Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 31, No. 3 pp.469-474, June 2012 http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2012.31.3.469

Ergonomic Design of Magic Saw Handle

Kwang Tae Jung

Department of Industrial Design Engineering, Korea University of Technology and Education, Cheonan, 330-708

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to develop an ergonomic design of magic saw handle considering user experiences. **Background:** Frequent use of hand tool can cause musculoskeletal disorders by inadequate wrist posture, excessive strength, repetitiveness, friction and pressure, vibration, etc. A hand tool that is inappropriately designed has higher risk causing musculoskeletal disorders. Complaints for the design of magic saw handle has been raised by many users according to the increasing use of magic saw. **Method:** Hand tool has to be designed considering worker's characteristics and task condition to prevent worker's musculoskeletal disorders. For this, user experiences for magic saw handle were measured through questionnaire survey and observation. **Results:** An ergonomic design of magic saw handle considering user experiences was proposed and then its design suitability was evaluated in comparison with the existing handle design using EMG and subjective evaluation. **Conclusion:** The proposed handle design showed higher satisfaction and lower muscular fatigue. **Application:** The results of this study can be effectively used to develop a new magic saw.

Keywords: Magic saw, Ergonomic design, EMG, Subjective evaluation

1. Introduction

현대 산업의 자동화 및 기계화 추세에도 불구하고 인간의 손을 이용하여 작업을 수행해야 하는 경우는 줄어들지 않고 있다. 자동화 시스템의 조작, 기계의 작동, 제품의 사용, 그리고 수공구를 이용한 작업 등과 같이 손에 의한 작업수행은 현대 사회에서도 피할 수 없는 과정이다.

어떠한 도구, 제품, 또는 기계의 사용이든 인간과의 인터랙션(interaction)이 요구되고, 그 과정에서 손의 사용은 필수적 요소이다. 이러한 인터랙션 과정에서 손과 도구, 제품, 또는 기계 사이의 부적합한 인터페이스(interface)의 존재는 인간의 손에 여러 가지의 불편과 통증, 심지어는 질환까지 유발할 수 있는 원인이 된다(Chaffin et al., 2006). 특히 작업이 단순화되고 작업 강도가 높아질수록 근골격계질환의 발병률이 높아진다. 미국의 경우 산업재해의 약 10%가 공구 사용과 관련이 있으며, 수공구와 관련된 재해로는 손, 손가락, 손목, 어깨 등의 상해가 많은 것으로 알려져 있다(Kee, 2008).

이처럼 부적합하게 설계된 수공구의 사용은 손목 자세, 과도한 힘의 발휘, 높은 반복성, 마찰 또는 압력 그리고 진동 등으로 인한 근골격계질환을 유발시킬 수 있다는 다양한 위험을 내포하고 있다(Park and Lee, 2007). 수공구의 잘못된 손잡이 형태가 이런 신체 상해의 원인을 불러일으키는 요인 중 하나로 작용하고 있으며 근골격계질환의 방지를 위해서는 그 작업에 요구되는 도구의 적합한 디자인과 사용성 평가가 이루어져야 한다(Armstrong & Silverstein, 1987).

요술톱은 디자인의 저변확대와 개인 취향의 다변화에 따라 많은 사용자들이 사용하고 있는 DIY(Do It Yourself) 도구이다. 특히 제품 디자인의 모델링 과정에서 그 사용 빈도가 상당히 높은 수공구인데, 금속, 비철금속, 목재의 절단, 그리고 일반톱으로 작업하기 어려운 목재의 재단, 파이프,

Corresponding Author: Kwang Tae Jung. Department of Industrial Design Engineering, Korea University of Technology and Education, Cheonan, 330-708.
, E-mail: ktjung@kut.ac.kr

Copyright@2012 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462 http://www.esk.or.kr). All right reserved.
ⓒ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.

알루미늄 등에 홈을 팔 때도 사용 가능하다. 이처럼 제품의 디자인 과정에서 그 사용 빈도가 높음에도 불구하고 디자인 작업자의 요구와 사용편의성, 그리고 안전성을 고려한 제품은 찾기 힘들다.

