

배터리 구동방식 정형외과용 핸드피스 개발에 대한 연구

손창우¹ · 장성희¹ · 장영주¹ · 서태일[†]

인천대학교 기계공학과^{1,†}

A study about development of hand-piece for orthopedic surgery driven by battery

Chang-Woo Son¹ · Sung-Hui Jang¹ · Young-Ju Jang¹ · Tae-Il Seo[†]

Major of Mechanical Engineering, Incheon National University^{1,†}

(Accepted February 26, 2015)

Abstract : Recently, life expectancy increased in the development of medicine, the need for health has increased. Market for medical equipment is growing rapidly to an increase in the interest in health and aging worldwide. It is a device intended for ultra sensitive cleavage process of bone during joint replacement surgery on a technical advanced surgery, finishing, and hole. Domestic demand of the hand piece is a necessary condition on an ongoing basis. However, hand piece was made on the basis of the experience of many years in the country Japan, Germany, and the United States has spread to more than 90% domestic market. Feel the need for the development of the hand piece in the country, many companies are trying to in-house production hand piece. In an attempt to solve the problems with the hand piece of the present, in this paper, it was supposed to be a study of rechargeable hand piece to replace the existing pneumatic.

Key Words : Hand piece, vibrating, surgery, rechargeable

1. 서 론

최근 의학의 발달로 인해 평균수명이 증가하면서 오래 사는 것과 함께 잘사는 것, 즉 삶의 질이 강조되며 이를 위해 건강에 대한 요구가 증가되고 있다¹⁾. 세계적인 고령화와 건강에 대한 관심의 증가로 의료기기 시장은 급속도로 성장하고 있다. 세계 의료 기기 시장규모는 2009년 2,900억 달러로 나타났다²⁾. 외과수술용 핸드피스는 현재 국내·외 병원에서 사용되고 있는 수술 장비 중 필수 보유 장비이다. 선진수술 기법인 인공관절대체 수술 시 뼈(Bone) 절단, 다듬질, 구멍 등 초점세 가공을 목적으로 하는 기기이다. 핸드피스의 국내수요는 지속적으로 필요한 상태이다.

하지만 일본, 독일, 미국 등의 나라에서 오랜 경험을 바탕으로 제작된 핸드피스가 국내 시장에 90% 이상 보급되고 있기 때문에 소비자들은 고가의 핸드피스 장비를 그대로 수입하여 쓰고 있다. 또한, 기기의 보수와 수리에 소요시간이 많이 요구되기 때문에 국내 소비자들은 필요 이상의 핸드피스를 구입하여 보유하고 있어야 하는 부담을 가지고 있다. 국내에서도 핸드피스 개발에 대한 필요성을 느끼고 여러 회사들이 핸드피스를 자체 생산하려고 하고 있다^{3,4)}. 핸드피스는 동력원의 종류에 따라 공압식, 전동식, 충전식으로 분류할 수 있으며, 국내에도 세 종류 모두 보급되고 있다. 이들 중 전동식과 공압식은 동력을 공급하는데 있어 동력 공급 라인이 있기 때문에 수술 시 활동 영역에 제한을 줄 수 있어 다소 불편하지만 가장 선호하는 방식 중에 하나이다⁵⁾. 하지만 기존의 공압식(Air Type)은 수술 시 많은 양의 질소(N₂ Gas)가 소모됨으로써 질소탱크 보관에

1. 인천대학교 기계공학과
† 교신저자 : 인천대학교 기계공학과
E-mail : tiseo@incheon.ac.kr

많은 공간이 필요하고 잦은 교체를 필요로 한다. 또한 기계소음과 공압식 호스의 이동으로 시술자와 환자사이에 불편함이 발생하고 감염의 위험성이 있으므로, 최근에는 충전식을 선호하고 있다.

앞에서 설명한 이유들처럼 기존에 사용되고 있는 핸드피스에 관한 여러 문제들과 수입에 의존한 핸드피스를 사용하면서 발생하는 문제들이 많기 때문에 이를 해결하고자 기존의 공압식을 대체할 충전식 핸드피스에 대한 연구를 하게 되었다.

