

의료용 내시경의 이해와 응용

I. 의료영상과 내시경

인체의 내부를 가시화 시켜주는 의학영상장치가 빠진 현대의학을 상상하기 힘들다. 엑스레이, 단층영상 촬영장치, 자기공명영상촬영장치, 초음파, 그리고 내시경이 대표적 의료용 영상촬영 장치이다. <그림 1>에서 대표적인 네 종류의 의료영상을 보여주고 있다. (a)의 엑스선 촬영 장치는 그 이름에서 알 수 있듯 X선을 인체에 쏘인 후에, 인체를 통과하고 난 X선을 받기로 표현한 영상으로 그림에서와 같이 3차원적 해부학적 구조물이 2차원 평면에 겹쳐서 보인다. 금속성의 목걸이와 밀도가 높은 뼈가 흰 색으로 나타나며, 공기층인 폐는 검은 색으로 표현된다. 가장 오래된 의료영상으로 지금도 의료 영상의 근간을 이룬다.

<그림 1(b)>의 단면 영상은 CT(Computed Tomography)영상이다. (a)와 마찬가지로 엑스선을 에너지원으로 사용하지

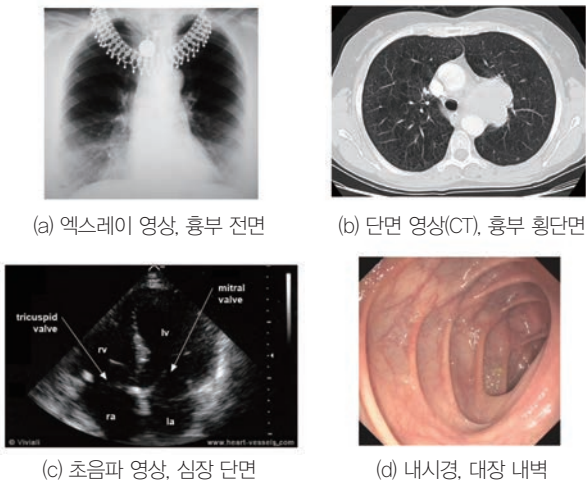
인체의 내부를 가시화 시켜주는 여러 의학영상장치는 현대의료의 필수 요소이다. 그중에서도 내시경은 널리 쓰이는 대표적인 영상촬영 장치라 볼 수 있다.

만, 3차원적 구조물을 겹쳐서 평면에 표현하는 일반 엑스선 영상과는 달리 복잡한 계산 절차를 거쳐서 단면 영상을 얻을 수 있고, 이를 층층이 촬영하여 3차원 볼륨 영상을 획득할 수 있다. 자기장 속에서 RF(Radio Frequency) 전자기파를 쏘고 이에 반향(echo) 신호를 활용하는 자기공명영상장치(MRI, Magnetic Resonance Imaging)도 이와 비슷한 형태의 단면 영상을 획득할 수 있다. X선을 사용하는 영상 장치들은 인체의 원자가 이온화되는 방사선 피폭이 동반되지만 MRI는 방사선 피폭이 없는 영상 장치의 장점을 갖는다.