본 연구에서는 요술톱을 많이 사용하는 사용자들을 대상으로 요술톱 사용에서의 문제점을 파악하고 인간공학적 원칙을 고려한 요술톱 손잡이에 대한 새로운 디자인을 제시하였고, 기본의 요술톱과의 비교 평가를 통하여 그 개선 여부를 검증하였다. 제안된 형태의 손잡이가 작업자의 피로도를 감소시키고 작업의 효율성을 높일 수 있도록 도와준다면 힘 전달의 최소화와 주변 근육의 피로도를 감소시킴으로써 근골격계질환도 예방할 수 있을 것이다.

본 연구는 다음의 세 단계를 통하여 진행되었다.

첫째, 요술톱 사용자를 대상으로 한 사용 경험을 측정하였다. 이를 통하여 요술톱 디자인의 문제점을 파악하여 디자인 개선에 반영하였다.

둘째, 사용자의 사용 경험을 고려한 새로운 요술톱 손잡이를 디자인하였다. 이 과정에서 사용자 경험 측정 결과와 인간공학적 원칙들이 반영되었다.

셋째 새롭게 디자인된 요술톱과 기존 요술톱과의 비교 평가를 수행하였다. 비교 평가를 위하여 실험적 방법과 주관적 평가 방법이 병행되었다.

2. Design of Magic Saw Handle

2.1 Measuring user experiences

요술톱에 대한 사용자 경험을 측정하기 위하여 요술톱의 사용 경험이 1년 이상인 제품 디자인을 전공하는 대학생 30명(남 12명, 여 18명)을 대상으로 요술톱을 사용할 때의 불편한 점이나 문제점들에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 자유 형식으로 불편한 점, 인간공학적 측면에서의 문제점 등을 기술하도록 하였다. 피설문자들이 요술톱에 대한 많은 사용 경험이 있음에도 불구하고, 설문조사는 실제 요술톱을 사용해 본 후 설문에 답변하도록 하였다. 요술톱을 사용해 보도록 함으로써 사용하는 과정을 관찰하여 문제점을 발견할 수 있는 기회도 얻기 위함이었다.

우선 요술톱을 사용하고 난 후, 피설문자의 손을 관찰한 결과 Figure 1과 같이 요술톱 손잡이의 부적합한 형태로 인하여 손바닥이 붉어지는 현상을 발견할 수 있었다. 이것은 손잡이 굵기가 너무 얇고 크기가 적합하지 않으며, 부적합한 손잡이 형태로 인해 손바닥의 특정 부위를 집중적으로 압박하여 발생한 것이다.

또한 요술톱을 사용하는 과정에서 피설문자들의 손 크기보다 너무 작은 손잡이의 크기로 인하여 많은 피설문자들이 불편해 하고 있음을 발견할 수 있었다.

Figure 1. Pressure on user's palm while using magic saw

요술톱 사용자에 대한 설문조사 결과 많은 사용상의 불편함과 문제점들이 제기되었는데 이를 정리하면 다음과 같다.

- 요술톱의 손잡이가 너무 작다
- 요술톱을 사용할 때 손잡이가 손바닥을 많이 압박한다.
- 사용 중 엄지손가락에 많은 힘이 들어가야 한다.
- 톱날을 갈아 끼우는 것이 힘들다.
- 손잡이가 너무 얇다.
- 손잡이 형태가 각이 져 있다.
- 사용 중 톱날을 갈아 끼우는 나사에 새끼손가락이 닿는 경우도 있다.
- 손잡이가 미끄럽고 딱딱하다.
- 손잡이에 손가락 홈을 만들어 주면 좋겠다.
- 사용 중 손목이 자주 꺾인다.

실제 디자인 작업을 많이 하는 사람들은 요술톱의 사용 빈도가 높고, 그 과정에서 요술톱의 손잡이에 대한 불만사항이 상당히 많은 것을 알 수 있었다. 따라서 이상의 내용들을 토대로, 요술톱에 대한 인간공학적 측면에서의 개선이 필요함을 알 수 있었다.

2.2 Direction of design

수공구는 사용 특성상 손과 직접적으로 접촉된다는 점에서 손과의 인터랙션이 다른 어떤 제품보다 중요하다. 따라서 기본적으로 손이 편하고 안전한 상태로 사용할 수 있도록 디자인하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 요술톱의 디자인 개선을 위하여 기존의 인간공학적 디자인 원칙과 사용자에 대한 설문조사 결과를 바탕으로 다음과 같은 디자인 방향을 설정하였다.

