Journal of Biomedical Engineering Research 32: 312-318 (2011)

학 술 논 문

모바일 폰의 반복 사용 시 입력방식에 따라 엄지손가락에 발생하는 힘과 피로에 대한 비교평가

김철민[1] · 박정홍[2] · 김광훈[3] · 손 권[2]

[1]부산대학교 기계공학부 대학원, [2]부산대학교 기계공학부, [3]부산대학교 기계기술연구원

A Comparative Evaluation about Force and Fatigue on Thumb according to Input Type for Repetitive Use of Mobile Phone

K. M. Kim[1], J. H. Park[2], G. H. Kim[3] and K. Son[2]

[1]*Graduate School of Mechanical Engineering, Pusan National University*
[2]*School of Mechanical Engineering, Pusan National University*
[3]*Research Institute of Mechanical Technology, Pusan National University*
(Received August 17, 2011. Accepted October 20, 2011)

Abstract: The purpose of study was to evaluate effects for repetitive use of thumb according to two different input types (button and touch) of mobile phones. A total of eight young and healthy subjects (6 males and 2 females: 24.63 ± 8.04 years) volunteered, and force measurement on thumb using film type pressure sensor was carried out for an hour. Before the experiment De Quervain's syndrome test were performed to check the left and right muscles related with thumb motion and after measuring the pressing force fatigue feeling survey achieved. For a statistical analysis, 1-to-5 ranking scale was used to score the fatigue feeling. From the result of pressure measurement, forces acting on thumb in button type were 3.36 times (the right thumb) and 3.16 times (the left thumb) for the touch type. And the result of survey, fatigue by using the button type of mobile phone was largely triggered than by using touch type. The abductor pollicis brevis and the flexor pollicis brevis were found as common part of fatigue for repetitively using thumb during texting messages. In the further study, some quantitative fatigue comparisons for various input motions are required to analyze repetitive strain injury syndrome.

Key words: Repetitive Strain Injury, mobile phones, thumb, fatigue, force

I. 서 론

최근 국내 이동전화 가입자 수는 2011년 방송통신위원회에서 집계한 통계자료에 의하면 약 5,100만 명에 이르는 것으로 추산되고 있다[1]. 그리고 행정안전부에서 발표한 "주민등록 인구 및 세대현황"에 의하면 2011년 6월을 기준으로 대한민국 인구가 5,062만 명[2]으로 집계되어 이동전화 가입자 수와 인구수의 비율이 1대 1에 이르고 있다. 이러한 수치들은 대한민국 인구 거의 전원이 모바일 폰을 사용하고 있음을 나타낸다.

또한, 전국적인 규모의 통신망 구축과 모바일 폰에 대한 기술 발달로 말미암아 사용자들이 모바일 폰의 고유기능인 통화기능을 제외하고도 여러 가지 용도로 사용할 수 있게 되었다. 이에 따라 사람들이 모바일 폰을 사용하는 시간은 급격하게 늘어나고 있는 실정이다. 한국청소년개발원의 연구보고서에 의하면, 청소년들은 통신기능을 제외한 무선인터넷, 카메라, 동영상, MP3, 게임등과 같은 부수적인 목적을 위해서 모바일 폰을 사용하며, 하루 중 많은 시간을 모바일 폰을 사용하는데 할애한다고 보고하였다[3]. 이러한 모바일 폰 기능의 다양화는 과다사용으로 이어져 반복성 긴장성 증후군

Corresponding Author : 박정홍
부산광역시 금정구 장전2동 부산대학교 기계기술연구원 309호
TEL: +82-51-510-3066 / FAX: +82-51-512-9835
E-mail: zhenhong93@gmail.com
본 논문은 한국연구재단 2010년도 일반 연구자 지원 사업 연구비의 지원(과제번호: 2010-0023826)으로 수행된 연구입니다.

(Repetitive Strain Injury: RSI)을 일으키는 원인이 되고 있다[4].

RSI 증후군이란 신체의 특정부위를 과다하게 반복 사용하게 될 경우에 신경, 인대, 근육 등이 손상을 받은 것들이 누적되어 발생하는 질환으로, TMI(Text Messaging Injury), Blackberry Thumb, Gamers Thumb, iPhone Thumb 등의 여러 가지 이름으로 명명되기도 한다. 손과 관련된 RSI 증후군은 주로 텍스트 메시지를 작성하는 경우와 같이 손가락을 반복 과다 사용 시 발병할 소지가 크며[5], 증상 초기에는 특별한 징후 없이 단순한 뻐근함 및 약간의 통증만 동반하기 때문에 환자들이 조기에 파악하기에는 무리가 따른다는 점이다. 그리고 증상이 심할 때는 통증으로 말미암아 생활에 큰 불편을 일으키기 때문에, 치료를 위해서 전문적인 의료 조치가 요구된다.

