되고 있다(Ryeson 등, 2008). 주관절은 공간에서 손의 정교한 움직임을 조절하고 물건을 힘껏 잡기, 전완의 받침점으로서 역할을 하게 되며, 수동으로 물건을 들고, 밀고, 당기고 옮기는 등의 행동은 인력을 효율적으로 사용하지 못하고 작업이나 운동 수행자의 역량을 넘을 때, 예기치 않은 부상을 유발할 가능성이 높다(Michael et al, 2012).

충분한 파악력을 위해서는 손가락과 손목관절 뿐만 아니라 전완과 상완 및 어깨의 충분한 근력과 관절 가동력, 그리고 감각을 필요로 한다(김연희 등, 1984). 주관절에서는 주관절 굴곡 각도에 따라서 파악력에 영향을 미칠 수 있다고 하였으며, 파악력은 또한 손목 자세, 손 그리고 악력 크기에 대한 손바닥 두께와 폭에 상관관계가 있다고 하였다(Balogun et al, 1991). 근피로는 저항운동이나 반복적인 운동, 과도한 운동 및 활동을 통해서 유발되며, 일반적으로 부하중량이 증가할 수록 피로 발생이 높아지며, 속근 섬유 비율이 높은 근육일수록 쉽게 나타난다(Komi, 1973). 근피로는 협응능력과 고유수용성 감각에 영향을 미치게 되는데(Marks, 1994), 운동이나 과도한 일상활동으로 인하여 근육의 피로가 발생할 경우 고유수용성 감각 능력의 현저한 저하가 발생하게 되며, 연령 증가에도 영향을 받기 때문에 나이가 들수록 낙상이나 근골격계 손상의 위험성이 증가한다(강중호, 2007).

Marks(1994)는 근피로와 위치감각과의 관계를 알아

본 연구에서 최대강도와 최대속도의 등속성 운동수행으로 근피로가 최대 유발된 후 위치감각이 저하된다는 것을 확인하였다.

주관절을 중심으로 한 상지 근력, 파악력 등의 연구는 활발하게 이루어졌으나, 주관절의 주된 굴곡근인 상완이두근의 근피로가 고유수용성에 미치는 영향에 대해서는 연구가 매우 부족한 형편이다. 또한 근피로 발생 후 시간 경과에 따른 고유수용성 감각의 회복 시간 등에 관하여 더 많은 정보가 필요하게 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 상완이두근의 근피로가 연령 특히 젊은 연령 및 성별, 체질량에 따라 주관절 주위 고유수용성 감각에 어떠한 영향을 미치는가를 연구하여 고유수용성 감각의 회복 시간을 예측하고 근피로로 인한 뜻하지 않은 손상을 예방할 수 있는 지표를 수립하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 신라대학교에 재학 중인 학생으로서 주관절을 다치거나 손상당한 병력이 없는 건강한 19명을 대상으로 실시하였으며, 30세 이상 9명(남자 4명, 여자 5명), 30세 미만 10명(남자 5명, 여자 5명)이 참가하였다(표 1).

표 1. General Characteristics of Subjects

대상자(명)	나이	성별
연소군(9)	19.67±.5	남 5 여 5
연장군(10)	28.56±1.5	남 5 여 4

2. 연구 기간

본 연구는 2012년 7월 5일부터 2012년 7월 20일 까지 실시하였다.

3. 실험방법 및 절차

1) 근피로

대상자의 근피로를 발생시키기 위해서 바이오텍스 등속성 기기를 이용하여 각속도 30°/sec에서 단축성 근수축운동을 하도록 하였다(Nosaka, 1995 ; Gulick 등, 1996). 등속성 단축성 수축은 150회 실시하였으며, 실험을 실시하기 전 대상자가 안정된 상태로 최대힘을 발휘할 수 있도록 격려하였다. 또한 근피로 운동 후 10초간의 휴식 시간을 가진 후 고유수용성 감각 재현 검사를 실시하였다.