① 요술톱을 사용할 때 힘의 전달이 손잡이의 축과 직각 방향으로 이루어지도록 한다.

② 손바닥 특정 부위를 압박하는 현상을 방지하기 위해 손잡이 형태를 곡선형으로 디자인한다.

③ 요술톱의 사용 특성상 손잡이의 굵기는 30~50mm 정도로 디자인한다.
④ 손의 일부가 어떤 공간을 통과해야 하는 경우는 여유 있는 공간을 확보해야 한다.
- 손바닥의 통과일 경우: 110mm×45mm 정도의 직사각형 공간
- 손가락의 통과일 경우: 약 30mm의 원형 공간이면 삽입, 회전, 이동 등에 문제가 없을 것이다.

⑤ 손잡이의 길이는 사용자의 손너비를 고려하여 10cm 이상이 되도록 디자인한다.
⑥ 손잡이 재질은 마모성이 없으면서 미끄럽지 않은 재료를 사용한다.
⑦ 오른손잡이와 왼손잡이가 모두 사용할 수 있도록 대칭형으로 디자인한다.
⑧ 손잡이 앞부분에는 손가락을 보호해 줄 수 있는 보호대를 만들어준다.

2.3 Design improvement

요술톱 사용자들의 사용 경험 측정 결과와 인간공학적 측면을 통하여 도출된 요술톱 손잡이의 디자인 방향에 따라 요술톱 손잡이의 디자인 개선 작업을 수행하였다.

아이디어 스케치와 목업 제작 등의 과정을 통하여 도출된 여러 가지 디자인 안들 중에서 최종적으로 Figure 2의 오른쪽 그림과 같은 디자인 안이 제안되었다. 제안된 요술톱의 손잡이는 그립감과 사용편의성 그리고 안전성을 고려하여 손잡이의 두께와 형태, 그리고 길이를 개선하였다.

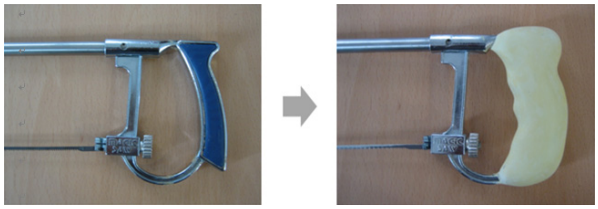

Figure 2. Handle design of magic saw(left: old, right: new)

3. Evaluation of Magic Saw using EMG

3.1 Subjects and experiment equipment

본 실험의 목적은 제안된 요술톱의 손잡이가 기존의 요술톱과 비교하여 더 사용하기 편하고 만족스러운지를 알아보기 위한 것이었다. 이를 위하여 본 연구에서는 요술톱을 사용하는 과정에서 피실험자의 근전도를 측정하여 평가하였다. 근전도(EMG) 신호는 근육의 움직임에 따라 발생하는 미세한 전기 신호로 특정 부위의 근육 활동을 측정하고 정량화할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

요술톱 손잡이의 디자인이 사용자에게 적합할수록 사용과정에서 근육의 피로도가 적을 것이라는 가설에 따라, 본 연구에서는 손잡이 디자인의 적합성을 평가하기 위한 척도로 사용하였다.

본 실험에서는 피실험자로 신체 상지의 상해 및 장애가 없는 8명의 대학생이 참여하였다. 8명 중 4명은 남학생이었고, 4명은 여학생이었으며, 이들의 평균 연령은 26세였다.

근전도를 측정하기 위한 실험장비로는 Biopac Systems에서 제작된 MP100WSW에 EMG amplifier module인 EMG100B를 연결하여 사용하였다.

장비의 sampling rate는 1,024Hz, band pass filter는 30~500Hz였으며, 본 연구에서는 2개 채널을 사용하여 근전도 신호를 측정하였다. 측정 변수의 설정과 근전도 신호의 컴퓨터 저장은 Acqknowledge 3.8.1을 이용하였다.

3.2 Experimental design

본 실험에서는 새롭게 디자인된 요술톱 손잡이 디자인과 기존의 요술톱 손잡이 디자인 사이의 디자인 적합성에 대한 비교 평가를 EMG를 통하여 알아보는 것이 목적이기 때문에, 요술톱의 손잡이 형태가 독립 변수가 되고, 측정(종속) 변수는 EMG 신호이다.

