

단일통로 복강경수술

이 우 정 | 연세의대 외과

Single port laparoscopic surgery

Woo-Jung Lee, MD

Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

E-mail: wjlee@yuhs.ac

Received July 7, 2010 Accepted July 21, 2010

Abstract

Minimally invasive surgery and laparoscopic surgery have been used for more than 30 years, and are now popular even for some malignant diseases. There have been two developments in technology; one is robotic surgery and the other is less minimally invasive surgery like natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) and single port laparoscopic surgery. NOTES, using the current platform of a conventional fiberscope and side channel instruments for surgery, suffers many limitations, including image quality, flexibility of the fiberscope, size of the side channel, and difficulty of closing the opening. Due to the above-mentioned limitations, single port laparoscopic surgery has many advantages over. This review aims to define single port laparoscopic surgery and describe its terminology and technology. To perform single port laparoscopic surgery efficiently, new instruments (e.g., a laparoscopic camera, ports, laparoscopic instruments) and combining other innovative methods into surgery are both helpful. Even though there have been many developments in laparoscopic cameras, ports, and laparoscopic instruments to enhance single port laparoscopic surgery, further improvements are needed. Motorized instruments or using a robotic platform in combination with single port laparoscopic surgery will be another way to overcome the limitations of current single port laparoscopic surgery. Single port laparoscopic surgery is a technique that has recently emerged, but will be performed in a wider range of surgical procedures based on developments in laparoscopic cameras, ports and laparoscopic instrument technology.

Keywords: Single port laparoscopic surgery; Laparoscopic surgery; Minimally invasive surgery

서론

제로 대로 된 복강경수술(laparoscopic surgery)이 시작 된지도 벌써 30년이 넘었으며, 이제는 제법 많은 수

술이 복강경수술로 시행되고 있다. 즉 대부분의 양성 질환 에서는 안전한 수술방법으로 인정이 되고, 악성질환에서도 선별적으로 상당히 많은 수술이 시행되고 있으며, 지금은 거의 모든 수술분야에서 복강경 수술이 이루어지고 있다고

© Korean Medical Association

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.

해도 과언이 아니다.

이러한 복강경수술은 좀 더 포괄적인 개념인 최소침습수술(Minimally Invasive Surgery)의 한 형태로 볼 수 있으며, 이러한 최소침습수술은 장비와 술기의 발전에 힘입어 침습을 더욱 적게 하려는 노력을 해왔으며 정확한 용어는 아니지만 이런 수술방법을 미세침습수술이라고 하기도 한다. 이러한 극한의 미세침습수술이 발전하는 과정에, 초기에는 더 작은 직경의 투관 및 기구(mini-instrument)를 이용하거나 투관의 개수를 줄여서 복강경수술을 시행하는 등의 조금이라도 더 침습을 줄이려는 노력이 있어 왔다.

이러한 방향의 노력과는 또 다른 개념의 미세침습수술의 발전이 있었는데 바로 자연개구공내시경수술(Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery, NOTES)이다. 2004년 Anthony Kalloo 등이 돼지를 이용한 동물실험에서 위내시경을 사용하여 위 절개 창을 통하여 진단 및 수술의 가능성을 보고하였다[1]. 자연개구부내시경수술이란 환자의 외부에 절개상처 없이 입이나 항문, 질, 노관 등을 통하여 연성내시경을 삽입시키고 수술하는 방법을 통칭하는 수술방법이며 처음엔 주로 동물을 이용한 실험적 연구가 시작되어 현재까지 많은 기초연구 및 임상연구가 진행되고 있다. 이어 사람에서 자연개구공내시경을 이용한 충수돌기절제술, 담낭절제술 등 다양한 수술이 하나 둘 시행되었다. 그러나 현재의 소화기내시경을 사용한 수술(NOTES)은 내시경 영상의 시야가 좁으며 화상이 어둡고 화질이 좋지 못하고, 내시경이 너무 유연하고 고정되지 않으며, 보조통로가 너무 좁고 가까우며, 이 보조통로를 통하여 사용할 수 있는 기구들이 너무 작고 조작이 어렵고 기구의 종류가 다양하지 못한 문제점 등으로 인해 내시경을 이용한 자연개구공내시경수술은 기대만큼 각광을 받지 못했다. 실제 수술방법도 전통적인 복강경수술은 간단한 경우 수술자 혼자서도 할 수 있는데 비해 자연개구공내시경 수술은 소화기내시경전문의 사와, 외과나 산부인과 또는 비뇨기과의사뿐 아니라 추가로 두 세 명의 보조수의 도움을 받아서 수술을 진행해야 하는 문제점과 수술자의 자세가 인간친화적(poor ergonomic position)이지 않아 수술이 어렵고, 또 이러한 새로운 수술 방법을 익히기 위해 오랜 숙달기간(steeep learning curve)

이 필요하다는 문제점이 있다. 위와 같은 문제점을 해결하기 위한 새로운 술식 및 새로운 수술기구의 개발 등이 진행되고 있으며, 국내에서도 몇 사람에게 의해 연구되거나[2] 시행된 것이 보고된 바 있다[3]. 그러나 아직까지 만족하지 않으며 앞으로 좀 더 개발이 기대되고 있다.

한편 일찍이 1970년대 초에서부터 산부인과에서 이미 배꼽을 통하여 단일통로를 이용하여 난관결찰술 등의 수술이 시작되었으며 점차 복잡한 산부인과적 질환의 치료(hysterectomy, adnexal surgery and uterine myomectomy)가 시행되어 왔으며, 비뇨기과에서도 간단한 수술에서 이용되어 왔다. 외과영역에서도 충수돌기 절제술, 복막투석관 설치 및 합병증치료, 복강내 낭종치료 등에서 사용되어 왔으나 이 역시 자연개구공내시경수술과 비슷한 문제점으로 보편화되지는 않았다.

