

근골격계 통증진단을 위한 온도 측정겸용 주사기 개발 Development of multi-functional probe for diagnosis and treatment of musculoskeletal pain

*남성기¹, 문병준¹, #이선규¹

*Sung-Ki Nam(sknam@gist.ac.kr)¹, Byeong-Jun MoonKim(bjmoon@gist.ac.kr)¹

#Sun-Kyu Lee¹ (skye@gist.ac.kr)

¹광주과학기술원 기전공학부

Key words : Musculoskeletal pain, thermocouple, multifunctional probe, needle

1. 서론

최근들어 급격한 컴퓨터 작업의 증가로 많은 직장인들이 목, 어깨, 허리, 손목등의 근골격계 통증을 호소하고 있다. 근골격계 통증이란 근골격계에 포함되는 조직이 물리적 자극을 받았거나 통증을 야기하는 물질을 생성 또는 그 물질에 반응하고 있음을 의미하는 신호로, 반복적인 활동으로 인한 피로누적이 주된 원인이다. 통증부의 크기는 수 μ m에서 10mm 까지 다양하며 정확한 위치 확인이 중요한 이슈이다[1]. 통증부위의 진단에는 초음파, 열화상 이미지, 전기장등의 다양한 방법이 있지만, 근육속에 존재하는 작은 통증 부위를 정확히 찾아내는 데에는 어려움이 있다. 또한 통증부 진단과 치료약물 주입이 개별적으로 이루어져서 정확한 통증부위에 약물이 전달되기에 어려움이 있다[2].

이에 본 연구에서는 MEMS 공정을 통하여 주사바늘의 선단에 온도센서를 제작하였고, 그 성능을 측정하였다. 주사바늘을 이용한 온도측정센서는 여러 연구가 보고된바 있지만, 본 연구에서는 표면 금속 증착과 절연 코팅을 통해 박막형 온도센서를 구성하고, 주사바늘 자체를 열전대의 한 물질로 사용함으로써 미세 온도 측정과 제작공정을 단순화 하였다[3]. 제작된 온도측정겸용 주사기를 통해 통증부 진단과 동시에 국소 진단부위에 치료약물이 주입될 수 있고, 더 나아가 작용부위의 온도를 실시간으로 모니터링하여 적절한 주입약물의 양을 산출할 수 있다.

2. 제작과정

주사바늘의 선단에 열전대의 접점을 형성하기 위하여 가장 중요한 부분은 절연층으로, 그림 1 과 같이 1.5 μ m의 파릴렌(Parylene)을 증착한 후 주사바늘의 절연특성을 비교하였다. 그 결과 박막의 파릴렌 코팅을 통해 절연층을 형성할 수 있었다. 열전대의 접점부분이 될 주사바늘의 선단부분을 표면연마하여, 내부 금속이 노출되게 하였다. 그 후, 높은 열전 효과를 얻기 위해 스퍼팅 공정으로 Constantan(Ni-Cu)을 0.2 μ m 증착하였다. 마지막으로 파릴렌을 1 μ m 증착하여 산화 및 외부노이즈의 영향을 최소화하는 절연층을 형성하였다.

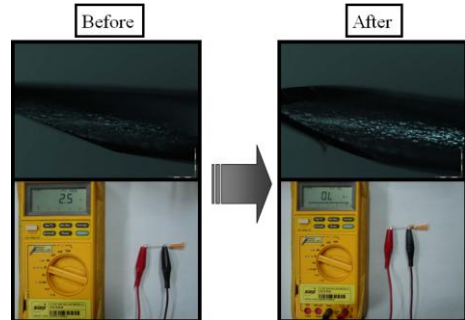


Fig. 1 파릴렌 코팅을 통한 절연특성 확인

그림 2 는 주사바늘 표면에 제작된 Fe-Constantan 열전대를 나타낸다. 열전대의 재료로 주사바늘 자체(Fe)와 증착된 박막 금속(Constantan)을 이용함으로써, 한번의

금속공정으로 열전대를 형성할 수 있다. 그리고 외부 측정장비에 열전대를 연결시키기 위하여 각각의 증착공정시 하단부위를 순차적으로 데이핑하여 Fe 와 Constantan 층이 외부에 노출될 수 있도록 하였고, 전도성 접착제를 이용하여 신호전달용 도선을 연결하였다.