RSI 증후군은 발생하는 부위에 따라 다양하며 손과 관련된 대표적인 질환으로는 손목터널 증후군(Carpal Tunnel Syndrome), 드퀘르벵 증후군(De Quervain's Syndrome), 방아쇠수지 증후군(Trigger Finger) 등이 있다[6]. 손가락에 관련된 부위별 증후군의 발병빈도는 텍스트 메시지를 적게 사용하는 노년층보다 평균적으로 모바일 폰을 통해 게임, 인터넷, 채팅, 텍스트메시지를 주로 많이 사용하는 10대 청소년층 및 20대 청년층 그리고 직업 상 손을 많이 사용해야 하는 사람들에게서 높게 나타나고 있다[7,8].

모바일 폰 사용에 대한 국외 연구로는 Balakrishnan와 Yeow[9]는 텍스트 메시지를 작성할 때 엄지손가락의 크기, 버튼의 크기, 버튼 간의 거리, 형상 등이 미치는 영향에 대해서 통계적으로 연구하였으며, Jindrich 등[10]은 버튼을 두드릴 때 버튼의 디자인과 자세가 미치는 동역학적, 기구학적 영향에 대해서 연구하였다. Silfverberg 등[11]는 모바일 폰에 메시지 입력 시 Fitts의 법칙을 이용해서 입력속도를 예측할 수 있는 몇 가지의 모델을 제시하였다. 국내연구로 Park 등[12]은 키패드에 가해지는 손가락에 대해 유한 요소 해석을 수행하여 손가락에 작용하는 힘에 대해서 분석해보았으며, Park과 Han[13]은 모바일 폰의 입력의 정확성에 키패드가 미치는 영향과 정확도 개선에 대해서 연구하였다. Park과 Han[14]은 터치방식 모바일 폰의 버튼의 위치와 크기가 엄지손가락의 누르는 작업에 미치는 영향에 대해서 연구를 하였으며, Jung 등[15]은 키패드와 무게중심의 위치 변화에 따른 모바일 폰의 문자입력에 대해 평가를 하고자 하였다. Kim 등[15]은 자이로 센서를 이용해서 정상인 손가락의 동작과 특정 질환자들의 손가락의 동작을 측정해서 비교하고자 하였다. 이러한 관련 연구들은 모바일 폰과 사용하는 손가락의 역학적, 기구학적인 상관관계를 알고자 한 것이 대부분이며 모바일 폰을 장시간 반복 사용하는 동작이 인체에 미치는 영향, 즉 반복사용과 RSI 증후군에 관한 연구는 미비하였다.

따라서 본 연구는 모바일 폰의 반복 사용으로 인한 RSI 증후군과 관련하여 최근 대표적 입력방식인 버튼식과 터치식 모바일 폰 사용에 따른 생체역학적 영향을 분석하고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 모바일 폰 사용에서 사용자가 가장 많이 사용하게 되는 손의 부위가 엄지손가락이라는 사실을 고려하여, 다른 손의 부위보다 엄지손가락에 초점을 맞춰서 실험을 진행하였다. 그리고 모바일 폰의 입력 방식에 따른 차이점을 비교하기 위해서 버튼식과 터치식 입력에 대해서 실험을 수행하였다. 실험에는 반복적인 입력에 따른 엄지손가락의 힘을 측정하기 위해서 필름형 압력센서를 사용하였으며, 버튼을 누를 때 사용자가 느끼는 피로도와 피로감을 느끼는 근육의 위치를 파악하기 위해서 실험 전후로 피실험자들에게 5점식 척도로 설문조사를 시행하도록 하였다.

II. 연구 방법

1. 실험 방법

실험자들은 총 8명(남 6명, 여 2명, 나이 24.6±8.0세)으로 젊은 연령층에 해당하는 사람을 대상으로 피실험자를 선정하였으며, 손가락에 특별한 질환을 앓은 적이 없고 평소에 텍스트메시지를 사용하는 사람들을 피실험자로 선정하였다. 피실험자들은 모두 본 실험에 대한 충분한 설명을 듣고 실험 동의서를 작성한 후 자발적으로 실험에 참가하도록 하였다.

본 연구에서는 버튼식과 터치식의 입력 방식 차이에 따른 힘의 차이를 센서를 통해서 정량적으로 측정하여 평가하고자 하였으며 이 실험이 완료된 후 추가로 장시간 엄지손가락을 사용한 후의 피실험자의 주관적 피로에 대한 평가를 설문형태로 기록하게 함으로써 정성적 평가를 위한 연구 자료로 활용하고자 하였다. 본 연구 계획 시에 엄지손가락 관련 근육에 대한 근전도 측정을 계획하였으나 엄지손가락 운동에 관여하고 있는 근육의 위치와 크기를 고려할 때 근전도 측정의 어려움, 그리고 근육이 아닌 건(tendon)과 건초(tendon sheath) 부위의 통증이나 피로에 관한 정보를 얻을 수 없는 한계가 있기 때문에 정성적이기는 하지만 설문 조사에 의한 주관적 평가를 시행하였다. 실험에 참여한 피실험자들에게 연령, 주로 사용하는 손, 성별, 하루 평균 모바일 폰 사용시간, 문자 사용건수(1일 기준), 타자속도와 같은 요인들을 설문지에 사전 기록하고 텍스트 메시지 작성 시 관여한다고 판단되는 손의 특정 근육을 선정하여, 실험이 끝난 후에 선택된 근육에 대한 통증 또는 피로감을 설문지에 5점식 척도로 기록하게 하였다. 척도의 기준은 아무런 통증 및 피로감(근육의 뻐근함)을 느끼지 못하는 정도를 1점으로 해서 정도에 따라 2점에서 5점까지 선택하도록 하였다.