그러나 2004년부터 자연개구공내시경수술이 본격적으로 도입되면서 전통적인 복강경수술보다는 어렵기는 하지만 자연개구공내시경수술보다는 간편한 단일통로 수술이 다시 고려되기 시작했으며, 최근에는 배꼽 또는 복벽을 통하여 한 개의 통로로 수술을 시행하는 단일통로복강경수술법(Single Port Laparoscopic Surgery)이 자연개구공내시경수술보다 오히려 각광을 받으면서 당당히 미세침습수술의 한 방향으로 이용되기 시작했다. 이러한 단일통로 복강경수술은 기존의 장비와 기구를 이용하여 수술을 할 수 있지만 여기에도 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 복강경카메라의 변화, 단일통로수술을 위한 포트 및 투관의 개발, 수술기구의 개발 등이 필수적이다. 이에 필자는 ① 단일통로수술의 용어에 대한 설명을 먼저하고, ② 단일통로수술의 문제점, ③ 단일통로 수술의 문제점을 극복하기 위한 장비나 기구에 대한 설명, ④ 전망 및, ⑤ 결론의 순서로 서술하도록 하겠다.

본 론

1. 용어

미세침습수술의 하나인 자연개구공내시경수술(NOTES)은 비교적 용어가 통일되어 있는데 반해 단일통로수술은 아직까지 용어가 통일되어 있지 않고 다양한 이름이 사용되고

Table 1. The acronyms single port laparoscopic surgery

| | |
|--------|--|
| eNOTES | Embryonic NOTES ^{a)} |
| LESS | Laparo-Endoscopic Single-site Surgery |
| NOTUS | Natural Orifice Trans Umbilical Surgery |
| OPUS | One Port Umbilical Surgery |
| SPA | Single Port Access |
| SPAS | Single Port Access Surgery |
| SPL | Single Port Laparoscopy |
| SPLS | Single Port Laparoscopic Surgery |
| SIMPL | Single Instrument Port Laparoscopic Surgery |
| SIMPLE | Single Incision Multi-Port Laparo-Endoscopic |
| SILS | Single Incision Laparoscopic Surgery |
| SLIT | Single Laparoscopic Incision Transabdominal |
| SLAPP | Single Laparoscopic Port Procedure |
| SSL | Single Site Laparoscopy |
| TUES | Trans-Umbilical Endoscopic Surgery |
| TUSPLS | Trans-Umbilical Single Port Laparoscopic Surgery |

^{a)} NOTES: Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery

있다. 물론 이들 각각도 약간의 의미에서도 차이가 있고 기구나 장비회사에서 독자적으로 사용되는 이름도 있다.

현재까지 알려진 다양한 용어를 정리하여 보았다(Table 1). 앞으로 어떤 용어가 표준으로 사용될 지는 모르지만 우리나라에서는 여러 영어의 이름 중 비교적 단순한 단일통로수술(Single Port Surgery) 또는 단일통로 복강경수술(Single Port Laparoscopic Surgery)이 주로 사용되고 있다는 점이다. 개인적으로는 가능한 배꼽을 통해서 단일통로수술을 시행하고 있기 때문에 NOTUS (Natural Orifice Trans Umbilical Surgery)란 용어를 선호하고 있으며, 개념적으로는 SIMPLE (Single Incision Multi-Port Laparo-Endoscopic) 이란 용어가 가장 포괄적이고도 적절하다고 생각된다. 이 논문에서는 “단일통로 복강경수술”이란 용어로 통일하여 사용하도록 하겠다.

배꼽은 단일통로 복강경수술에서 매우 중요한 의미를 갖는다. 이름(omphalos)처럼 복부의 중심에 있기 때문에 복강경수술을 할 때 여러 장기의 중심에 있어 필요 시 길이가 긴 수술기구를 이용하면 거리상으로도 거의 모든 장기의 수술이 이 배꼽을 통해서 가능하다. 그리고 복벽 중 가장 얇고 특별한 혈관이나 신경이 없기 때문에 편리하다. 배꼽이 아

닌 복벽을 통해 단일통로 복강경수술을 시행 할 경우 복벽을 절개할 때 근육이나 신경의 손상이 생길 수 있으므로 배꼽을 통한 수술이 통증면에서도 우월하다. 또 선천적으로 원래 가지고 있는 기와의 흉터라고 할 수 있으며, 복벽 중에서도 수술 후 치유가 잘 되고 배꼽자체의 봉인효과(sealing effect)가 우수하며 시간이 지날수록 창상이 작아지면서 나중에는 수술창이 거의 보이지 않게 되는 이점이 있다. 저자는 위와 같은 배꼽의 장점을 이용하여 가능한 모든 단일통로 복강경수술을 배꼽을 통해 시술하고 있다.

2. 단일통로 복강경수술의 문제점

단일통로 복강경수술의 문제점은 수술을 위한 복강경 카메라는 물론 수술용 복강경 기구들도 한 개의 포트에 삽입하여 수술을 하여야 하므로 수술 중에 카메라나 수술기구와의 충돌이 자주 발생하며, 수술기구들과의 충돌도 자주 발생한다. 이러한 충돌 때문에 카메라가 정확한 수술부위장면을 포착하기가 어려운 경우가 많으며 수술기구의 동작도 원만히 하기가 힘들다. 수술자의 위치도 전통적인 복강경수술 보다는 반대의 방향에서 시술해야 하는 경우가 많으며 이마저도 수술자의 자세가 인간친화적(poor ergonomic position)이지 않은 경우가 많다. 수술 술식도 전통적 복강경수술에 비해 어렵고 오랜 숙달기간(steeep learning curve)이 필요하며 복강경수술에 비해 수술의 정확도가 낮고 수술시간도 길어질 수 있다.