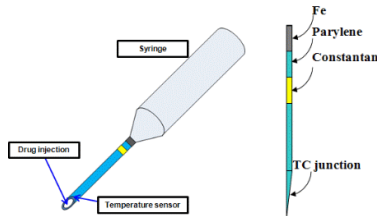


Fig. 2 주사바늘 표면에 제작된 열전대

3. 실험

주사바늘 표면에 제작된 열전대의 성능을 측정하기 위해 그림 3 과 같이 주사기를 데이터 저장장치에 연결하였다. 주사바늘 선단에서 측정된 온도는 열전대에 의해 미세 전압신호로 변환되고, 디지털 멀티미터 (Keithley 2182A)를 통해 디지털 신호로 측정된다. 또한 데이터 획득장치(PCIe-6341 & Labview)를 통해 온도에 비례하는 전압신호가 실시간으로 저장된다. 그러므로, 저장된 전압신호를 통해 주사바늘 끝단의 온도를 측정할 수 있다.

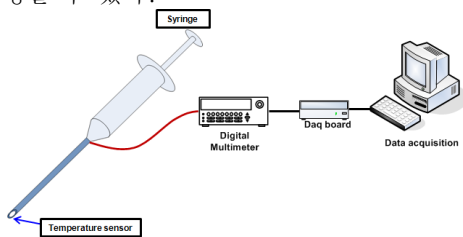


Fig. 3 온도측정 겸용 주사기의 실험 구성

인체 근육내에서 온도측정 겸용 주사기의 성능을 알아보기 위해 동물의 근육샘플 내에 일반 T-type 열전대와 제작된 온도측정용 주사바늘을 삽입한 후 가열하여 그림 4 와 같이 온도와 출력전압의 반응을 살펴볼 수 있었고, 약 $33.6 \mu V/^\circ C$ 의 민감도와 $0.03^\circ C$ 의

노이즈 진폭을 확인할 수 있었다.

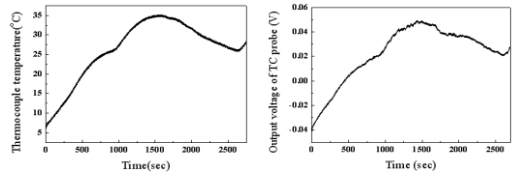


Fig. 4 근육샘플내에서 온도와 출력전압 그래프

4. 결론

근골격계 통증진단을 위해 주사바늘 표면에 열전대를 제작하였고, 바늘선단의 온도를 측정할 수 있었다. 주사바늘 자체를 열전대의 재료로 사용하여 제작공정을 간편화 했으며, 박막형 열전대를 이용하여 약물주입이 가능하도록 하였다. 또한 온도성능은 $33.6 \mu V/^\circ C$ 의 민감도와 $0.03^\circ C$ 의 노이즈 진폭을 나타내어 미세 온도측정에 활용이 가능하다.

후기

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MEST) No.20110018621)and partially the Core Technology Development Program for Next-generation Solar Cells of Rearch Institute for Solar and Sustainable Energy(RISE),GIST.

참고문헌

1. Robert D Gerwin, "A review of myofascial pain and fibromyalgiafactors that promote their persistence," *Acupuncture in medicine*, 23(3), 121-134, 2005.
2. Leesa K. Juguenin, "Myofascial trigger points: the current evidence", *Physical therapy in Sport* 5, 2-12, 2004
3. R. Cui, J. Liu, W. Ma, J. Hu, X. Zhou, H. Li, J. Hu, "A needle temperature microsensor for in vivo and real-time measurement of the temperature in acupoints", *Sensors and Actuators A* 119, 128-132, 2005