<그림 1(c)>는 초음파 영상의 예이다. 일반적인 초음파 영상장치도



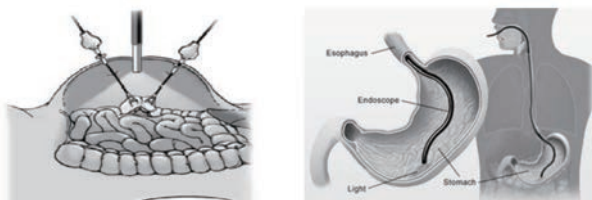
지영준
울산대학교 전기공학부
의공학전공



〈그림 1〉 대표적 의료 영상의 사례

CT와 마찬가지로 단면 영상을 얻으며 (c)의 영상은 심장의 단면영상으로 네 개의 방이 어렵게 보인다. 그림에서 보듯 초음파 영상은 해상도가 낮다는 단점이 있지만 엑스선을 사용하지 않아 방사선 피폭이 없다는 장점이 있다. 또 다른 장점으로 실시간 영상획득이 가능하여 의사(혹은 사용자)가 탐촉자를 움직여가며 촬영 현장에서 바로 분석하고 판단한다. 〈그림 1(d)〉의 영상이 내시경 영상으로 대장의 내벽에 빛(가시광선)을 조사하고 반사된 피사체를 촬상 소자를 사용하여 전기 신호로 바꾸어 모니터에 표시한 것이다. 몸의 내부를 촬영한다는 것을 빼면 일반적인 디지털 카메라와 같은 원리이다. 컬러 영상 촬영이 가능하며, 방사선 피폭이 없으며 실시간 촬영이 가능하다.

내시경 촬영의 대상은 (a)~(c)의 다른 의료영상과 본질적으로 다르다. X선은 파장이 짧고 에너지가 커서 인체 조직을 투과하며 부분적으로 흡수된다. 따라서 조직 내부



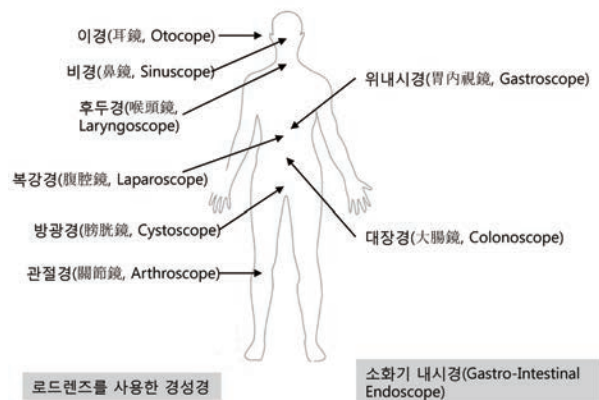
(a) 복강경에서의 기복법(氣腹法) (b) 위내시경과 부풀린 위의 모습

〈그림 2〉 공간의 형성

의 구성 성분의 흡수율이 가시화된다고도 할 수 있다. 초음파 역시 피부를 통해 인체 내부로 침투하며, 매질이 변할 때마다 경계면에서 반사를 하고 이를 영상화하므로 조직 내부의 물성을 단면영상으로 가시화 한다. 그러나 내시경은 그 끝을 인체 내부로 삽입하고, 빛을 조사하고 내벽(內壁)의 표면에서 반사된 빛을 가시화한다. 따라서 조직 내부를 영상화한다기 보다는 장기의 내벽을 영상화한다. 도관(pipe)의 내벽을 촬영하는 것에 비유할 수 있다. 일상적으로 식도를 포함한 소화관은 음식물이 없는 경우 연성을 가진 관이 늘려있어 공간이 없다. 따라서 내벽을 촬영하기 위해서는 촬영장치(조명, 렌즈, 촬상소자 등)의 끝과 피사체 사이에 공간이 필요하다. 공간이 없이 촬영장치를 유연한 소화관이 싸고 있으면 빛이 나갈 수도 없고, 렌즈 바로 앞이 막혀 아무런 촬영이 되지 않을 것이다. 따라서 〈그림 2〉와 같이 공기를 주입하여 공간을 형성해 주어야 한다. 복부에 공간을 형성하기 위해서는 이산화탄소를, 위나 대장의 경우는 공기를 채워 공간을 형성하고, 관절이나 방광의 경우는 투명한 수액을 채워 빛이 조사되고, 반사된 빛이 대물렌즈로 돌아올 공간을 확보한다.

II. 내시경의 종류

대형 병원의 임상 각 과에서 사용하는 내시경의 종류는 수십 종류에 이른다. 그 원리는 대체로 유사하지만 사용하는 부위에 따라 명칭이 다르고, 요구되는 외형(굽기와



〈그림 3〉 사용 부위별 의료용 내시경의 명칭

길이)가 다르고, 유연성 여부가 다르다. 과거에는 광학기기로 사용자인 의사가 육안으로 보며 내시경을 사용해 왔으나 현대에 와서는 광학부에 전자 촬영 장치를 추가하여 디스플레이 장치를 통해 가시화된다.