이러한 단점을 극복하기 위해 여러 가지 대안이 사용되고 있다. 예를 들면 사용하는 카메라도 전통적인 복강경에서 사용되지 않는 특수한 카메라를 사용하여 수술기구와의 충돌을 줄일 수 있으며, 수술기구의 경우에도 좁은 구멍을 통해 시행하여야 하기 때문에 기구를 서로 엇갈리게 집어넣어(crossing) 수술을 하거나, 수술기구들을 기존의 복강경에서 잘 사용되지 않는 끝이 휘어지는 것 또는 기구가 전체적으로 곡선의 모양을 하고 있는 수술기구를 사용하여 기구간의 충돌을 줄일 수 있다. 또 포트의 경우에도 개인적으로 만 들어서 사용하는 경우와 개발된 상품을 사용하여 수술을 용이하게 하는 경우도 있다. 경우에 따라 수술자의 위치도 전통적인 복강경수술자의 위치와는 반대편에 서서 수술을 하

Table 2. Common problems of single port laparoscopic surgery

| |
|---|
| Loss of conventional triangulation offered with conventional multi-port laparoscopic surgery |
| Crowding between camera & instrument (intracorporeal & extracorporeal crowding) |
| Crowding between instruments (intracorporeal & extracorporeal) |
| Poor ergonomic position |
| Steep learning curve |
| Problem of conventional trocars (number of trocars, insertion, secure placement, gas leak) |
| Patient related limitation (obesity, poor angle & distance problem using umbilicus for entry) |

는 경우도 있다. 단일통로 복강경수술의 문제점들을 정리하여 보았다(Table 2).

3. 단일통로 복강경수술의 문제점을 극복하기 위한 장비나 기구

(1) 복강경 카메라

전통적인 복강경 카메라(10 mm 0° degree laparoscope)는 단일통로 복강경수술에는 적합하지 않다. 이와 같은 전통적인 복강경 카메라를 사용하여 단일통로 복강경수술을 하는 경우 카메라와 수술기구와의 복강내 또는 복강외부에서 충돌이 빈번히 발생하게 되어 수술이 순조롭지 못한 경우가 많다. 초기에는 통로의 크기의 제한으로 가느다란 직경의 복강경(3-5 mm scope)을 사용하여 많이 시행하였으나 이 역시 카메라와 수술기구와의 복강내 또는 복강외부에서의 충돌이 빈번하게 발생하게 되는데 이를 줄이기 위한 방법으로는 다음 몇 가지 방법을 사용할 수 있다.

1) 가느다란 직경의 복강경(3-5 mm laparoscopes)의 사용

가느다란 직경의 복강경을 사용하는 경우, 특히 길이가 긴(45 cm) 경우는 올림푸스사의 전자내시경이 아닌 기존의 렌즈를 사용한 복강경의 경우 아무리 고화질 카메라를 사용하여도 화질의 저하(picture degradation)를 피할 수 없다. 간단한 충수돌기절제술 등을 하는 경우는 충분하지만 고 난이도의 수술에 적용하기에는 무리가 있다고 생각된다. 필자

는 배꼽부위의 절개를 약 5 mm 정도 더 하더라도 10 mm 카메라를 사용하고 있다. 단일통로 복강경수술의 경우 화질은 매우 중요한 요소라고 생각된다. 그래서 필자는 5 mm 복강경보다는 10 mm 고화질 복강경을 추천한다.

2) 사각의 복강경의 사용(30°, 45° degree angled laparoscopes)

단일통로 복강경수술에서 카메라와 수술기구와의 충돌은 피할 수 없는 문제이기는 하지만 복강경카메라 중 각이 있는 카메라를 사용하는 경우 어느 정도 충돌을 피할 수 있다. 사각의 카메라를 사용하게 되면 내시경과 수술기구가 서로 평행하게 되지 않아 볼 수 있는 시야가 넓어지고 복강경과 수술기구가 다른 각도에서 각각 따로 조정할 수 있어 수술이 한결 쉽게 이루어 질 수 있다. 필자는 복강경과 수술기구의 충돌이 훨씬 적은 45° 사각의 복강경을 추천한다.

3) 직각 광선 연결장치 사용(90° degree light cable adapter)사용

사각의 복강경을 사용하더라도 복강외부에서 광선(light cable)과 수술기구 또는 수술자의 손과의 충돌이 종종 생기게 되는데 이를 회피할 수 있는 방법으로 직각 광선 연결장치(right angle light cable adapter)를 이용하게 되면 훨씬 충돌을 줄일 수 있다.

올림푸스 회사에서 판매하는 EndoEye™ 카메라 시스템은 기존의 복강경과 달리 광케이블이 평행하게 들어가게 설계되어 있어 충돌을 줄일 수 있는 장점이 있다. EndoEye™ 카메라의 경우 0°, 30°, 45° 각도의 5 mm와 10 mm 카메라를 두 가지의 길이로 판매하고 있다. 올림푸스의 EndoEye™ 카메라는 기존 복강경장비에 연결이 가능하지 않으며 전체 시스템을 따로 구입을 해야 하는 단점이 있다. 필자는 고가의 장비를 구입하지 않고 기존의 복강경에 다 연결해서 쓸 수 있는 직각 광선연결장치를 비교적 저렴한 비용으로 구입하여 사용하는 것을 추천한다.