2. 정형외과 수술용 무선 핸드피스 설계

2.1. Auto CAD를 이용한 2D Modeling

세계적인 인구 고령화와 업무환경 변화로 인한 운동부족 등의 이유로 노인과 여성들의 인공관절 수술 횟수는 상승 곡선을 그리고 있으며, 이에 따라 인공관절 이식 수술에 사용되는 핸드피스의 요구가 증대되고 있는 상황에서 본 논문을 통해 개발하고자 하는 핸드피스의 경우 수술용 로봇과 같이 컴퓨터에 의해 구동되는 것과 달리 외과의사가 직접 사용하는 제품이다.

이에 이러한 핸드피스를 사용하는 외과 의사들은 과도한 힘으로 핸드피스를 쥐는 반복적인 작업과 부자유스러운 손목으로 오랜 시간 작업을 하기 때문에 손 관련 질환 발생비율이 높다. 이러한 문제점을 해결하고자 외과 의사들이 편안히 사용할 수 있게 인체공학적으로 손잡이 부분을 Round 지게 만들고자 하며, 큰 힘을 들이지 않고 핸드피스를 작동시킬 수 있도록 설계하고자 한다.

본 연구에서는 가장 일반적인 설계 프로그램인 AutoCAD를 이용하여 인체공학적인 외형을 2D Modeling하였다. Fig. 1-3은 AutoCAD 2D Modeling을 나타낸다.

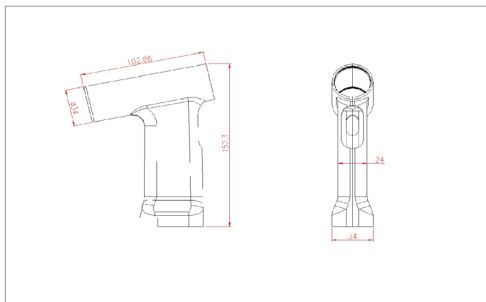


Fig. 1 Redesigned hand-piece body case draft

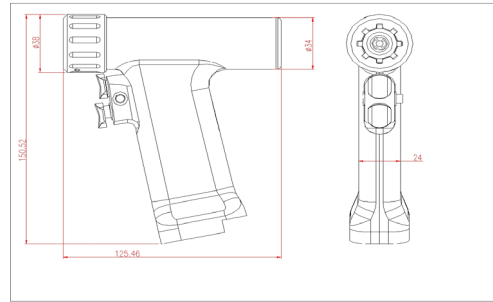


Fig. 2 Redesigned hand-piece draft

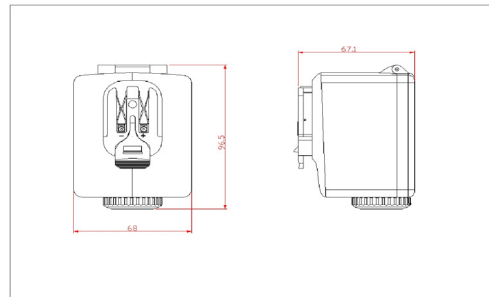


Fig. 3 Redesigned hand-piece battery case

2.2. NX를 이용한 3D Modeling

설계 도면이 완성 된 후 제품을 개발하였을 때 실제로 가능한지 판단하기 위해 3D Modeling으로 구속조건을 확인하여야 한다. 이러한 이유로 구속조건을 확인하기 위해 Fig. 4처럼 3D Modeling인 NX Program을 이용하여 구속조건을 확인하였다.

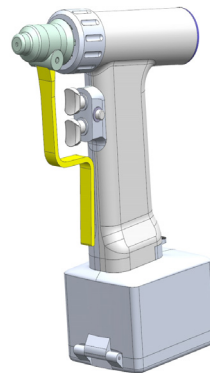


Fig. 4 Hand-piece 3D modeling

구속조건을 확인한 결과 설계상 조립에 대한 문제점은 없는 것으로 나타났으며, 설계된 자료를 이용하여 최적설계를 하기 위해 해석을 수행한다.

3. 핸드피스의 진동해석

3.1. 핸드피스 Body의 재질 선정

본 연구에서 개발하고자 하는 핸드피스를 해석하여 최적화된 핸드피스 Body를 개발하기 위해서는 재료의 물성치가 필요하다. 의료기기이기 때문에 멸균온도(125~131°C)에서 열변형이 일어나지 않는 재질이어야 한다.

일반적인 알루미늄의 경우 용융점이 660°C로 멸균온도에서 열변형이 크게 존재하지 않으며, 경량화가 좋기 때문에 본 연구에서는 알루미늄을 Body Case와 Battery Case의 재료로 선정하였다.