2) 고유수용성 감각 측정

고유수용성 감각 검사 중 위치감각 검사는 바이오텍스 등속성 운동 기구를 이용하여 위치감각 재현 시 오차 각도를 측정하였다. 대상자가 팔굽관절 굴곡 45° 지점에 대하여 위치감각을 기억하게 하고 수동적으로 팔굽관절을 시작자세로 원 위치 시킨 다음 대상자가 능동적으로 움직여 기억하고 있던 원래 지점까지 자세를 재현했을 때 발생한 오차 각도를 측정하였다. 위와 같은 방법으로 근피로 유발 전, 유발 직후, 30분 후, 2시간 후, 24시간 후 각 측정 시마다 3회 측정하여 평균값을 취하였으며, 이를 다시 백분율로 환산하여 자료 분석에 이용하였다.

3) 분석 방법

근피로 유발 후 위치감각의 재현 검사를 하였을 때 시간 경과에 따른 나이, 성별 간의 재현 오차를 비교하기 위해 반복측정 분산분석(Repeated ANOVA)을 실시하였으며, 평균값을 이용하여 일원배치분산분석(ANOVA)과

Duncan 사후 검정을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였으며, SPSS version 12.0 통계 프로그램을 이용하였다.

III. 결과

1. 시간 경과와 나이 및 성별에 따른 반복측정 분산분석 비교

시간 경과와 나이 및 성별에 따른 팔굽관절의 위치 감각 재현 오차를 분석하기 위해 19명의 대상자를 25세 미만 그룹과 25세 이상 그룹으로 나누었다. 시간 경과에 따른 두 그룹의 팔굽관절 위치 감각의 재현 오차를 분석한 결과 그룹 내, 그룹 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(표 2). 또한 성별에 따라 남, 여 그룹으로 나누어 분석할 결과 시간 경과에 따른 두 그룹의 팔굽관절 위치 감각의 재현 오차에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(표 3).

2. 나이 및 성별에 따른 팔굽관절 위치 재현 오차 분석

나이 및 성별에 따라 근피로 후 팔굽관절의 위치 재현 오차를 분석하기 위해 일원배치분산분석 결과 25세 미만 그룹에서는 근피로 직후와 30분, 2시간 후, 24시간 후 통계학적으로 유의한 차이가 있었으나($p<.05$), 25세 이상 그룹에서는 평균값의 감소는 보였지만, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(표 4). 또한 남성 그룹에서는 근피로 직후, 30분, 2시간 후, 24시간 후 통

표 2. The analysis for Error rate of Elbow joint sense according age (unit: %)

		SS	DF	MS	F	p
Within Groups	Groups	534.20	3	178.07	5.11	.00*
	duration*age	148.26	3	49.42	1.42	.25
	Error	17777.69	51	34.857		
Between Groups	Intercept	7614.78	1	7614.78	131.63	.00*
	age	152.58	1	152.59	2.64	.12
	Error	983.46	17	57.850		

표 3. The analysis for Error rate of Elbow joint sense according sex (unit : %)

		SS	DF	MS	F	p
Groups		48502,13	3	16167,38	,56	,64
Within Groups	duration*sex	116386,40	3	38795,47	1,35	,268
	Error	146271,00	51	28679,831		
	Intercept	106782,70	1	106782,70	3,78	,07
Between Groups	sex	248,52	1	248,52	,00	,93
	Error	480320,80	17			

표 4. Comparison among duration of error rate of joint sense according age (unit : %)

Group	M±SD				F	p
	just	30min	2hour	24hour		
Young Group(n=10) (<30yr)	17,79±10,99 ^a	11,70±7,09 ^b	9,21±4,13 ^b	7,08±6,02 ^b	3,82	,02
Old Group(n=9) (>30yr)	10,97±6,85	8,05±4,46	7,94±3,20	7,50±3,88	,99	,40

*p < .05

*Duncan^{a,b}

표 5. Comparison among duration of error rate of joint sense according sex (unit : %)

Group	M±SD				F	p
	just	30min	2hour	24hour		
Group 1(n=10) (male)	13,31±3,47 ^a	9,32±4,80 ^b	8,40±3,20 ^b	6,33±3,30 ^b	6,10	,00*
Group 2(n=9) (female)	15,94±13,88	10,69±7,57	8,95±4,45	8,25±6,20	1,41	,25

*p < .05

*Duncan^{a,b}

계학적으로 유의한 차이가 있었으나, 여성 그룹에서는 평균값의 감소는 보였지만, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(표 4).