4) 비만수술용 복강경의 사용(45 cm Bariatric length laparoscopes)

기존의 복강경은 대부분 길이가 30 cm인데 단일통로 복강경수술에 사용하는 경우에 따라(예; 배꼽을 이용하여 부신절제술을 시행시) 길이가 짧아 수술이 어려운 경우도 있



Figure 1. Picture of 45 cm 45° angled bariatric length laparoscope with right angle light cable adapter and Instrument (upper) and 34 cm Standard 45° angled laparoscope and instrument.

고, 일반적으로 복강내로 복강경이 깊이 들어가는 경우 복강외로 복강경이 카메라헤드와 함께 복벽에 가까워서 카메라헤드와 수술자의 손 또는 수술기구와의 충돌이 자주 발생한다. 이러한 문제를 해결하는 방법이 길이가 긴 45 cm의 복강경(주로 비만수술에서 사용되기 때문에 Bariatric length laparoscope라고 불린다)을 사용하게 되면 수술자의 손이나 수술기구 또는 수술기구를 잡은 보조수의 손과 복강경 또는 카메라헤드와의 충돌을 줄일 수 있다. 필자는 45 cm의 45도 사각의 복강경에 직각 광선연결장치를 연결해서 주로 사용하고 있으며(Figure 1), 이 복강경을 이용해서 충수돌기 절제술, 담낭절제술은 물론 배꼽을 통한 부신절제술에서도 효과적으로 사용하고 있다.

5) 말단부 유연성 복강경(articulating laparoscope)의 사용

올림푸스사의 EndoEye™ 카메라 시스템이나 스트라이커의 유연성복강경(stryker articulating laparoscopes) 등이 있는데 이 경우 말단부에 카메라 칩(camera chip)이 내장되어 있고 광선이 기존의 카메라에서는 90°로 연결되어 있는 것과는 달리 같은 방향으로 들어가게 되는 일체형으로 설계되어 있어 단일통로 복강경수술에 아주 이상적인 복강

경장비라고 할 수 있다. 이러한 장비의 경우 복강외부에 있는 복강경 장비가 작기 때문에 카메라와 수술자 또는 수술장비와의 충돌을 피할 수 있다. 그러나 유연성복강경의 경우 복강경카메라를 조정하는 보조수의 역할이 중요하고, 장비의 내구성의 문제가 있으며, 장비의 소독이 원활하지 않으며, 특히 따로 별도의 장비시스템을 고가로 구입하여야 하기 때문에 활발히 사용되고 있지는 못하다.

위에 복강경과 수술자나 보조수의 손 또는 수술기구 등의 충돌을 줄이기 위한 여러 가지 방법을 설명하였다. 필자가 주로 사용하는 방법을 종합하여 보면 다음과 같다. 즉 필자의 병원에서는

비용과 효능을 비교하여 현재 사용하고 있는 장비에 추가로 몇 가지만 구입을 하여 장비에 약간의 변화(10 mm, 45°, 45 cm Bariatric laparoscope with right angled light cable adapter)를 주어 단일통로 복강경수술을 하고 있으며 단순 단일통로 복강경 수술뿐 아니라 고 난이도의 단일통로 복강경수술을 하고 있다. 산부인과와 비뇨기과는 물론 외과에서도 여러 분야(충수돌기 절제술, 담낭절제술, 부신절제술, 대장절제술, 위부분절제술 등)에서 사용되고 있다.

(2) 포트 및 투관

단일통로 복강경수술에 커다란 문제점중의 하나가 바로 투관들 간의 충돌을 줄여야 한다는 것이다. 즉 카메라와 수술자의 충돌을 줄였더라도 그 다음에 생기는 문제가 바로 투관들 간의 충돌이다. 이는 투관의 머리부(head)가 투관의 직경보다 부피가 커서 복강 외에서 생기는 충돌문제와 투관이 길어서 복강 내와 복강 외에서 생기는 충돌문제가 있다. 물론 가느다란 투관 및 수술기구를 사용하면 줄일 수 있지만 이도 그리 효율적이지 않다. 물론 배꼽부위에 한 개의 절개부위를 통해 몇 개의 투관 들을 각각 삽입하여 단일통로 복강경수술을 시행한 보고도 있으나 제한이 많고 최근에 아래와 같은 제품이 소개되고부터는 별로 사용되고 있지

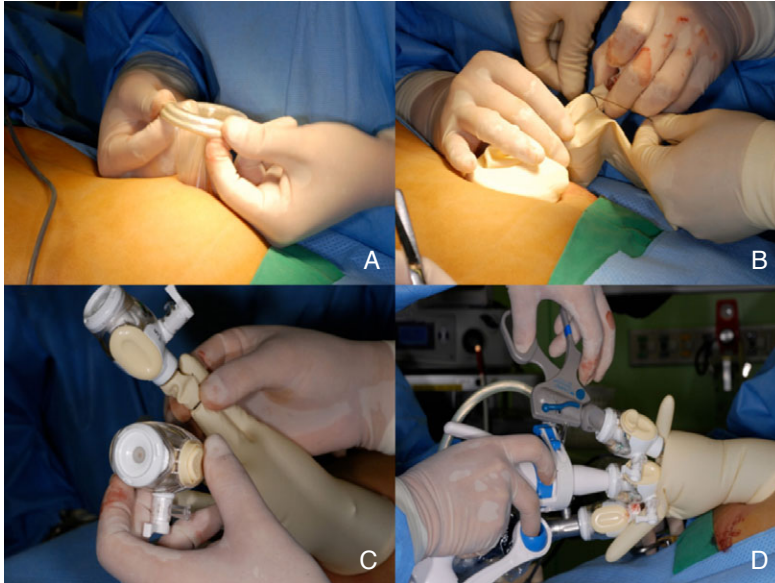


Figure 2. Picture of making Glove port with Wound retractor and globe and conventional trocars (A, B, C) and (D) Outside view of single port laparoscopic cholecystectomy.