손가락 압력 측정 실험을 수행하기 전에 피실험자들은 엄

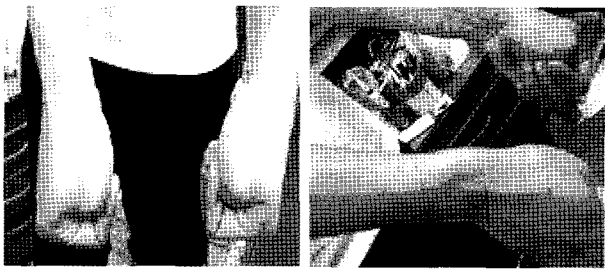


그림 1. 드퀘르벵 증후군 테스트
Fig. 1. De Quervain's test

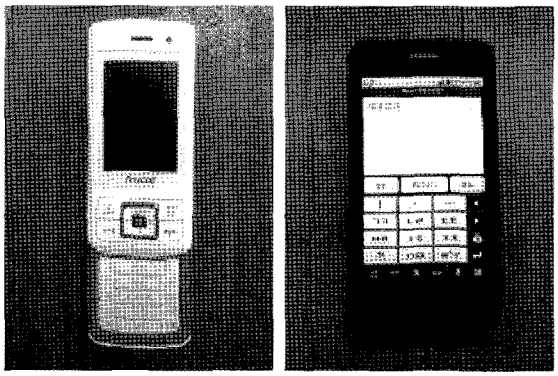


그림 2. 실험에 선택된 모바일 폰
Fig. 2. Selected mobile phones (button vs touch type)

지손가락을 많이 사용하여 발생할 수 있는 질환 가운데 하나인 드퀘르벵 증후군의 유무를 검사하기 위해서 드퀘르벵 증후군 테스트를 시행하였다. 드퀘르벵 증후군은 엄지손가락의 굴곡/신전, 내전/외전과 같은 운동이 과도하게 일어날 때 근육이 뻣뻣해지는 현상이며 이를 확인하는 방법은 그림 1과 같이 엄지손가락을 나머지 손가락으로 감싸고 팔을 앞으로 길게 뻗어 손목을 아래로 젖힌 상태에서 느끼는 감각을 5점 척도로 기록하게 하였다. 드퀘르벵 증후군 테스트를 시행하는 이유는 본 테스트를 통해서 정성적이기는 하나 피실험자들의 엄지손가락 사용빈도를 알 수 있기 때문이다. 엄지손가락을 많이 사용하는 사람일수록 드퀘르벵 증후군 테스트 시 상대적으로 큰 통증을 느끼게 된다.

2. 모바일 폰의 선정과 실험순서

실험에 사용된 모바일 폰은 현재 국내 시장에서 출시된 버튼식과 터치식 모바일 폰을 각각 실험대상(버튼식: SPH-W5200, 터치식: KT ever Take)으로 선정하였다. 선정된 터치식 모바일 폰의 입력방식은 가장 보편적으로 사용되고 있는 정전식 입력방법을 채택하고 있다. 본 연구의 목적은 입력방식에 따른 결과의 차이점과 엄지손가락에 미치는 영향을 분석하는 것이므로 제원의 크기의 차이로 말미암은 오차를 최소화하기 위해서 자판의 제원이 거의 유사한 제품을 선정하였다(그림 3 입력버튼 중심에서 좌우 평균거리: 버튼식 13 mm, 터치식 13.5 mm, 상하 평균거리: 버튼식 6.5 mm, 터치식 7 mm). 실험에 사용된 장비는 FlexiForce A201(range: 0-450 g, Telescan. inc, USA) 필름형 압력센서를 사용했으며, OP 앰프를 이용하여 신호를 증폭하였고 A/D 변환기를 이용하여 PC에 결과 값을 저장하였다[17].

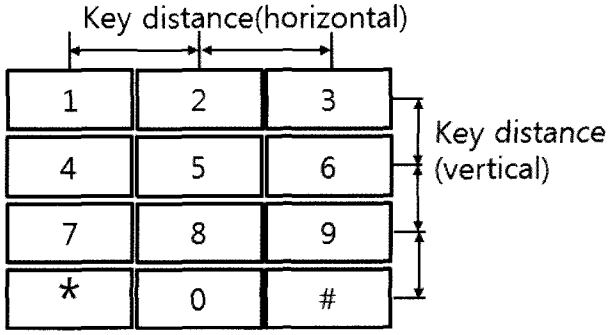


그림 3. 모바일 폰의 입력키 구성과 키간 거리
Fig. 3. Key set and distances between neighbor keys in horizontal and vertical direction