요술톱의 사용 목적이 주로 재료를 절단하는 것이므로, 실험작업으로는 일정한 규격의 케미컬 우드를 자르는 작업을 수행하도록 하였다. 케미컬 우드는 가로 60mm, 세로 55mm, 너비 300mm인 것을 사용하였고, 자르는 위치는 미리 2cm 간격으로 5개의 위치를 절단하도록 하였다. 자르는 위치는 피실험자의 눈에 잘 띄게 붉은색으로 표시하였다.

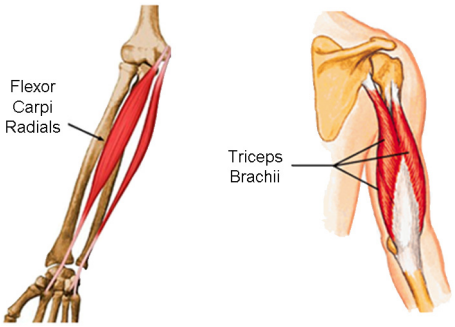

Figure 3. Muscles to measure EMG
(left: Flexor Carpi Radials, right: Triceps Brachii)

EMG 전극은 요술톱으로 재료를 자를 때 주로 사용되는 근육(근육1: 요측수근굴근(Flexor Carpi Radials), 근육2: 상완삼두근(Triceps Brachii))을 찾아 부착하였다.

3.3 Experiment method

요술톱 손잡이의 디자인 적합성을 평가하기 위한 실험은 주관적 평가와 실험적 평가가 포함되었다.

주관적 평가에서는 우선 실험 작업을 수행하기 전 피실험자에게 두 개의 톱을 잡아보게 한 후, 설문조사를 통해 손잡이의 만족도에 대한 평가를 수행하였다.

또한 케미컬 우드를 절단하는 작업을 수행한 후, 두 개의 요술톱 손잡이에 대한 만족도를 주관적으로 평가하였다.

피실험자는 실험 전에 실험 목적, 실험 방법 및 절차에 대해 충분히 숙지한 후 작업을 수행하였다. 실험에서는 오른손잡이, 왼손잡이 상관없이 피실험자가 편한 방법 및 자세로 작업을 수행하도록 하였다. 사용되는 톱의 손잡이 형태는 랜덤하게 제시되며, 각 톱의 손잡이 형태에 대하여 5번씩 총 10회의 절단 작업을 수행하였다.

케미컬 우드를 자르는 위치는 2cm 간격으로 하였다. 잘라야 하는 위치는 눈에 잘 띄게 붉은색으로 5개의 위치에 표시하였다. 한 종류의 톱으로 케미컬 우드를 절단하는 작업이 끝나면 피실험자는 1시간 이상의 충분한 휴식을 취한 후, 다른 손잡이 형태의 톱으로 다시 작업을 수행하도록 하였다. 케미컬 우드를 자르는 작업이 끝나면 최종적으로 개선 전과 후의 톱의 손잡이 형태에 대한 만족도를 평가하도록 하였다.

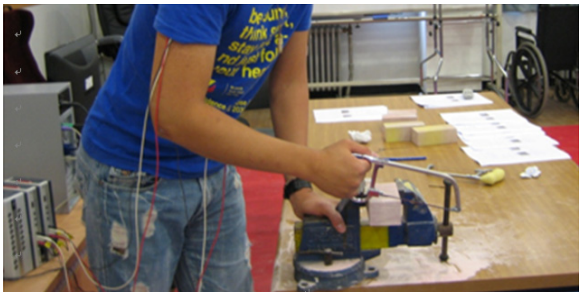

Figure 4. Experimental scene

4. Result of Experiment

4.1 Analysis method

일반적으로 근육의 사용이 많아지면 근육이 피로하게 되고, 피로가 시작되면 수축 힘이 감소할 뿐 아니라 근육활동 전위의 모양도 변하게 된다. 자발적으로 근육을 세게 수축할 때에 생기는 전위의 폭 변화에 의하여 EMG 스펙트럼도 역시 변화된다. Kadefors, et al.(1973)에 의하면, 근육을 세게 수축할 때 고주파수 성분들이 감소하고, 근육이 피로할 때 근섬유에서의 전위속도도 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 생리학적 현상은 저주파 영역대로의 주파수 변화로서 보여 질 수 있다.