여러 가지 기준으로 내시경을 분류할 수 있겠으나, 대체로 길이 방향의 내시경 관이 금속으로 되어 있고 내부가 로드 렌즈로 채워진 경성경(Rigid Endoscope)과 소화기 내시경으로 대표되는 연성경(flexible endoscope)으로 나누어 살펴보는 것이 기술적 측면에서 이해하기 쉽다. <그림 3>에서 많이 사용되는 여러 종류의 내시경을 좌측에는 경성경을, 우측에는 연성경을 나열해 두었다. 이경, 비경은 말 그대로 이비인후과나 1차 진료기관에서 귀나 코를 진단하는 데에 사용된다. 외경이 2.7~4 mm인 것이 주로 사용되며, 비경의 경우 수술용으로도 활용된다.

후두경은 다른 내시경과 목적이 다소 다르다. 수술 환자 및 호흡이 없는 응급환자에게 인공적인 호흡기를 연결하기 위해서는 기도 안 쪽으로 관을 넣어야 한다. 이를 삽관이라 부르며, 입을 통해 관을 삽입할 때 혀를 들어주고 조명을 가해주어 관을 넣을 성문 주변이 육안으로 보이게 하거나 촬상 소자를 통해 영상을 띄우는데 사용되는 내시경이다.

부인과와 일반외과에서 사용하는 복강경은 경성경의 대표주자로 현대의 주요 수술을 바꾸어 놓았다. 다른 내시경이 귀, 코, 요도, 입 등 이미 형성된 구멍에 삽입하는 반면 복강경은 관절경과 함께 인위적으로 구멍을 뚫고 환부에 접근한다. 복강경의 경우 복부에 3~4개의 5~10mm 크기의 구멍을 뚫고 들어가 담낭절제술, 충수절제술, 자궁절제술 등의 수술에 사용된다. 일반적으로 화질이 좋은 10mm 외경의 30 cm 내외의 길이를 갖는다. 관절경은 무릎과 어깨 수술에 사용되며, 절개하여 하는 수술보다 관절 사이의 안쪽 깊숙한 곳까지 가시화가 가능하다. 2.7~4mm 외경에 170 mm 정도의 길이를 갖는 관절경이 많이 사용된다. 변형된 형태로 신경외과 수술에도 사용된다. 관절경을 사용할 때는 방광경과 함께 내부를 채워 공간을 확보한다. 소화관이나 목막 내부와는

달리 공기로는 충분한 공간이 확보되지 않기 때문이다.

이러한 경성경은 대부분 수술에 사용되는 경우가 많아 수술용 내시경이라 할 수 있다. 수술에 있어 현대적인 추세는 최소절개술(Minimally Invasive Surgery)이다. 최소절개술이란 과거의 개복 수술 내지는 절개 후 진행되는 수술과 달리 내시경을 사용하여 작은 구멍을 한 개 이상 뚫고 한 쪽 구멍에는 내시경을 삽입하고 다른 구멍에는 수술용 기구를 삽입하여 진단 및 수술을 하여 환자에게 부담이 최소화되는 수술이라 할 수 있다. 내시경 수술을 통하여 환자의 통증과 흉터가 현저히 줄어들고, 감염 등의 합병증 위험, 입원 일수도 감소한다는 장점이 있으나 수술 자체는 일반적으로 고급 테크닉을 요구하는 경우가 많다. 최소절개술이 내시경 수술과 정확히 같은 의미로 사용되지는 않지만 대부분의 내시경을 이용한 수술은

내시경은 대체로 길이 방향의 관이 금속으로 되어 있고 내부가 로드 렌즈로 채워진 경성경과 소화기 내시경과 같이 잘 구부러지는 연성경으로 나뉜다.

최소절개술을 지향하는 현대의학과계를 같이 한다고 볼 수 있다.