않아 여기서는 별도로 설명하지 않겠다. 이어서 투관 들 사이에 생기는 충돌 문제를 해결하기 위한 방법 및 제품들을 소개하겠다.

1) 상처견인기를 이용한 단일통로포트 제작 및 사용 (Home-made Glove Port)

필자가 보기에 가장 간편하고 비용이 저렴하고 다양한 수술에 적용이 가능한 방법이 바로 장갑을 이용하여 제작한 단일통로포트라고 생각한다. 간단히 장갑포트(Glove Port)라고 하겠다. 이 방법은 누가 최초로 생각했는지는 정확히 알기가 어렵다. 아마도 우리나라에서 처음 사용한 방법이 아닐까 하는데 정확한 기록이 없어 기원을 밝힐 수 없지만 가장 쉽고 많이 사용되는 방법이라고 생각되어 여기에 소개한다.

장갑포트를 제작하기 위하여는 3가지를 준비하여야 한다. 즉 상처견인기(Alexis[®] Wound retractor system, Applied Medical, CA, USA : www.appliedmedical.com), 수술용 고무 장갑, 투관의 세 가지가 필요하다. 수술 전에 미리 준비하여 시간을 줄일 수 있다. 즉 적절한 길이의 절개창을 낸 배꼽이나 복벽의 단일통로를 통해 상처견인기

를 삽입하고 상처견인기의 바깥부위의 고무링과 수술용 장갑을 결합하여 소매형태를 형성한다. 장갑은 고무의 탄력이 적고, 크기가 크지 않은 것을 사용하는 것이 권장된다. 그리고 장갑은 분말가루가 뿌려져 있지 않은 것을 사용하거나 세척하여 사용하는 것이 복강내로 분말이 들어가는 것을 방지할 수 있다. 투관은 수술장갑의 손가락의 각각의 손가락을 절단하여 적절한 투관을 결합 실을 이용하여 공기가 새기 않도록 고정하면 된다. 투관의 수와 투관의 종류는 수술의 종류와 수술자의 선호도에 따라 적절히 조절하면 된다. 카메라와 수술기구와의 충돌을 줄이기 위해 카메라를 중앙에 위치(중지 또는 엄지손가락)하는 것이 권장된다.

수술 시 각각의 투관이 고정되지 않

아 카메라와 기구의 충돌이 생기고, 배꼽으로부터 투관 입구까지의 길이가 길어 일반 복강경 기구로 수술할 경우 상대적으로 기구의 길이가 짧아지는 단점이 있으나, 비용적 우수성과 일반 복강경 수술로 전환 시 추가 비용이 발생하지 않고 비교적 다양한 기구를 자유롭게 사용할 수 있어 아주 우수한 방법이라고 생각된다(Figure 2).

필자도 초기 2년간은 거의 모든 단일통로 복강경수술은 이 수술장갑을 이용한 Glove Port를 사용하여 수술하였다. 실제로 기존의 투관을 사용하는 경우 투관의 머리가 커서 실제로 투관 머리부위간의 충돌이 생겨 투관을 가능한 가느다란 것으로 사용하였으나 비용문제로 가격이 저렴한 기존의 투관을 분해 및 재 조립하여 투관 머리의 크기가 작은 크기의 투관으로 개조하여 사용하였다. 수술장비와 복강경카메라는 고도비만수술에 사용되는 45 cm의 긴 장비와 카메라(45° 사각의 복강경카메라와 직각광케이블 연결장치)를 사용함으로써 위에 설명한 단점을 극복하였다.

2) OCTO[™] Port (Dalim SurgNET Corp, Korea: www.octo-port.com/)

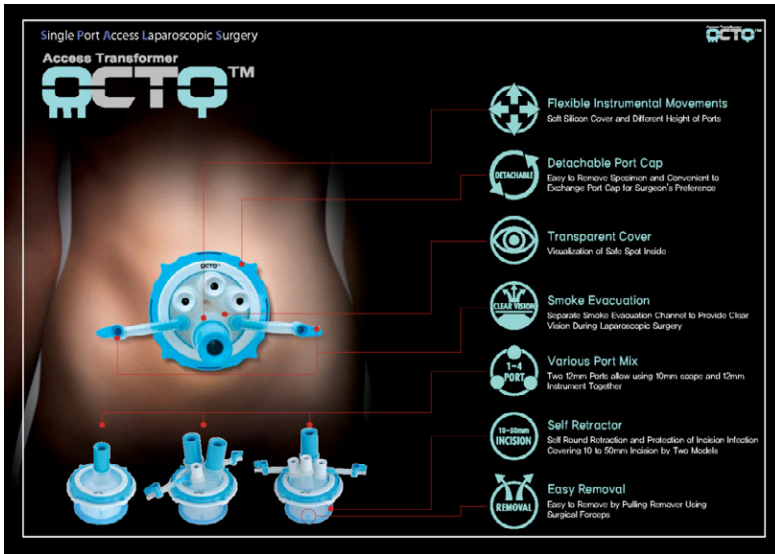


Figure 3. Picture of OCTO™ Port (Dalim SurgNET Corp, Korea: www.octo-port.com/).