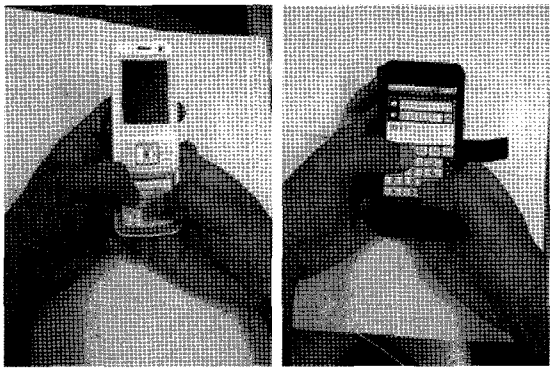


그림 4. 텍스트 메시지를 작성할 때의 자세
Fig. 4. Hand posture during text messaging

실험은 그림 3과 같이 구성된 자판에 버튼(1~# 까지 총 12개)마다 왼손과 오른손 엄지손가락으로 번갈아 누르도록 하였다. 실험 시 압력센서의 접촉 면적이 좁고 피실험자의 부주의 때문에 압력센서를 정확하게 누르지 못할 경우가 발생하였다. 그리고 주어진 시간 동안 누르는 횟수가 사람마다 다르므로 사용하려는 데이터의 수보다 더 많은 횟수를 누르도록 하였다. 버튼당 누른 횟수는 개인마다 차이가 나지만 대략 50~60회 정도로 나타났다. 평균값 ± 1.5 × 표준편차를 기준으로 선정하여, 범위를 벗어나는 데이터는 우선으로 걸러내어 버튼 당 30개의 데이터를 선별하였다. 실험 자세는 그림 4와 같이 텍스트 메시지를 작성할 때의 자세로 유지하도록 주지시켰으며, 모든 실험자가 텍스트 메시지를 작성하는 자세는 아래의 그림과 크게 차이를 보이지 않았다.

피실험자가 버튼 당 실험에 걸리는 시간은 1분으로 모든 실험은 한 사람당 약 1시간 정도의 시간이 소요되었다. 그리

고 모든 실험 동안 피실험자가 버튼을 누르는 총 횟수는 기기당 평균 1,400회 정도로 나타났다. 반복해서 버튼을 누르는 시험이기 때문에 실험에 의해서 누적되는 피로에 의한 영향을 배제하기 위해서 피실험자가 최소 24시간 간격을 두고 버튼식과 터치식에 대한 압력 측정 실험을 시행하였다. 실험 도중에 입력방식을 제외한 실험 조건 가운데 동일한 실험 조건을 유지하게 하기 하려고 실험이 완전히 끝나기 전까지 손톱을 다듬는 행위와 같이 실험 결과에 크게 영향을 미칠 수 있는 인자는 피실험자들이 임의로 변화를 주지 못하도록 하였다.

3. 엄지손가락 작용근과 피로도에 대한 설문조사

최창목 등은 검지와 엄지의 운동에 관여하는 근육을 선정하기 위해 ADAMS Interactive Anatomy(A.D.A.M. inc, USA) 소프트웨어를 이용하여 표면에 가까이에 있는 손가락 신근(extensor digitorum: ED), 긴엄지외전근(abductor pollicis longus: APL), 얕은손가락굴근(flexor digitorum superficialis: FDS), 등쪽뼈사이근(dorsal interosseous: DI), 짧은엄지외전근(abductor pollicis brevis: APB), 짧은엄지굴근(flexor pollicis brevis: FPB), 엄지내전근(adductor pollicis: AP)까지 7개의 근육을 선정하였으며, 그중에 엄지손가락의 움직임에 관여하는 근육으로 APL, DI, APB, FPB, AP까지 모두 다섯 곳을 선정하였다[18,19]. 본 연구에서는 앞에서 언급한 근육 외에도 버튼과 접촉되는 엄지손가락 끝 부분, 짧은엄지신근(extensor pollicis longus: EPL), 긴엄지굴근(flexor pollicis longus: FPL)등을 추가로 선정하였으며 설문조사 항목에 포함해 입력 방식에 의한 피로도의 차이를 정성적으로 알아보고자 하였다[20,21].

표 1은 설문 조사에 사용할 6곳의 부위들에 대한 설명을 요약하였으며 피실험자에게 제시할 위치를 표시한 그림은 그림 5과 같다. 이처럼 총 6개의 지점을 선정하여 피로감 및 통증이 버튼을 누르기전과 별다른 차이를 느낄 수 없을 때를 1점으로 해서 차이의 정도에 따라서 최저 2점에서 최고 5점까지 점수를 선택하도록 하였다.