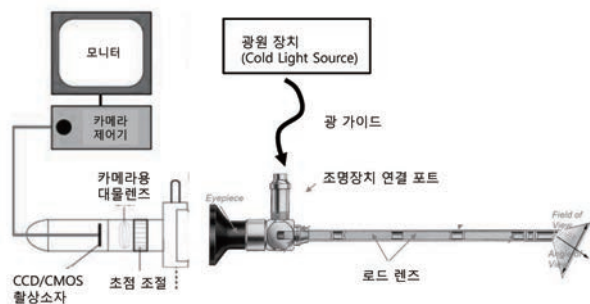
연성경은 위장이나 대장과 같이 구부러진 경로를 따라 환부까지 접근해야 하므로 관절을 조작할 수 있는 형태의 유연한 몸체를 가져야 한

다. 앞서 설명한 경성경으로는 구현할 수 없으므로 1980년대까지는 광섬유 영상 가이드(image guide using coherent fiber bundle)를 사용한 내시경이 주로 사용되었다. 경성경이나 연성경 모두 외부의 광원장치(light source)에서 발생시킨 빛을 인체의 내부로 전달하기 위해 조명용 광섬유다발(illumination fiber bundle)이 사용된다^[1,2]. 그러나 연성경에서는 조명용 광섬유다발과는 별도로 영상 가이드 광섬유다발을 사용하는데(coherent fiber bundle), 이는 광섬유 다발 양쪽 끝에 화소가 같은 좌표에 위치함으로써 구부러진 경로를 통해 영상을 광학적으로 전달하는 장치이다. 과거 연성경을 화이버스콥(fiberscope)으로 부르는 이유가 바로 이 때문이다. 그러나 3~5mm 외경의 화이버 번들로 5만~10만개의 광섬유 가닥을 영상 가이드에 사용하므로 해상도에 한계가 있다. 1980년대 이후부터는 반도체 기술이 사용된 촬상소자(charge coupled device, CCD)가 영상전달용 광섬유다발을 대체하기 시작하여, 현재에 이르러서는 거의 모

든 연성경에 있어 CCD(혹은 CMOS)를 사용하는 전자내시경이 사용되고 있다. 연성경 중에 화소수가 낮아도 외경이 절대적으로 얇아야 하는 경우에만 광섬유 다발이 영상유도 장치로 사용될 뿐, 대부분의 소화기 내시경은 촬상소자를 사용한 전자내시경으로 제작되고 있기 때문에, 전자내시경이라는 용어가 연성경이라는 용어와 혼용하고 있다. 이러한 배경에서 연성내시경, 전자내시경, 소화기 내시경, 위(대상) 내시경이 비슷한 의미로 사용되고 있다. 연성내시경은 모든 내시경 종류 중에 가장 시장이 클 뿐 아니라, 경성경과는 달리, 소화기용 내시경에서는 내시경 바디의 비중이 절대적이다. 시장 점유율 측면에서, 세계 시장의 90% 이상을 일본의 3개사가 공급을 하는 과점 형태가 오랫동안 지속되어 오고 있다.

Ⅲ. 내시경의 영상화 기술

앞서 설명한 경성경은 사용 부위와 목적에 따라 굵기와 길이가 다양하지만 내부 구성과 영상화 원리는 비슷하다. 스테인레스 스틸로 이루어진 급속 관 안 쪽에 로드 렌즈(Rod Lens)를 배열시켜 100도 이상의 시야각을 확보해야 의료용 내시경으로서의 활용이 가능하다. 피사체 쪽부터 대물렌즈를 통과해 온 영상이 로드 렌즈를 거쳐 접안 렌즈로 전달되어 육안을 접안구(Eye Piece)에 들이내면 넓은 시야의 영상이 보인다. 대물렌즈가 위치한 선단부에 프리즘을 추가하여 관찰각이 정면이 아닌 측면(30도, 70도, 90도)을 관찰할 수 있도록 제작하여, 내시경을 회전