한국에서 개발된 단일통로 복강경 수술용 포트이다. 문어(octopus)에서 도출시킨 브랜드로 문어가 여러 발로 동시에 멀티 태스킹을 할 수 있다는 점과 자체의 유연함을 강조한 제품이다. 이 제품은 상처부위도 30 mm와 50 mm의 두 종류에 포트의 수도 1개부터 4개까지 다양한 제품을 생산하고 있다(Figure 3). 기본적으로는 장갑포트와 비슷한 개념을 가지고 있으며 몇 가지 장점을 가지고 있는데, 첫째, 수술 중에 포트를 분리하고 상처견인기의 역할만 별도로 할 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 필요 시 수술 도중 덮개부위의 포트를 제거하고 수술 스펙시멘(specimen)을 제거하고 다시 덮개를 필요에 따라 다양한 종류의 캡으로 재조립할 수 있는 장점이 있다(detachable port cap). 둘째, 두 개의 공기주입구가 있어 필요 시 한 곳으로 연기를 제거할 수 있는 장점이 있다는 점이다(smoke evacuation). 셋째로 전체적으로 투명한 재질로 되어있어 수술기구의 삽입 시 수술기구를 직접 보면서 삽입할 수 있다는 편리한 점이 있다(transparent cover). 넷째, 절개부위의 크기에 따라 두 종류의 제품(30 mm, 50 mm)과 다양한 조합의 포트(1개부터 4개까지, 5 mm와 12 mm 포트를 조합한)를 가지고 있어 다양한 수술에 사용이 가능하다.

단점은 다른 제품에 비해 상대적으로 크기가 크고, 조립이 약간 복잡한 편이다. 그리고 Introducer부분이 약간 단단한 재질이어서 작은 절개에서는 넣을 때 좀 불편한 점이 있으며, 흉강경이나 후복막 수술을 하고자 할 때 갈비뼈부위에 삽입 시 잘 고정되지 않는 단점이 있다. 그러나 일단 넣고 나면 사용하기에는 큰 불편은 없는 편이다.

3) TriPort™ and QuadPort™

(ASC port, Olympus: www.advancedsurgeical.ie/)

TriPort™와 QuadPort™는 아일랜드의 ASC (Advanced Surgical Concepts, Wicklow, Ireland)사의 제품으로 처음엔 R-Port로 불리었으나 현

재는 올림푸사 제품군의 일환이 되면서 TriPort™로 바뀌었다. 미국의 FDA 등록이 되었으며 기본적으로는 우리가 사용하고 있는 장갑과 유사한 점이 많다(Figure 4).

이 포트는 하단부 고리(distal ring, internal ring)이 제거끈(removal ribbon)에 연결되어 있으며 하단부고리는 상처견인기의 내부링(inner ring)과 같은 역할을 하여 복강내 내부지지역할을 하며, 제거끈이 있어 수술이 끝나고 하단부 고리를 쉽게 제거할 수 있는 장점이 있다. 삽입기구(introducer)가 별도로 있어 좁은 구멍을 통해서 포트를 삽입하기가 훨씬 수월하다. 바깥부위는 GelPort라는 HALS (Hand Assisted Laparoscopic Surgery)에 사용되는 젤라틴 재질을 사용하여 만든 5 mm와 12 mm의 젤밸브(Gel valve used as the GelPort used for hand-assisted laparoscopic surgery)를 사용하고 있어 공기누출이 적고 기구를 교환할 수 있게 하였다. 동시에 공기삽입구를 따로 2개를 가지고 있어 수술 중에 가스를 계속 주입할 수 있고 필요 복강내 연기 제거도 가능한 장치로 개발하였다. 견인이 가능한 소매자락장치(retractable sleeve)로 되어 있어 환자복벽의 두께에 따라 적절하게 조절하여 고정할 수 있어 비교적 복벽에 낮게 고정(low profile of the Triport)되어



Figure 4. Picture of TriPort™ (ASC port, Olympus: www.advancedsurgical.ie/).



Figure 5. Picture of SILS™ Port (Covidien Inc, Norwalk, CT, USA: www.sils.com).

굴곡형 수술기구나 유연한 기구를 사용하기에 편한 장점이 있다. 또 다른 장점은 포트의 상부가 탈부착이 가능하여 specimen의 제거가 용이하다는 점과 필요 시 다시 조립하여 수술을 계속할 수 있는 장점이 있다.

이 장치의 단점은 배꼽이 아닌 구멍을 통해서 삽입하기가 조금 어렵다는 점과 비교적 막이 얇아 손상되기 쉽다는 점이다. 그리고 현재까지는 내부링의 크기가 비교적 적어서 약간

큰 상처를 이용하는 경우 쉽게 포트가 빠지는 단점도 있다. 위수술이나 대장수술 등의 비교적 큰 구멍을 이용하는 경우 사용할 수 없다는 단점이 있다.

4) SILS™ Port (Covidien Inc, Norwalk, CT, USA: www.sils.com)

미국의 코비디엔사의 제품으로 크기가 작고 간단한 장점이 있다. 몸체와 투관이 분리되어 있어 몸체를 수술창에 먼저 집어 넣은 다음 가스를 주입하고 투관을 넣는 형식으로 진행시킨다. 몸체는 탄성의 폴리머(elastic polymer)로 모래시계 모양 또는 단추모양으로 생겼으며 약 2 cm의 구멍에 삽입하여 사용한다. 몸체에는 4개의 구멍이 있는데 하나는 직각의 관을 삽입하여 CO₂ 가스를 삽입하고, 나머지 3개

구멍은 몸체의 탄성을 이용해서 필요시 5 mm 또는 12 mm 투관을 삽입하여 그 투관으로 복강경용 수술기구를 삽입하여 단일통로복강경수술을 진행한다(Figure 5).

이 포트의 장점은 구조가 간단하고 비교적 복벽에 낮게 고정(low profile of the Triport)되어 굴곡형 수술기구나 유연한 기구를 사용하기에 편한 장점이 있다.