IV. 고찰

본 연구는 등속성 운동 기구(Biodex)를 이용하여 단축성 근력 운동으로 팔굽관절의 굴곡근에 피로를 유발한 후 관절 위치 감각의 재현을 시간 경과와 나이, 성별에 따라 분석하였다.

고유수용성 감각에 영향을 주는 것으로는 근피로, 진동, 운동, 외상 수술 등이 있다(Allen & Proske, 2006). 근피로는 힘을 추정하는 능력에 혼란을 일으키거나 기계적 수용기인 골지건 기관의 활성도를 증가시키거

나 혹은 근육의 기능을 감소시킨다(Skinner, 등 1986). Brockett et al(1997)은 팔 근육에 강한 근력 운동을 시킨 후 세밀한 움직임을 할 경우 팔의 움직임이 부자연스러운 느낌을 가지게 되는데, 이는 강한 근력 운동이 고유수용성 감각의 혼란을 일으켜 힘의 인식, 사지의 움직임 및 인식의 변화를 가져오기 때문이라고 하였다. 근피로가 관절 위치 감각의 정확도에 영향을 준다는 것을 알 수 있는데 그 원인에 대해서는 여러 의견이 대립적이라고 할 수 있다(이원휘 등, 2007).

Lee et al(2003)은 근피로에 따라 견관절 내회전, 외회전의 관절 위치 감각의 오차를 연구에서 능동 관절 위치 재현 검사(ARP : active repositioning), 수동 관절 위치 재현 검사(PRP : passive repositioning), 그리고 재현 검사 속도를 느린 속도(2 degree/sec)에서 견관절 내회전, 외회전에 대해서 실험 한 결과 근피로 유발 3분

후와 72시간 후를 비교한 결과 능동, 수동에 상관없이 내회전에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나 외회전에서는 평균값의 차이만 있었다고 보고하였다.

본 연구에서는 관절 위치 재현 검사 시 Lee et al(2003)의 연구 보다 빠른 속도(30 degree/sec)로 실시하였으며, 주관절의 굴곡에만 한정되어 실험하였으나, 근피로 직후, 30분 후, 2시간 후 24시간 후 등의 시간 경과에 따라 분석하였다.

본 연구의 결과를 살펴 볼 때 주로 관절 위치 감각은 근피로 즉시 오차가 크게 나타나지만 그 이후에는 원래의 상태로 되돌아오는 것으로 나타났다.

이와는 상반된 연구로서 허광호 등(2008)이 국소적 진동이 주관절의 위치 감각과 최대 악력에 관한 연구에서는 남성과 여성 모두에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다고 보고하였다. 실험군(진동적용) 20명, 대조군 20명을 대상으로 한 연구에서 실험군의 남자군과 여성군 모두에서 유의한 차이를 나타내어 본 연구와는 일치하지 않는 결과를 보여 주었다. 이는 허광호 등(2008)등의 연구에서 실험군 대상자의 나이가 20세에서 27세 까지로 평균 23였던 것과 본 연구를 비교해 보면, 본 연구에서는 30세 이상, 여성에서 관절 위치 재현 오차가 유의한 차이를 보이지 않았던 것과 일치하는 결과를 보여 주고 있는 것이다.

이는 근피로, 국소 진동 등은 고유수용성 감각 특히 관절 위치 감각에 영향을 주는 것은 분명하지만, 성별, 나이가 변인으로 작용할 수 있다는 것을 나타내고 있다.

Goodwin et al(1972)은 고유수용성 감각은 근방추로부터 관절 위치 감각을 전달한다고 하였으며, Nicol & Komi(2003)은 고유수용성 감각의 반사억제 전위는 관절수용기 III, IV 수용기의 감수성에 의해 전달된다고 하였다. 또한 근방추가 관절위치 감각에 직접적으로 관여하고 있으며, 추내근(intrafusals)과 추외근(extrafusals)의 텍스토트로피(thixotropic) 특성 또한 관절위치 감각의 오류에 관여한다고 하여 성별, 나이가 변인으로 작용할 수 있다는 것을 간접적으로 나타내고 있는 것으로 사료된다.