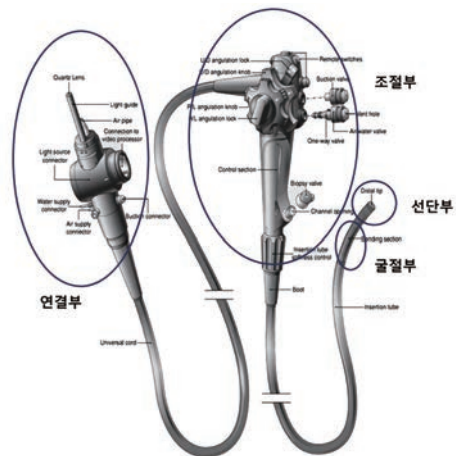
〈그림 4〉 경성경 및 영상화 장치

시키면 반구(半球) 보다 넓은 영역의 관찰이 가능하다.

1990년대 이후의 현대적 내시경은 육안으로 관찰하지는 않고 몸 밖에서 전자식 카메라를 연결하여 모니터로 영상을 띄운다. 센서가 포함된 카메라 헤드가 전선 다발로 영상처리장치로 연결된다. 전자내시경이 되면서, 영상처리 및 표현 장치들이 큰 비중을 차지하게 되었다. CCD 혹은 CMOS로부터 들어오는 영상신호를 처리하고 컬러동영상을 재구성하여 화면에 표현해 주어야 할 뿐 아니라, 저장, 전송을 위한 각종 멀티미디어 기능을 제공해야 하기 때문이다. 광원 장치의 경우도 많은 광량을 제공하기 위하여, 초점 면적이 좁은 제논(Xenon) 램프를 많이 사용해 왔으나 LED의 성능이 향상됨에 따라 점점 비중이 높아지고 있다. 21세기에 들어 HDTV 기술이 접목되어 고화질 영상이 널리 사용되고 있다.

소화기는 구강-식도-위로 이어지는 곡선을 타고 들어가기 때문에 경성경을 사용할 수 없고 연성경을 사용해야 한다. 연성경에서는 고분자 재질로 이루어진 내시경 축의 일정 부위에 관절을 위치시켜야 하며, 이를 조절할 수 있는 휠이 필요하다. 〈그림 5〉는 소화기용 전자 내시경의 일반적인 구조를 표현하고 있다³⁾. 소화기용 전자 내시경은 인체의 내부로 삽입되는 부분에 (1) 선단부(distal tip)와 (2) 굴절부(bending part)가 포함되어 있고, 선단부를 상하좌우의 네 방향으로 조절하기 위한 손잡이와, 공기 및

현대 내시경은 관내에서 관찰된 내용을 몸 밖의 전자식 카메라와 연동하여 컴퓨터 모니터에 그 내용을 표시한다.



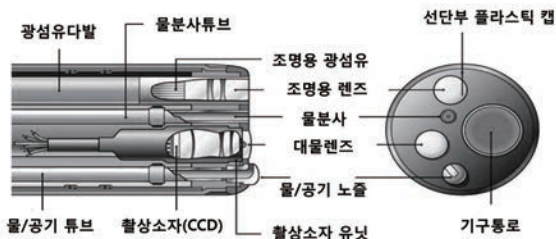
〈그림 5〉 소화기 내시경의 외관과 부위별 명칭

액체를 주입하거나 흡입해 내는 밸브를 포함하는 (3)조절부(control part), 광원장치와 영상처리 장치에 연결되는 (4)연결부(connection part)로 나눌 수 있다^[3].