그러나 이 포트의 단점은 몸체가 작아 약간 큰 상처에서는 사용할 수 없어 역시 위수술이나 대장수술 등의 비교적 큰 구멍을 이용하는 경우 사용할 수 없다는 단점이 있고, 몸체에 투관을 삽입하여서 사용하는 것이기 때문에 비교적 가느다란 투관을 사용하지만 여전히 복강내와 복강외에서 카메라나 수술기구의 충돌이 다른 제품보다는 여전히 많은 편이어서 수술이 불편한 점이 있다.

5) Uni-X™ Single port Access (Pnavel System, Morganville, NJ, USA)

문헌상으로는 Piskun 등이 1999년부터 배꼽을 이용한 담낭절제술을 시행하면서 개발이 시작되었다고 한다. 가장 초기에 사용된 제품으로 알려져 있으나 현재 상품으로 팔리고 있지 않아 문헌의 사진을 통해서만 볼 수 있는 제품이다.



Figure 6. Uni-X™ Single Port Access with three working channels (Pnavel System, Inc).



Figure 7. Picture of AirSeal™ Port and Insufflator (SurgiQuest, Orange, CT, USA: www.surgiquest.com).

기본적으로는 복강외부에는 깔대기 모양(funnel shaped)을 하고 있으며, 복강내부로는 소 쪼꼭지 모양으로 3개의 투관이 있어 5 mm 카메라와 두 개의 수술기구를 넣어 사용할 수 있게 만들어져 있다. 3개의 투관중 한곳이 외부로 연결된 투관이 있어 이 투관으로 동시에 CO₂ 가스를 삽입할 수 있도록 만들어져 있다. 이 포트를 사용하여 신장종양에 대한 냉동수술을 단일통로 복강경수술한 보고[4]가 있어 문헌에 포트의 모양의 사진이 있어 생긴 모양을 추정할 수 있다(Figure 6).

6) AirSeal (SurgiQuest, Orange, CT, USA: www.surgiquest.com)

미국의 Surgiquest사의 제품으로 포트 1개에 3개의 기구를 넣을 수 있는 형태이다. 중간에 sealing이 없고 air barrier를 가진 제품이다. 이 제품은 기존의 포트와는 전혀 다른 개념의 포트이다. 전통적인 포트는 복강내 압력을 유



Figure 8. Picture of Glove Port (Nelis, Seoul, Korea).

지하기 위해 복강내의 가스가 밖으로 빠져나가지 못하게 기계적인 방벽(mechanical barrier)을 사용하는 제품으로 이 경우 수술기구가 들락거리거나 수술 스펴시멘을 제거할 때 거치적거리는 불편함이 있다. AirSeal 포트는 기계적 방벽을 사용하지 않고 압력방벽(pressure barrier)을 사용한다. 저자도 정확히 이해는 못하지만 이론적으로는 천장에서 가스를 계속 주입함(air curtain)으로써 비록 수술실의 문을 열곤 하여도 음압과 양압의 수술실의 압력을 조절하는 장치와 비슷한 개념의 장비를 사용한다고 한다(Figure 5). 이렇게 하여 비교적 일정한 압력을 유지하면서도 수술기구나 결찰 실 등을 복압의 감소 없이 넣고 뺄 수 있으며, 경우에 따라 수술 스펴시멘도 압력의 감소 없이 제거할 수 있는 제품이다. 간혹 연기를 제거하기 위해 연기가스 흡입을 해도 비교적 압력이 유지된다고 한다(Figure 7).

단점은 별도의 장비를 구입해야 하므로 비용이 들고 장비가 가동되는 동안의 소음이 심하다는 점이다. 그리고 현재까지는 12 mm AirSeal 포트가 FDA 인증이 되어 있어 이 좁은 구멍을 통해서 넣을 수 있는 기구의 한계가 있고, 이 자체가 하나의 길이를 가지고 있는 포트이므로 기구의 충돌이 생

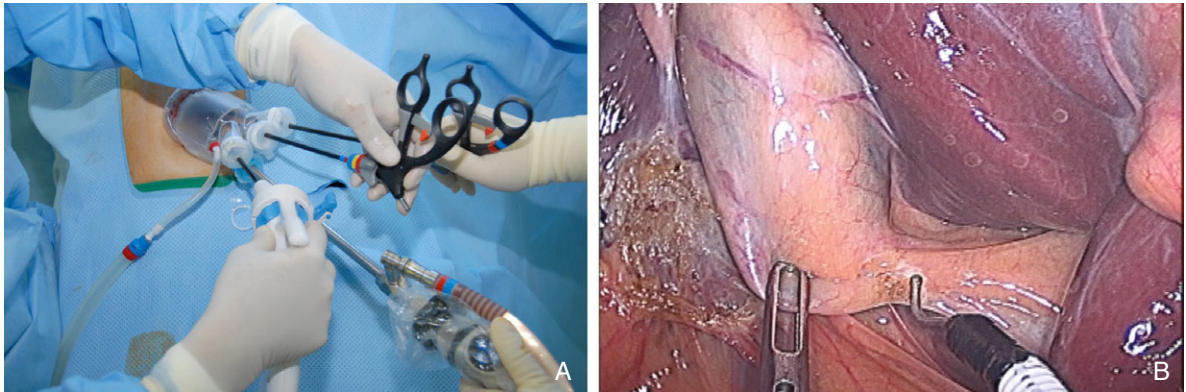


Figure 9. (A) Picture of outer view during Single Port Laparoscopic Cholecystectomy using Glove port with 45°, 45 cm bariatric laparoscope and two 45 cm long instrument for retraction of GB fundus and Hartman's pouch and one Laparoangle instrument for dissection. (B) Picture of inner view during same operation.