따라서 근육 피로의 정도에 따라 MPF(Mean Power Frequency)와 MF(Median Frequency)가 감소하는 것을 알 수 있고, 근전도의 진폭을 생리적 요인과 결부시켜 RMS (Root Mean Square), ZCR(Zero Crossing Rate) 등을 근육 피로의 분석을 위한 매개 변수로 사용할 수도 있다.

특히, MF는 근육의 국소적 피로도를 평가하는 파라미터로 널리 사용되고 있으며, 근피로도가 증가할수록 MF가 저주파수 대역으로 이동하는 것으로 알려져 있다(Roy, 1993). 따라서 본 실험에서는 위의 여러 가지 매개 변수들 중에서 MF를 이용하였다. 8명의 피실험자에 대한 작업수행시간을 측정하고 근전도 신호를 측정하여 MF의 평균값을 구하였다.

4.2 EMG analysis

작업을 수행하는데 소요된 시간과 근전도 측정을 통해 요술톱을 사용하는 과정에서의 요측수근굴근과 상완삼두근의 근피로도의 변화를 알 수 있다.

Type 1은 기존의 손잡이 형태의 톱이고 Type 2는 개선된 손잡이 형태의 톱이다. 작업 수행하는데 걸린 시간을 보면 전반적으로 개선된 손잡이를 갖는 요술톱의 작업수행시간이 더 적게 나타난 것을 알 수 있고(Figure 5), 이러한 차이는 유의수준 0.05에서 유의하게 나타났다(p=0.019).

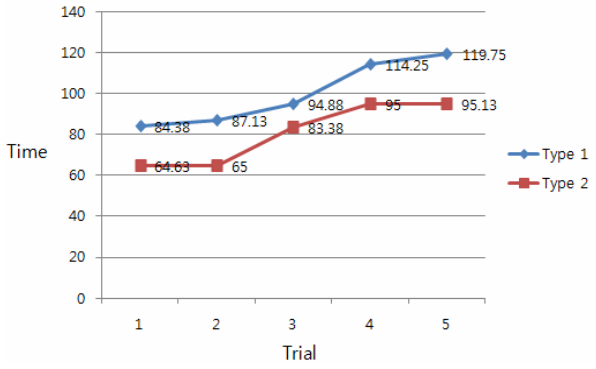

Figure 5. Graph of mean task completion time

또한 요측수근굴근과 상완삼두근으로 부터 측정된 EMG

신호로 부터 얻어진 MF에 대한 분석 결과를 보면, 작업의 반복 수행에 따른 요측수근골근의 평균 MF를 나타내는 Figure 6과 상완삼두근의 평균 MF를 나타내는 Figure 7로부터 작업의 반복이 진행될 수록 두 근육 모두에서 MF가 감소하는 경향을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 근피로도와 MF의 관계로 부터 작업이 진행될 수록 근육의 피로도가 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

이러한 현상은 개선된 손잡이의 요술톱과 기존 손잡이의 요술톱 모두에서 나타나고 있지만, 개선된 손잡이의 감소율이 기존 손잡이보다 훨씬 적음을 알 수 있다. 또한 요측수근골근(p=0.032)과 상완삼두근(p=0.021) 모두에서 전체적으로 개선된 손잡이의 요술톱의 MF가 기존 손잡이 요술톱의 MF보다 더 크게 나타났으며, 이러한 결과는 유의수준 0.05에서 모두 유의하였다.

즉, 처음에는 두 요술톱을 사용할 때의 MF가 비슷하지만 작업이 반복될 수록 개선된 손잡이의 요술톱보다 기존 손잡이의 요술톱을 사용할 때 MF 값이 급격하게 하락하는 것을 알 수 있고, 이러한 사실로 부터 개선된 손잡이 형태의 톱이 기존의 손잡이 형태의 톱보다 장시간 이용하였을 때 피로가 덜 쌓이는 것을 예측할 수 있다.