〈그림 6〉에서 보듯이 선단부의 전면에는 (기종에 따라 약간씩의 차이는 있겠으나) 어두운 공간에 조명하기 위한 조명용 광섬유 다발 창문, 영상화를 위한 대물 렌즈(렌즈 뒤에 촬상소자가 위치함), 생검(biopsy)과 처치를 위한 기구들이 드나드는 기구통로(instrument channel), 공기/물이 분사되는 노즐 등이 놓여 있다^[2,3]. 9-12mm의 지름 한계 속에 기종마다 강화되어야 하는 기능에 더 많은 공간을 할애해 가며, 구조물이 가득 채워져 있다. 선단부를 측면에서 보면, 〈그림 3〉에서 보는 바와 같이 개별적인 기능이 있는 튜브로 가득 차 있다. 가장 주목할 부품은 촬상소자이다. 위내시경의 외경이 9-10mm라고 한다면, 기구통로, 조명용 광섬유다발 등 다른 필요한 구조물에 공간을 할애하고 나면, 외경 3-4mm 이내에 대물렌즈가 결합된 촬상부를 제작해야 한다.

선단부의 대물렌즈는 일반적인 정밀가공 기술로는 초점 조절을 위한 움직임이 불가능하므로, 조리개를 조인 상태에서의 고정 초점 방식으로 제작되어야 한다. 소화기 내시경의 일반적인 사용 범위를 3-100mm로 정의하고, 이 구간에 대해 초점이 맞도록 설계되어 있다. 따라서 조리개(iris)를 많이 닫을 수 밖에 없어, 촬상소자에 이르는 빛의 양이 줄어들 수 밖에 없다. 따라서 강한 빛을 조사함에도 불구하고 촬상소자의 감도(sensitivity), 입력 범위(dynamic range), 잡음제거, 반응속도 등을 함께 고려해야 한다.

〈그림 5〉의 굴절부는 상하좌우 네 방향으로 굴절이 가능하도록 되어 있고, 굴절은 조절부의 두 개의 방향조

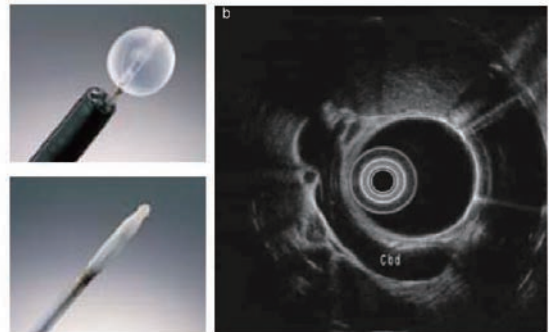


〈그림 6〉 소화기 내시경의 선단부 전면과 내부 구성도

절용 휠을 통해서 이루어 진다. 두 개의 독립적인 방향 조절용 휠과 브레이크 장치를 통해서 4개의 강선(wire)을 밀고 당겨서 다관절 모양으로 되어 있는 굴절부를 Up 210°, Down 90°, Left/Right 180°까지 굴절하면서 원하는 부위를 영상화 시킨다. 내시경을 사용하는 의사(endoscopist)는 실 새 없이 방향조절용 휠을 통해 환부로 의심되는 지역에 접근한다. 모니터 화면, 본인의 해부학적인 지식, 그리고 환자의 누워있는 상황을 통해 내시경의 선단부가 어느 곳을 보여주는지 정확히 알아야 할 뿐 아니라 (hand-eye coordination), 향후 진행 방향과 방향조절용 휠과의 관계를 정확히 인지하고 있어야 한다. 내시경은 전체적으로 방수처리가 되어 있어야 소독액에 담글 수도 있고, 세척기에도 넣을 수 있다. 장시간 사용하다 보면 굴절부 뿐 아니라 선단부 및 삽입부와의 접합부에 누수(leakage)가 생겨 수리요구가 빈번하게 발생하는 곳이기도 하다.