표 1. 설문 평가를 위해 선정된 부위
Table 1. Selected areas for the survey

Area	Remark
A	Contact area with button surface
B	Abductor pollicis longus's tendon end(APL) and Extensor pollicis brevis's tendon end(EPB)
C	Dorsal Interosseous's area(DI)
D	Flexor pollicis longus's tendon end(FPL)
E-1	Abuctor pollicis 's area(AP)
E-2	Abductor pllicis brevis 's area(APB) and Flexor pollicis brevis 's area (FPB)

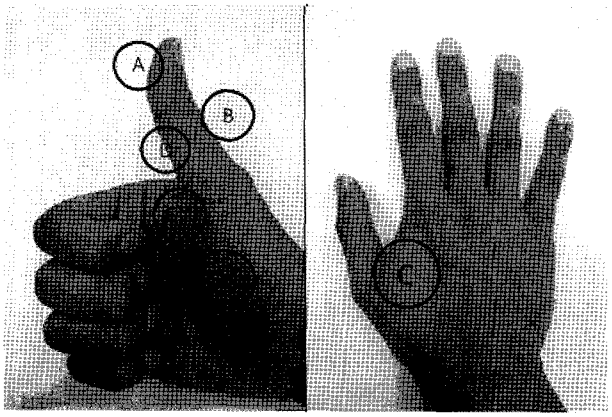


그림 5. 설문에 사용된 사진 부위
Fig. 5. Illustrative pictures used in the survey

III. 실험결과 및 고찰

1. 압력센서를 통한 실험 결과

압력센서를 이용한 입력방식에 따른 엄지손가락에 가해지는 힘은 그림 6과 같이 버튼식인 경우가 터치식인 경우보다 오른손은 3.36배, 왼손은 3.16배로 약 3배가량 크게 나타난다는 것을 확인할 수 있었다. 좌우 손에 걸리는 힘의 차이는 버튼식은 오른손이 왼손보다 1.22배, 터치식은 1.15배 정도 크게 나타났다. 좌우 손의 차이에 대한 통계적 검증을 위해 t-검정(Paired T-test)을 시행한 결과 왼손과 오른손을 사용할 때의 힘 차이는 통계적으로 유의하다는 것을 확인할 수 있었다($p < 0.05$).

표 2는 입력되는 키의 위치에 따른 힘의 결과를 세부적으로 나타내었다. 버튼식이나 터치식 모두 행과 열 위치에 따른 평균값의 변화가 크지 않았으며 입력방식과 좌우 손의 힘은 차이가 나타나고 있음을 알 수 있다. 터치식이 버튼식보다 누르는 힘에 대한 표준편차가 상대적으로 크게 나타나는데, 그 이유는 버튼식 입력은 버튼 내부 고무 패드 아래의 판이 일

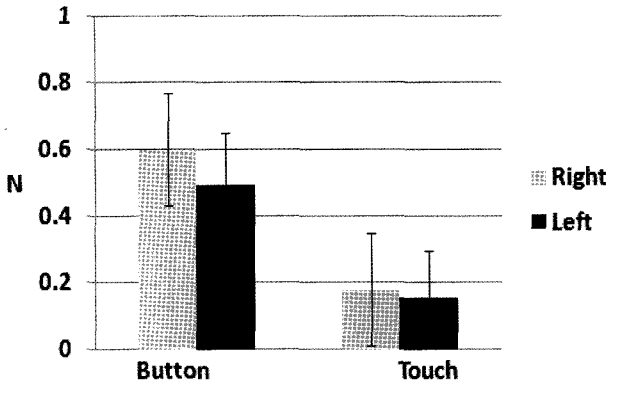


그림 6. 입력방식(버튼식, 터치식)에 따른 힘 측정 결과
Fig. 6. Pressing forces for button and touch pad in mobile phone

표 2. 행과 열에 따른 누르는 힘의 변화
Table 2. Forces(mean and SD) acting on rows and columns for button and touch type

Type	Hand	Row 1 (1,2,3)	Row 2 (4,5,6)	Row 3 (7,8,9)	Row 4 (*,0,#)
Button	R	0.60 ± 0.17	0.59 ± 0.17	0.64 ± 0.17	0.59 ± 0.16
	L	0.50 ± 0.15	0.47 ± 0.17	0.51 ± 0.17	0.50 ± 0.16
Touch	R	0.19 ± 0.17	0.18 ± 0.17	0.17 ± 0.16	0.17 ± 0.17
	L	0.14 ± 0.13	0.15 ± 0.14	0.17 ± 0.16	0.17 ± 0.14
		Column 1 (1,4,7,*)	Column 2 (2,5,8,0)	Column 3 (3,6,9,#)	
Button	R	0.60 ± 0.17	0.56 ± 0.17	0.65 ± 0.17	
	L	0.53 ± 0.16	0.46 ± 0.16	0.49 ± 0.16	
Touch	R	0.18 ± 0.16	0.17 ± 0.17	0.18 ± 0.17	
	L	0.16 ± 0.14	0.16 ± 0.15	0.15 ± 0.14	

정한 힘에 의해 변형되어 두 접점이 단락됨으로써 신호가 입력되는 방식인데 반해 터치식(정전식)은 손가락이 터치스크린에 접촉될 때 몸에 흐르는 정전기가 흐르면서 입력이 인식되는 방식으로 미세한 힘부터 다소 큰 힘에 이르기까지 접촉만 일어나면 신호가 입력되기 때문으로 생각된다. 그러나 실험을 통해서 측정된 힘은 버튼을 일회성으로 누를 때 요구되는 최소의 힘으로 볼 수 없다. 이 힘은 사용자가 버튼을 반복해서 누를 때 사용되는 것으로써 분명한 차이가 있다. 그리고 이러한 힘은 개인적인 습성에 의해 영향을 받을 것으로 예상된다.