알루미늄 중에서도 가장 내식성, 용접성이 좋은 Al 6061을 사용하였다. Table 1은 Al 6061의 화학성분표이다.

Table 1 Chemical component of Al 6061-T6

Component	Wt. %	Component	Wt. %	Component	Wt. %
Al	95.8 - 98.6	Mg	0.8 - 1.2	Si	0.4 - 0.8
Cr	0.04 - 0.35	Mn	Max 0.15	Ti	Max 0.15
Cu	0.15 - 0.4	Other, each	Max 0.05	Zn	Max 0.25
Fe	Max 0.7	Other, total	Max 0.15		

Table 2 Mechanical properties of Al 6061-T6

Mechanical Properties	Metric
Hardness, Brinell	95
Hardness, Knoop	120
Hardness, Rockwell A	40
Hardness, Rockwell B	60
Hardness, Vickers	107
Ultimate Tensile Strength	310MPa
Tensile Yield Strength	276MPa
Elongation at Break	12~17%
Modulus of Elasticity	68.9GPa
Notched Tensile Strength	324MPa
Ultimate Bearing Strength	607MPa
Bearing Yield Strength	386MPa
Poisson's Ratio	0.33
Fatigue Strength	96.5MPa
Machinability	50%
Shear Modulus	26GPa
Shear Strength	207MPa

아래의 Table 2는 Al합금에서 가장 많이 사용되고 있는 Al 6061의 기계적 물성치이다. 그리고 이 합금의 열처리는 T6을 이용하였다.

Table 1과 2를 보면 제품이 멸균온도(125~131°C)에서 충분히 열변형이 일어나지 않는 것을 확인 할 수 있다. 알루미늄은 고유의 경량성 때문에 널리 사용되고 있으나, 경도가 낮고 표면이 손상되기 쉽기 때문에 그에 맞는 표면처리를 통하여 사용되어야 한다. 그 중 아노다이징(Anodizing)처리는 알루미늄의 표면에 두꺼운 산화층을 형성하여 표면을 보호하고, 경도를 증가시키는 역할을 하기 때문에 본 연구에서는 아노다이징 기법을 제안하고자 한다*9).

3.2. 핸드피스의 진동해석

최적설계를 하기 위해 설계 후 해석을 수행한다. 핸드피스는 수술 시에 사용됨으로 진동의 영향을 많이 받게 된다. 따라서 진동해석을 통해 가장 적합한 진동 범위를 파악하고자 한다.

재료의 물성치는 앞에서 선정된 Al 6061으로 설정하였다. Fig. 5는 진동해석을 진행하기 전 구속조건을 나타내고 있다.

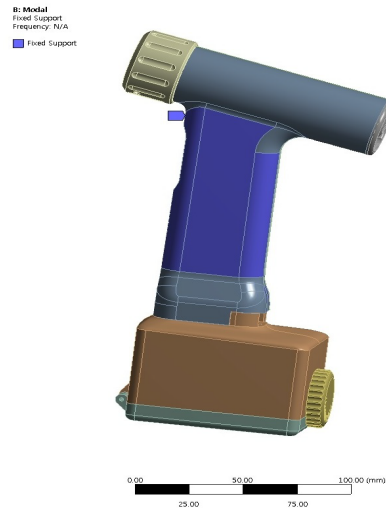


Fig. 5 Modal analysis condition of restriction

3.3. 핸드피스의 진동해석 결과

1~6Mode에 대한 진동해석을 수행하였으며, 1과 6Mode에 관한 해석결과를 Fig. 6과 7에서 나타내고 있다.

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 핸드피스의 문제점을 개선하고자 새로운 충전식 핸드피스에 대하여 연구하였다. 이번 연구를 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 어느 사용자가 사용하더라도 불편함 없이 작업을 할 수 있는 인체공학적인 Body부를 설계하였다.
- 2) 골 절단을 위한 Motor RPM을 세계수준과 비슷한 15,000~17,000RPM으로 작동할 수 있게 만들 수 있다.
- 3) 의료기기이므로 멸균시험이 필수이며, 이러한 멸균시험기(125~131°C)에 견딜 수 있는 핸드피스를 제작 할 수 있다.