V. 결론

19명의 대상자를 대상으로 주관절 굴곡근에 인위적으로 근피로를 유발하여 근피로가 주관절 관절 위치 감각에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보기 위해 근피로 직후, 30분 후, 2시간 후, 24시간 등 시간 경과에 따른 영향과 성별, 나이 등의 상호작용에 대해 연구한 바 시간 경과와 나이, 성별에는 별도의 교호작용 없이 개체 내, 개체 간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 나이, 성별에 따라 위치 감각의 오차 재현은 서로 다른 결과를 나타내었다. 즉, 남성, 30세 이하 군에서 고유수용성 감각의 관절 위치 재현 오차가 유의한 차이를 보였다.

따라서 관절 위치 감각 재현 오차에 관한 연구는 성별, 나이, 신체 조건 등과 같은 변인을 중심으로 더 많은 연구가 필요할 것이며, 입력 감각의 종류, 관절 위치 감각, 근력, 운동 기능 등에 미치는 영향을 연구하여 다양한 대상자들의 손상, 기능 상실 등을 예방하고 치료하는 기준으로 삼아야 할 것이다.

참고 문헌

- 강종호, 방현수, 김진상. 고유수용성 감각 정보의 변화에 관한 고찰. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 2007;5(1):19-28.
- 김연희, 최미숙, 김봉옥. Jebsen Hand Function Test에 의한 정상 한국 성인의 손기능 평가. 대한재활의학회지. 1984;8(2):109-14
- 이원휘, 하성민, 김용욱, 오재섭. 주관절 굴곡근의 근피로가 힘 재현 감각에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2007;14(3):16-22.
- 허광호, 이현민, 천송희 등. 국소적 진동 적용이 주관절의 위치 감각과 최대악력에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2008;3(3):145-149.
- Allen. T. J., Proske U.. Effect of muscle fatigue on the sense of limb position and movement. Exp. Brain Res. 2006;170(1):30-8.

- Balogun J. A., Akomolafé C. T., Amusa L. O.. Grip strength : effects of testing potrue and elbow position. Arch Phys Med Rehabil. 1991;72(5):280-3.
- Brocekett C., Warren N., Morgan D. L., Proske U.. Disturbance of proprioception after eccentric exercise. Pro. Aust. Physiol. Phanaco. Soc 1997;27:177
- Ekman L.. Neuroscience fundamentals for rehabilitation(3rd edition). Elsvier. 2007. 112-4.
- Fotier S., Basset F.. The effects of exercise on limb proprioceptive signals. J. Electromyography and Kinesiology. May. 2012.
- Goodwin G. M., McCloskey D. I., Matthews P. B. The contribution of muscle afferents to kinaesthesia shown by vibration induced illusions of movement and by the effects of paralysing joint afferents. Brain. 1972;95(4):705-48.
- Johanson H., Sjolander P., Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. Clin Orthop Relat Res 1991;Jul(268):161-78.
- Komi P. V. Relationship between muscle tension, EMG and velocity of contraction under concentric and eccentric work. In:Desmedt J. E., editor. New developments in electromyography and clinical neurophysiology. 1973;1(Basel:Karge)596-606.
- Lee H. M., Liao J. J., Cheng C. K., Tan C. M., Shih J. T. Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. Clinical Biomechanics. 2003;18:843-847.
- Marks R. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee. Australian physiotherapy. 1994;4(3)175-181.
- Michael W. R., Holmes, Peter J., Keir. Posture and hand load alter muscular response to sudden elbow perturbations. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2012;(22):191-198
- Nicol C., Komi P. V. Stretch-shortening cycle fatigue and its influence on force and power production. In ; strength and power in sport. 2nd ed. Malden. MA:Blackwell Science2003;203-28
- Nosaka K., Clarkson P. M. Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise Medine and Science in Sports and Exercise 1995;27:1263-1269
- Ryeson S., Byl N. N., Brown D. A. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. J. Neurol. Phys Ther. 2008;32(1):14-20.
- Skinner H. B., Wyatt M. P., Hodgdon J. A., Conard D. W., Barrack R. L. Effect of fatigue on joint position sense of the knee. Journal of Orthopaedic Research 1986;4:112-118
- 논문접수일(Date Received) : 2012년 9월 14일
논문수정일(Date Revised) : 2012년 9월 21일
논문게제승인일(Date Accepted) : 2012년 9월 26일
-