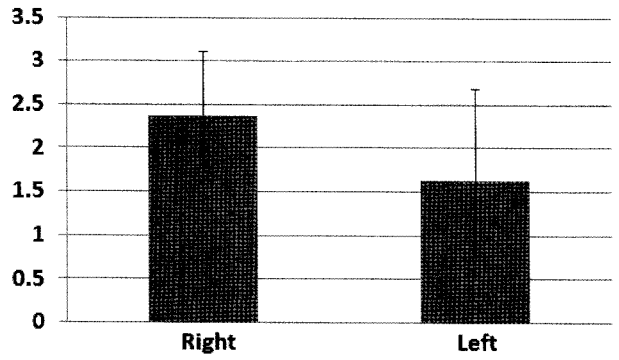


그림 7. 드퀘르벵 증후군 테스트 후 설문 결과
Fig. 7. Survey results of De Quervain's Syndrome' test

2. 설문 조사 결과

드퀘르벵 증후군 테스트 결과 피실험자의 피로감에 대한 평균값이 오른손(2.38)이 왼손(1.63)보다 1.46배 정도 크게 나타났다(그림 7). 이러한 차이에 대한 통계적 비교를 위해 t-검정(Paired T-test, 유의수준: 0.05)을 시행한 결과 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 이는 피실험자들이 전반적으로 왼손보다 오른손 엄지손가락을 많이 사용해왔다는 것을 말하며, 양손 엄지손가락의 상태가 같지 않다는 것을 의미한다.

그림 8은 버튼식과 터치식 기기의 반복 입력 실험을 수행하고 난 후 조사한 설문 결과를 양 손에 대해서 나타내었다. 양손 모두 E-2 부위에서 공통으로 높은 피로감을 나타냈으며 버튼식이 피로도가 터치식보다 약간 높게 나타났다. C 부위에서는 입력방식에 따라 버튼식에서만 높은 피로도가 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(★$p < 0.05$). 양손의 관점에서는 전반적으로 오른손과 왼손 모두 유사한 경향을 보였으나, 오른손이 왼손보다 전체적으로 피로도가 낮게

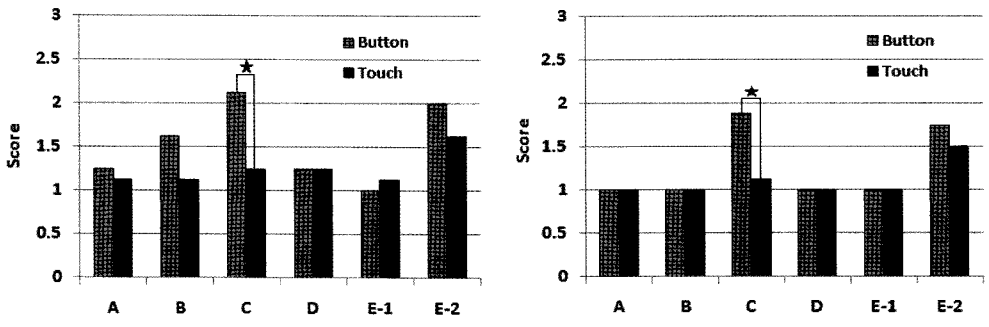
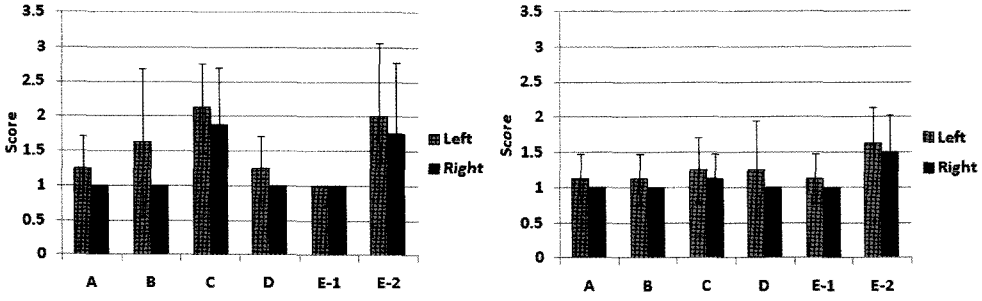


그림 8. 입력방식에 따른 피로도 설문 결과(★$p < 0.05$)
Fig. 8. Survey results of fatigue for the left thumb and the right thumb: button vs touch type



(a) Button type (b) Touch type

그림 9. 양 손 사용 차이에 대한 설문조사 결과
Fig. 9. Survey results of difference for the left thumb and the right thumb

나타났다. 실험 후 벌인 설문 조사 점수에 대한 평균을 비교하면 버튼식이 터치식보다 1.15배(오른손), 1.23배(왼손) 크게 나타났으며 통계적으로 모두 유의하였다($p < 0.05$). 이러한 원인은 그림 7의 드퀘르벵 증후군 테스트 결과처럼 피실험자들의 오른손 엄지손가락의 평균 사용량이 왼손의 경우보다 많기 때문으로 생각된다. 운동량이 많은 오른손 엄지 근육이 더 발달하였기 때문에 상대적으로 근육이 덜 발달한 왼손 엄지손가락에서 피로감이 더 크게 느껴지는 것이다.