위의 결과들을 종합해보면 기존에 전량 수입을 통해 사용되던 핸드피스들을 국산화 개발 할 수 있게 되었다. 또한, 정형외과 핸드피스의 개발로 인해 해외에서 사용하던 제품을 국산화 개발하여 국내의 의료기기분야에 대한 기술력을 한 단계 업그레이드 할 수 있는 요인이 되었으며, 국내 의료기기 시장뿐만 아니라 세계에서 경쟁력 있는 의료기기를 생산 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1) T.H. Kim, S.H. Lee, W.M. Kim. and J.B. Kim. "Analysis of High Speed 3-phase Brushless Motor for Surgical handpiece." The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 2013, No. 4, pp. 26-27, 2012.
- 2) S.H. Kim, J.Y. Lim. and H.Y. Lee. "A Comparative case study on the design and performance evaluation of high efficiency and low noise medical handpiece prototype." The Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 2011 No.10, 2011.
- 3) K.J. Ryu, D.H. Youn, J.H. Baek, D.W. Lee, D.Y. Kim, D.Y. Kim and D.J. Song. "Numerical Analysis of Internal Characteristics on Dental High-Speed Air Turbine Handpiece." Korean Society for Computational Fluids Engineering, Vol. 2011, No. 5, p. 535, 2011.

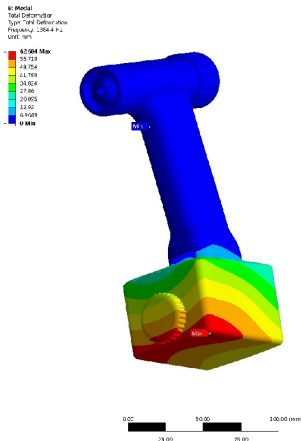


Fig. 6 Modal analysis 1 Mode of body case

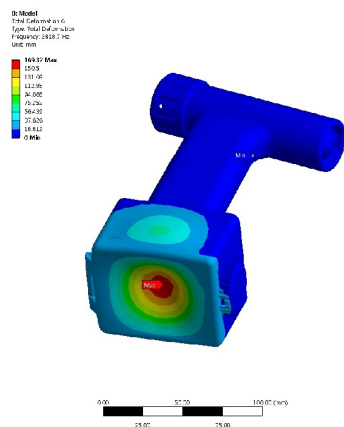


Fig. 7 Modal analysis 6 Mode of body case

Table. 3은 각 Mode에서 얻은 고유진동수와 해석 결과로 나타난 고유진동수별 Max. 값과 Min. 값을 나타내고 있으며, 이러한 결과로 핸드피스의 가장 적합한 주파수를 얻을 수 있다.

Table 3 Modal analysis results

Mode	Frequency (Hz)	Max. (mm)	Min. (mm)
1	1384.4	62.684	0
2	1504.8	64.087	
3	2415.5	104.51	
4	3799.7	61.571	
5	3762.4	116.19	
6	3818.7	169.32	

- 4) J.H. Lee, K.S. Kim. "Numerical Study on the Effect of Turbine Blade Shape on Performance Characteristics of a Dental Air Turbine Handpiece." Journal of the Korean Society of Propul, Vol. 13, No. 1, 2009.
- 5) D.H. Youn, K.J. Ryu and D.J. Song. "Optimum Design of Internal Characteristics on Dental High-Speed Air Turbine Handpiece." Korean Society for Computational Fluids Engineering, Vol.2011, No. 11, pp. 180-186, 2011.
- 6) S.H. Park, Y.H. Yoon, B.K. Lee, C.Y. Won, J.H. Jeon and I.S. An. "Battery Type Surgical Handpiece Using Brushless DC Motor Drive." The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 2006, No. 5, pp. 334-337, 2006.
- 7) J.R. Kim, S.N. Min, M.H. Lee, J.H. Jung and J.H. Lee. "Design of Hand-piece by the adaptation of the user-centered design." Fall Conference of Ergonomics Society of Korea, Vol. 2010, No. 10, pp. 159-162, 2010.
- 8) Y.C. Kim and Y.S. Jeong. "Surface Treatment of Aluminium by Anodizing." Perspectives of Industrial Chemistry. Vol. 2, No. 3, 1999.
- 9) G.S. Lee, S.H. Bae and Y.Z. Lee. "A Comparative Study on Tribological Characteristics between Ni-P Electroless Plating and TiAlN Coating on Anodized Aluminum Alloy." The Korean Society of Tribologists and Lubrication Engineers, Vol. 26, Issue. 1, pp. 68-72, 2010.