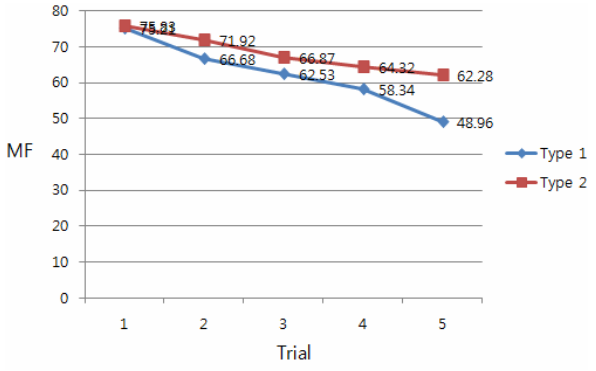

Figure 6. Graph of mean MF of Flexor Carpi Radials

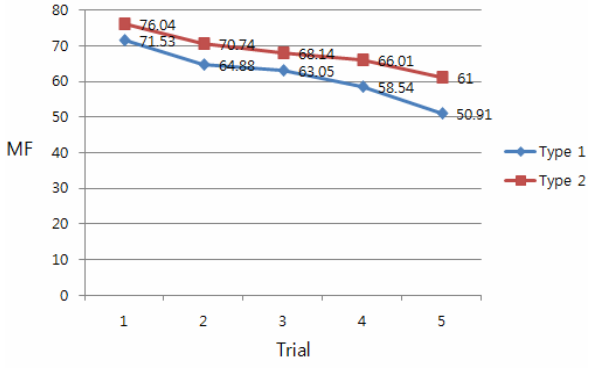

Figure 7. Graph of mean MF of Triceps Brachii

작업을 수행하는데 소요된 시간과 요측수근골근, 상완삼두근의 MF 간의 상관분석 결과, 작업수행시간과 두 근육으로부터 측정된 MF 간에는 매우 높은 수준의 음의 상관성이 존재하는 것을 알 수 있었다(작업수행시간과 요측수근골근 사이의 상관계수는 −0.911, 작업수행시간과 상완삼두근사이의 상관계수는 −0.928). 그리고 요측수근골근과 상완삼두근의 MF 간에는 매우 높은 수준의 양의 상관관계(상관계수 0.98)가 존재함을 알 수 있었다.

이 사실로 부터 요술톱을 사용할 때, 작업수행시간이 길어질 수록 요측수근골근과 상완삼두근의 근피로도가 증가하는 것을 알 수 있고, 요측수근골근과 상완삼두근의 피로도의 증가는 매우 높은 상관성을 보임을 알 수 있다.

4.3 Analysis of subjective satisfaction

본 연구에서는 근전도를 활용한 손잡이 디자인의 적합성 평가 외에 요술톱을 사용한 실험 전후에 각 손잡이에 관한 주관적 만족도를 5점 리커트 적도를 사용하여 평가하였다.

피실험자는 실험 전에 제공받은 설문지를 사용하여 실험 전과 실험 종료 후 손잡이의 만족도에 대하여 느끼는 정도를 평가하도록 하였다. 물론 실험 전의 평가는 실험을 수행하기 전에 평가하였다.

그 결과를 그래프로 나타낸 Figure 8을 보면, 실험 전후 모두 개선된 손잡이의 만족도가 높게 나타났고, 그 차이는 실험 후에 현저하게 증가한 것을 알 수 있다. 이러한 차이는 유의수준 0.05에서 모두 유의하게 나타났다(실험 전 p= 0.048, 실험 후 p=0.00). 이러한 결과로 부터 요술톱을 사용하여 작업을 수행할 때, 작업이 오래 진행될 수록 개선된 손잡이의 만족도가 훨씬 높아짐을 알 수 있다.

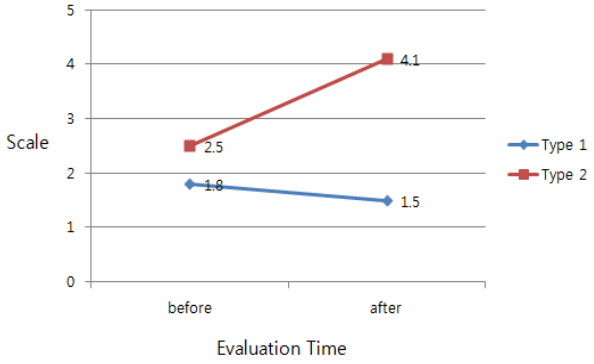

Figure 8. Mean scores of subjective satisfaction

5. Conclusion

본 연구에서는 최근 디자인 인구의 확산과 개인 취향의 다변화로 인한 일상생활에서의 도구 사용의 증가로 인하여 그 사용 빈도가 높아지고 있는 요술톱을 대상으로 사용상의 불편함을 측정하고 이를 반영한 디자인 개선과 인간공학적 평가를 통한 개선안의 적합성을 평가하였다.