그림 9은 각 입력 방식에 따라 좌우 엄지손가락 사용 근육의 피로 차이에 대해 나타내었다. 버튼식은 등쪽뼈사이근(DI)이 있는 C부분에서 1.88(오른손)과 2.23(왼손)으로 가장 높은 점수가 나타났으며, 두 번째로 짧은엄지굴근(FPB)과 짧은엄지외전근(APB)이 있는 E-2부분에서 1.75(오른손)와 2(왼손)의 점수가 나왔다. 터치식은 E-2부분에서 1.5(오른손)와 1.63(왼손)으로 가장 높은 점수가 나타남을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 C(DI)부분이 입력방식에 따라 피로도가 달라지는 부분이지만 E-2부분(APB, FPB)은 공통으로 높은 피로도를 느끼는 근육 부분이라는 것을 나타내는 것이다. 해부학적으로는 C부분에 있는 DI는 집게손가락을 외향시키는데 사용된다. 그리고 E-2에 포함된 APB는 손바닥에 직각인 방향으로 엄지손가락을 벌리는데 사용되며, FPB은 엄지손가락의 첫마디 뼈를 굽히는데 사용된다[22]. 엄지손가락으로 모바일 폰의 버튼을 누르는 경우, 버튼을 누르는 힘을 C부분의 DI가 집게손가락을 외향시켜 버티게 해서 모바일 폰을 고정시켜주는 역할을 한다. 그래서 누르는 힘이 클수록 DI의 버티는 힘이 높아져 피로감이 증가하는 것이다. 이러한 원인 때문에 버튼을 누르는 힘이 3배 이상 높은 버튼식에 C부분의 피로도가 높게 발생하는 것으로 생각된다.

Gusafsson 등[23]은 버튼식 모바일 폰의 사용 시 엄지손가락으로 버튼을 누를 때 사용되는 근육들을 근전도계를 이용해서 측정하는 실험을 하였다. 실험결과 버튼을 누르는 동작에서 E-2부분, C부분의 근육들이 주요하게 관여하는 것으로 나타났다. 그러나 별다른 피로감을 느낄 수 없었던 B부분 근육들도 누르는 동작에 주요하게 관여한다하고 하였다. 이러한 결과는 각 근육들의 고유 운동 능력의 차이 때문으로 생각된다. 그리고 피로감각을 인지하는 신경이 인체에 균질하게 분포되어 있지 않은 것이 또 다른 원인이라고 생각된다. 피로감은 사람이 감각을 통해 느끼는 주관적인 감각이며 정성적이므로 실험을 진행하는 동안 측정에 한계가 있었다. 그렇기 때문에 향후연구에서는 피로감을 측정하기 위해서 보다 정량적이고 신뢰성이 있는 실험방법이 고안되어야 할 것으로 생각된다.

IV. 결 론

본 연구는 설문조사와 압력센서를 통해 입력방식에 따른 엄지손가락의 모바일 폰 반복 사용 시 사용되는 힘과 근육의 피로감 및 발생 부위에 대해서 조사해보았다. 그 결과, 압력테스트에서 버튼식 모바일 폰이 터치식 모바일 폰보다 통계적으로 유의하게 3.36배(오른손)와 3.16배(왼손)정도 엄지손가락에 큰 힘이 작용하였다. 버튼의 행과 열 위치에 따른 변화 측면에서는 큰 변화를 나타내지 않았다. 근육부위의 피로감을 조사하기 위해 벌인 설문조사에서는 버튼식이 터치식보다 1.15배(오른손), 1.23배(왼손)정도 평균적으로 높게 피로감이 발생하였다.

엄지손가락의 근육부위에 따라서는 E-2부분에서 공통으로 높은 피로감이 발생하였으며 C부분은 버튼식에서만 피로감이 높게 발생하였다. 이러한 원인은 C부분에 있는 DI의 피로감이 누르는 힘에 비례하기 때문으로 생각된다. 또한, 기존의 논문들을 통해서 버튼식 모바일 폰을 엄지손가락으로 누르는 동작에 C부분과 E-2부분의 근육들이 주요하게 관여한다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 피로감이라는 것은 정성적인 요소이기 때문에 실험을 진행하는 동안 측정에서 다소 한계가 있었다. 그럼에도 최근 이러한 감각 및 통증에 대한 연구의 중요성이 점차 주목받고 있기 때문에 본 연구를 통해서 얻은 결과는 그 나름대로 의미가 있을 것으로 예상한다.

