

자가구동 대장내시경 개발을 위한 생체내 마찰특성 연구

김영태*(연세대학교 대학원), 권은영(연세대학교 기계공학부), 성인하(연세대학교 대학원), 김대은(연세대학교 기계공학부), 김병규(한국과학기술연구원)

주제어 : Locomotive colonoscope, Large intestine, Friction force

현재 국내에서 꾸준히 증가추세를 보이는 대장관련 질환의 검진과 치료를 위해 대장내시경을 이용한 기술의 빈도가 높아지고 있다. 현재 이용되고 있는 대장내시경은 대부분 구조적으로 굽기는 약 1 cm 이며 길이는 약 1.5 m이다. 이러한 내시경은 항문을 통한 삽입이 용이하도록 하기 위해 적당한 유연성과 동시에 축방향의 비교적 큰 Stiffness를 갖고 있으며 최근 개발되고 있는 제품들은 이러한 Stiffness의 조절이 가능하여 삽입이 효과적으로 이루어질 수 있도록 하고 있다.

그러나, 기존 대장내시경이 갖고 있는 긴 길이의 구조적 한계와 큰 Stiffness로 인해 내시경 삽입시 S 상결장(Sigmoid Colon)에서의 결장의 팽대와 하행결장, 횡행결장, 상행결장, 직장으로 이루어진 대장 전체가 말려서 여러 차례 등굴게 꼬이는 루프(Loop)형성 등은 대장 전체의 팽대와 팽만으로 약 10~15 분 정도의 비교적 짧은 시술시간에도 환자가 거부감을 느끼고 다소 고통 마저도 느낀다고 보고되고 있다. 따라서, 기존내시경의 한계를 극복할 수 있는 자가구동 대장내시경의 개발이 꾸준히 진행되고 있다. 자가구동 대장내시경은 Fig.1에 보이는 것처럼 팽창시 최대길이가 약 250 mm로 짧으며 수축과 팽창운동을 할 수 있는 부드러운 천연고무의 Bellows형태의 몸통을 갖고 있다. 또한, 축방향 Stiffness가 매우 작아 시술시 환자에게 보다 편안한 느낌을 줄 수 있다.

본 연구에서는 이러한 자가구동 대장내시경의 개발에 있어서 효과적인 이동성능을 위한 적합한 내시경의 몸통형상과 몸통재료에 대해 생체내에서의 마찰특성에 관련된 연구가 진행되었다. 내시경의 마찰특성에 관한 연구는 생체내에서의 기본적인 마찰력 측정을 기초로 이루어 졌고 이때 생체시편은 사람의 대장과 가장 유사한 돼지대장을 이용하여 In-vitro테스트방법을 이용하였다. 자체 고안한 마찰력 측정실험방법(Pulling Test)을 통해 내시경의 이동 메커니즘을 비교적 유사하게 모사하며 마찰력을 측정하였고 마찰력측정을 통해서 생체내에서의 마찰력의 수준과 범위를 정량적으로 얻을 수 있었다. Fig.2는 전형적인 형태의 마찰력 신호를 보여준다. 이 신호의 각 부분은 생체내에서 내시경의 이동시의 마찰 및 접촉 메커니즘을 설명할 수 있는 기초적인 정보이며 이러한 신호를 기초로한 다양한 형태의 변형된 신호를 해석하는데 중요한 데이터로 활용되었다.

실험에서 자가구동 대장내시경의 몸통형상과 몸통재료에 따른 마찰력과 마찰계수를 얻었으며 이를 통해 자가구동 대장내시경설계에 있어서 대장내시경의 자가구동을 위한 구동력의 산출과 이동성능 및 효율을 향상시키기 위한 대장내시경 몸통의 재료선정 등에 있어서의 중요한 정보를 얻을 수 있었다. 이러한 연구결과는 내시경의 몸통형상을 결정하고 재료를 선정함에 있어 Tribology적 관점에서 중요한 정보를 제공할 것이다.

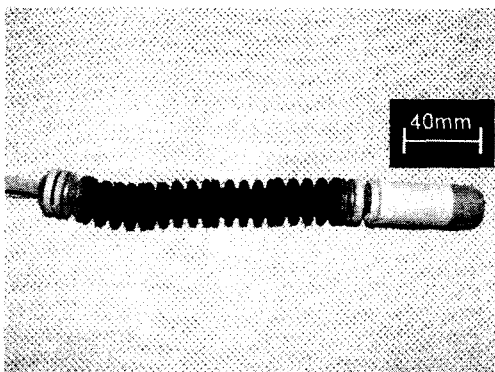


Fig. 1 Schematic of the locomotive colonoscope.

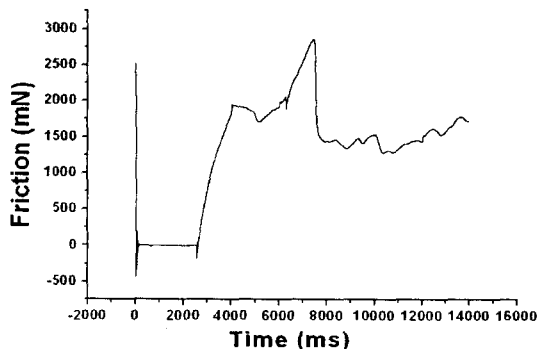


Fig. 2 Typical form of friction curve between the colonoscope and large intestine of pig.