특히 요술톱을 많이 사용하고 있는 디자인 전공자들을 대상으로 사용상의 문제점을 설문조사를 통하여 측정하였고, 이를 통하여 도출된 문제점들을 반영하여 인간공학적 측면에서의 손잡이 디자인을 제안하였다.

제안된 손잡이 디자인을 적용한 요술톱과 기존 요술톱과의 비교 평가를 위하여 요술톱 사용 전후의 주관적 만족도 측정과 근전도 측정장비를 활용하여 작업수행과정에서의 EMG 신호를 측정하였다.

분석 결과로 부터 요술톱의 손잡이 형태에 따라 작업수행과정에서의 근전도 신호에 유의한 차이가 존재한다는 것을 알 수 있었고, 전반적으로 개선된 손잡이를 적용한 요술톱의 근피로도 유발 정도가 낮게 나타났으며, 이러한 현상은 주관적 만족도 평가에서도 만족도가 더 우수한 것으로 나타났다.

요술톱의 손잡이 형태가 팔 근육에 영향을 준다는 결과는 톱의 손잡이 형태가 요술톱 디자인에 있어 중요한 요인임을 뒷받침하고 있음을 알 수 있다.

본 연구는 요술톱에 대한 사용자 경험의 측정과 이를 반영한 디자인 개선, 그리고 사용자의 생리 신호 및 주관적 만족도를 통한 객관적인 적합성의 비교 평가 등의 과정을 통하여 디자인 문제를 해결하였다는 점에서 중요한 의미를 부여할 수 있고, 더불어 제안된 요술톱의 손잡이 형태는 향후 요술톱의 제품개발에 활용할 수 있을 것이다.

References

Armstrong, T. and Silverstein, B., Upper extremity pain in the workplace-Role of usage in causality. In Hadler, N.(Ed.), *Clinical Concepts in Regional Musculoskeletal Illness*, Grune and Stratton, 333-354, 1987.

Bilodeau, M., Schindler-Ivens, S., Williams, D. M., Chandran, R. and Sharma, S. S., EMG frequency content changes with increasing force and during fatigue in the quadriceps femoris muscle of men and women, Journal of Electromyography and Kinesiology, 13, 83-92, 2003.

Chaffin, D. B., Andersson, G. B. J. and Martin, B. J., *Occupational Ergonomics*, 4th ed., John Wiley & Sons, New Jersey, 249-263, 2006.

Chang, Joon H., et al. The Analysis of Terminal Clipping Tool by the Characteristics of Pressure & EMG related by Upper Limb, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 9(2), 473-478, 2006.

Cho, Y. J. and Kim, J. Y., The Effect of the Signal Stationarity on the EMG Frequency Analysis, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(2), 183-188, 2010.

Kadefors, R., Petersen, I. and Broman, H., Spectral analysis of events in the electromyogram, *New Dep. Electroqogr. clin. Neurophysiol*. 1, 628-637, 1973.

Kee, Dohyung, Performance, Wrist Motion and Subjective Rating for Handle Angle of Pliers, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 27(2), 49-57, 2008.

Park, H. S. and Lee, M. R., Application of Quality Function Deployment to Ergonomic Design of a Plier, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(4), 85-90, 2007.

Roy, S. H., Combined use of surface electromyography and 31P-NMR spectroscopy for the study of muscle disorders, *Physical Therapy*, 73, 892-901, 1993.

Author listings

Kwang Tae Jung: ktjung@kut.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST
Position title: Professor, Department of Industrial Design Engineering, Korea University of Technology and Education
Areas of interest: Ergonomic Design, Usability, Sensibility

Date Received : 2012-05-14

Date Revised : 2012-05-22

Date Accepted : 2012-05-23