향후에는 본 연구의 실험방법을 보완해 더욱 정확하고 객관적인 데이터를 얻을 수 있는 연구방법을 고안해야 할 것이

다. 그리고 모바일 폰을 사용할 때 사용자가 취할 수 있는 여러 가지 자세의 경우에 대해서도 고려해야 할 것이다. 이러한 연구들을 통해 모바일 폰과 관련된 RSI 증후군에 대한 연구가 보다 전반적으로 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] Korea Communications Commission, "Statistics for subscribers of a combined wire-wireless service (2011, Jun)," Korea, Jul. 2011.

[2] Ministry of Public Administration and Security, "Resident registration data and house status," Jun. 2011.

[3] Korea Teenager Development Institute, "Mobile telecommunication service of teenager usage service and research - With mobile phone and wireless internet as the center -," Jun. 2004.

[4] H.G. Lee, "Detection of variable predicting addicted use of mobile phone," Korean Journal of Social and Personality Psychology, vol. 22, no.1, pp. 133-157, 2008.

[5] F.R. Ong, "Thumb motion and typing forces during text messaging on a mobile phone," in Proc. 13th International Conference on Biomedical Engineering, Singapore, Dec. 2008, pp. 2095-2098.

[6] M. V. Tulder, A. Malmivaara, and B. Koes, "Repetitive strain injury," The Lancet, vol. 369, no. 9575, pp. 1815-1822, 2007.

[7] H.Y. Yoon, W.S. Yoon, and C.S. Nam, "A study on mobile phone using behavior by age group," Journal of the Ergonomics Society of Korea, vol. 23, no. 2, pp. 105-114, 2004.

[8] D.Q. Kim, S.H. Cho, T.R. Han, H.J. Kwon, M.N. Ha, and N.J. Paik, "The effect of VDT work on work-related musculoskeletal Disorder," Korean J Occup Environ Med., vol. 10, no. 4, pp. 524-533, 1998.

[9] V. Balakrishnan and P.H.P. Yeow, "A study of the effect of thumb sizes on mobile phone texting satisfaction," Journal of Usability Studies, vol. 3, no. 3, pp. 118-128, 2008.

[10] D.L. Jindrich, A.D. Balakrishnan, and J.T. Dennerlein, "Effects of keyswitch design and finger posture on finger joint kinematics and dynamics during tapping on computer keyswitches," Clinical Biomechanics, vol. 19, no. 6, pp. 600-608, 2004.

[11] M. Silfverberg, I. S. Mackenzie, and P. Korhonen, "Predicting text entry speed on mobile phones," in Proc. The ACM Conference on human factors in computing systems-CHI2000, New York, U.S.A, Apr. 2000, pp. 9-16.

[12] S.H. Park, K.I. Kim, and T.S. Yang, "Design optimization of UMPC keypad using human finger," in Proc. Conference of KSME, YongPhong, Korea, Nov. 2008, pp. 544-547.

[13] Y.S. Park and S.H. Han, "One-handed thumb interaction of mobile devices from the input accuracy perspective," International Journal of Industrial Ergonomics, vol. 40, no. 6, pp. 746-756, 2010.

[14] Y.S. Park and H.S. Han, "Effects of touch key location and size on one-handed thumb input," in Proc. Conference of ESK, Suwon, Korea, May. 2007, pp. 305-309.

[15] C.H. Jung, S.H. Kwon, and S.J. Kang, "Usage evaluation of texting message for mobile according to location of key pad and center of gravity," in Proc. Conference of ESK, Busan, Korea, Nov. 2007, pp. 40-43.

[16] J.W. Kim, Y.R. Kwon, J.H. Lee, G.M. Eom, D.Y. Kwon, S.B. Koh, B.K. Park, and J.H. Kwon, "Measurement and comparison of finger tapping movement in patients with idiopathic Parkinson's disease and normal subjects using gyrosensor," J. Biomed. Eng. Res, vol. 3, no. 31, pp. 240-244, 2010.

[17] FlexiForce A201-1(0-450g), Telescan. inc.

[18] C.M. Choi, S.C. Kwon, W.I. Park, M.H. Shin, and J. Kim, "Development of a real-Time algorithm for isometric pinch force prediction from electromyogram(EMG)," in Proc. Conference of KSME, PyeongChang, Korea, Nov. 2008, pp. 1588-1593.

[19] C.M. Choi, M.H. Shin, S.C. Kwon, and J. Kim, "EMG-based real-time finger force estimation for human-machine interaction," Journal of the Korea Society for Precision Engineering, vol. 26, no. 8, pp. 134-141, 2009.

[20] J. Staubesand, A.N. Taylor, Sobotta Atlas of Human Anatomy 1, Freiburg, Germany: Urban & Schwarzenberg, 1988, pp. 242-263.

[21] E. N. Marieb, Human anatomy and physiology, U.S.A: Addison-Wesley, 2003, pp. 153-154.

[22] S.H. Paik, Basic human anatomy, Seoul, Korea: Korea Nurses Association, 1998, pp. 132-136.

[23] E. Gustafsson, P.W. Johnson, M. Hagberg, "Thumb postures and physical loads during mobile phone use-a comparison of young adults with and without musculoskeletal symptoms," Journal of Electromyography and Kinesiology, vol. 20, no. 1, pp. 127-135.