IV. 내시경 영상화 신기술

일반적인 내시경 영상이 내부 장기 표면(내벽)의 영상화라고 한다면, 내부 장기의 벽면 안쪽에 대한 단면(tomography) 영상에 대한 진단적 가치는 대단히 높다. 이를 위한 방법으로 소화기 내시경의 삽입부의 표면에 초음파 트랜스듀서를 원형 혹은 선형 어레이로 장치시켜 소화관의 벽면을 안쪽에서의 초음파 영상화를 오래 전부터 사용해 왔다. 현대에 와서는 소화기 내시경에 포함되어 있는 기구통로(instrument channel)를 통해서 단



〈그림 7〉 내시경용 초음파 트랜스듀서와 획득 영상의 예

일소자 초음파 트랜스듀서(single element ultrasound transducer)를 삽입하여 외부에서 회전시켜 원형의 단면 영상(radial image)을 얻는 장치가 널리 사용되고 있으며^[4], 이를 내시경용 초음파(endoscopic ultrasound, EUS)라 부른다. <그림 7>에서 내시경용 초음파 푸르브와 이를 이용하여 획득한 영상의 예를 보여주고 있다.

내시경을 이용한 진단에 있어서 최종 확진은 생검(biopsy)을 통한 조직검사로 이루어지는 경우가 많다. 기구통로를 이용하여 의심이 가는 조직을 생검하여 현미경 하에서 염색과 함께 관찰하는 조직검사를 하는 것이다.

이를 실시간으로 내시경하에서 바로 수행한다면 수많은 장점을 생각할 수 있다. 공초점 현미경 기술을 내시경에 적용하고자 하는 시도가 진행되고 있다. 공초점 현미경(confocal microscope)은 다이크로마틱 거울(dichromatic mirror)을 사용하여 레이저의 특정 경로 상의 평면을 스캔하여 영상화 함으로서 고정된 초점거리의 광을 영상화 시킨다고 할 수 있다. 따라서 조직의 표면 내부의 단면(빛의 진행방향에 수직인 평면)을 고배율로 영상화 시킨다. PENTAX사에서 개발중인 공초점 내시현미경은 0-250 um 사이에서 특정 깊이를 선택할 수 있도록 하고 있으며, 500 um

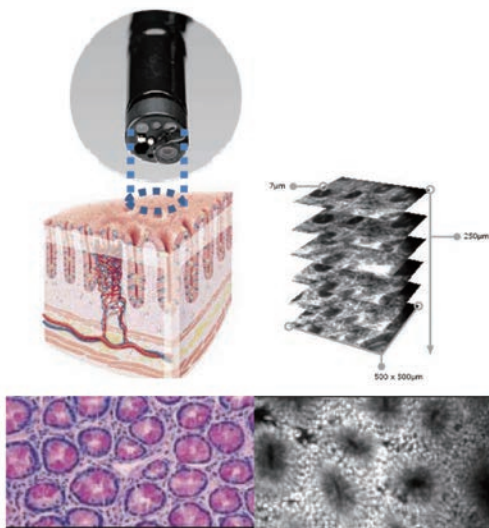
x 500 um의 영역을 영상화 시킨다. 특히 표면에서 일정한 깊이 방향의 정보가 영상화 되므로 이 기술을 내시경에 사용하면 조직검사 없이 내시경 푸르브를 내장 벽면에 대어 바로 확대시킨 영상을 얻을 수 있다^[5]. <그림 8>은 이러한 기법으로 얻은 영상과 일반적인 현미경을 이용하여 얻은 영상을 비교하여 보여주고 있다.

내시경 중심이 된 최소절개술의 개념에 대해 앞서 서술하였다. 최소절개술의 한 단계 진보된 개념이 NOTES이다. NOTES는 Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery의 약자로 내시경의 선단부가 위,

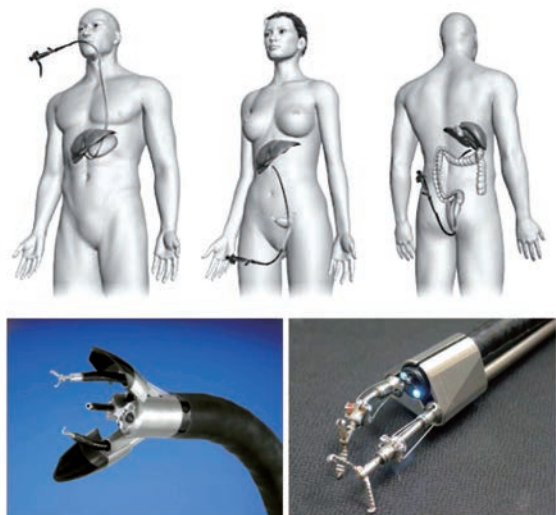
대장, 자궁과 같은 내장기관의 벽을 뚫고 복강으로 진입하여 필요한 수술을 하고 빠져 나오는 새로운 개념의 수술방법이다.^[6] 아직 뚫은 벽의 봉합기술, 수술에 필요한 기구의 통합 등 기술적 문제가 극복되지 않아 완성되지 않은 기술이라

할 수 있다. 일부 도전적 의사들과 기술자들이 동물실험을 중심으로 수술 기법과 이에 필요한 내시경 및 기구를 개발하고 있는 분야이다. NOTES가 완성되면 복강경과 같이 3-4개의 구멍을 뚫고 환부에 접근하는 것에 더 나아가(적어도 피부에는) 무흉터 수술이 가능해 진다고 할 수 있다. <그림 9>는 담낭제거술을 위해 담낭에 접근하

내시경을 이용한 진단에 있어서 최종 확진은 생검을 이용하게 되노다. 이 생검의 절차가 내시경 구동중에 바로 가능하게 되면 치료의 속도가 획기적으로 향상될 것으로 보인다.



<그림 8> 공초점 현미-내시경



<그림 9> NOTES 의 개념도와 NOTES용 내시경 구현 사례



는 세 가지 경예의 NOTES 개념을 보여주고 있으며, 하단의 시제품 두 가지 형태의 사진을 보여주고 있다.

V. 맺으며

광학 기반의 의료기기로 인식되던 내시경이 1990년대 이후에는 전자 의료기기로 인식되고 있다. 진단용 내시경과 수술용 내시경의 경계가 사라지고 있다. 최소절개술을 향한 내시경 개발자들과 임상 의사들 간의 지식 교류가 활발해지고 있다. 분명한 목적을 지향하는 내시경 임상 기술과 기기 개발 기술은 융합 기술, 의료공학 기술의 전형이라 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Chee YJ, Woo JH, Current and Future Technologies for a Gastrointestinal Endoscopy, J. of biomedical engineering research, Vol.31, No.5, pp.335-343; 2010
- [2] P.B. Cotton, and C.B. Williams, Practical Gastrointestinal Endoscopy, 5th ed., Massachusetts, USA: Blackwell Publishing Ltd., 2003, pp.6-16
- [3] J. Baillie, MB, and W. Salem, "The endoscope", Gastrointestinal Endoscopy, Vol.65, No.6, pp.886-893, 2007
- [4] ASGE Technology Committee, "Endoscopic ultrasound probes", Gastrointestinal Endoscopy, Vol.63, No. 6, pp.751-754, 2006
- [5] O. Watanabe, T. Ando, O. Maeda, et al., "Confocal endomicroscopy in patients with ulcerative colitis", J. Gastroenterol. Hepatol. Vol.23, p.S286-90, 2008
- [6] Flora ED1, Wilson TG, Martin IJ, O'Rourke NA, Maddern GJ., A review of natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) for intra-abdominal surgery: experimental models, techniques, and applicability to the clinical setting, Ann Surg., Vol.247, No.4, pp.583-602, 2008.



지영준

- 1991년 2월 서울대학교 제어계측공학과 공학사
- 1993년 2월 서울대학교 대학원 의용생체공학 공학석사
- 2005년 8월 서울대학교 대학원 의용생체공학 공학박사
- 1996년 4월~1998년 10월 ㈜메디슨 연구소, 선임연구원
- 1998년 10월~2004년 8월 ㈜엠지비 엔도스코피, CEO
- 2006년 1월~2008년 12월
한양대학교 전기의용생체공학부, 연구교수
- 2009년 1월~현재 울산대학교 전기공학부 의공학전공, 부교수

〈관심분야〉

내시경, 혈압 측정, 자세와 통증, IoT, Wearable Sensor, 심폐소생술