각보다 많이 생긴다고 한다. 앞으로 더 넓은 직경 및 투관의 길이가 짧은 AirSeal 포트가 나온다면 좋을 것으로 생각된다.

7) Glove Port (Nelis, Seoul, Korea)

한국에서 제작된 제품으로 이 제품은 기본적으로 수술장갑을 이용하여 제작하는데 필요한 상처건인기, 수술장갑, 투관을 일체형으로 합쳐서 만든 제품이다. 전체적인 개념은 위에 언급한 Alexis® 상처건인기의 내부고무링과 외부고무링을 TriPort™ 제품의 소매자락기법에 접합하여 단일통로에 내부와 외부에 고정하는 역할을 하게하였으며, 다수의 투관은 각각의 손가락모양의 투명비닐관에 직접 실리콘 밸브를 사용한 기계적 방법을 넣고 그 위에 공기가 새지 않으면서 기구의 움직임을 따라 움직이는 실리콘 모자(moving cap technology)를 덮어 가스가 거의 새지 않으면서 각 투관에 2 mm부터 12 mm까지의 기구를 사용할 수 있으면서 투관의 머리가 크지 않게 만들었다. CO₂ 가스 주입구와 연기 제거출구가 각각 있으며, 복강경카메라와 수술기구를 삽입할 수 있는 투관을 기본적으로 4개를 설치하여 무리 없이 총 4개의 투관을 동시에 사용할 수 있게 만들었다(Figure 8). 현재 시판되는 제품 중 10 mm 복강경카메라는 물론이고, 12 mm의 내시경용 자동봉합기(EndoGIA)를 동시에 삽입하여 사용 가능한 유일한 제품이다. 예를 들어 담낭절제술의 경우 단일통로 복강경수술의 경우 3공식을 사용하는 경우가 많은데 이 제품을 사용하여서는 기존의 4공식을 그래

도 사용할 수 있어 수술방법도 전혀 변화가 없이 시행할 수 있어 훨씬 안전하면서도 빠른 시간에 수술을 시행할 수 있게 되었다. 최근(2010년 5월) 한국식약청(KFDA)인증 및 심평원으로부터 사용을 허락 받고 이 제품의 시판(2010년 6월)이 시작되었다. 2010년 6월말에는 유럽인증(CE)을 받아 해외 수출의 발판도 마련했다고 볼 수 있다. 아직 개발 초기여서 문제점도 없지 않으나 비교적 쉽게 간편하게 사용할 수 있는 제품이라고 생각된다. 추후 좀 더 다양한 제품군을 생산하려고 준비하고(제품의 크기 다양화, Endo EEA 사용가능제품, 탈착식 모델, 자동연기제거장치 첨부, 다빈치 로봇과 결합가능 포트 개발 중) 있다고 한다. 필자는 최근 이 제품을 이용하여 외과에서 약 40예의 충수돌기 절제술과 80예의 담낭절제술 및 1예의 우측부신절제술(배꼽을 통한)을 성공적으로 시행하였다(Figure 9). 위수술과 대장수술에서도 시도하고 있으며, 산부인과와 비뇨기과에서도 이미 다양한 많은 수술이 시행되었으며 점차 수술영역을 넓히고 있다. 최근에는 다빈치 로봇을 이용한 단일통로 복강경수술도 성공적으로 시도되었다.

(3) 수술기구

비록 고가의 말단부 유연성 복강경카메라를 사용하거나 사각의 복강경카메라를 사용하고, 우수한 포트를 사용하여 수술을 하더라도, 좁은 통로를 통해 카메라와 같은 방향(in-line view)으로 복강경수술 기구를 삽입하여 수술을 진행

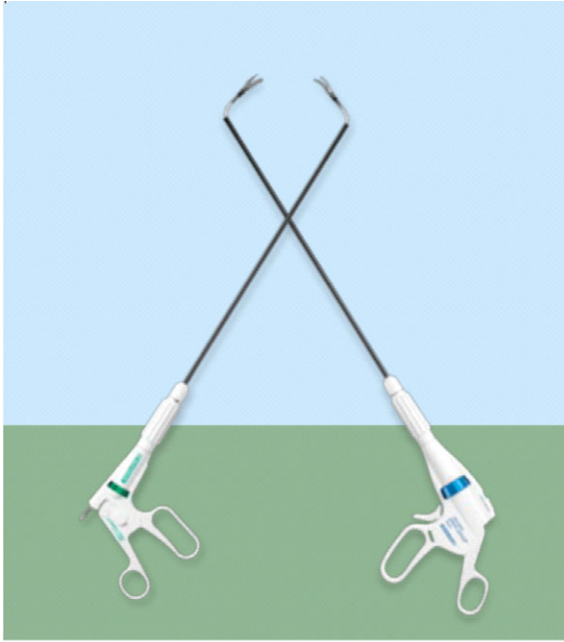


Figure 10. Picture of Reticulator™ (Covidien, Norwalk, CT, USA : www.sils.com).

Table 3. Technical tip of using instrument for easy single port laparoscopic surgery

1. Slim and small sized handle
2. Articulating instruments (tip and handle)
3. Curved instruments (tip and handle)
4. Use long length instruments (using instrument of variable lengths)
5. Idea of crosshanded instrumentation

하는 경우에 카메라와 기구 또는 기구와 기구간의 복강내 또는 복강외부에서 충돌이 빈번히 발생하게 되어 수술이 순조롭지 못한 경우가 많다. 이를 줄이기 위한 방법으로는 다음 몇 가지 요령(Table 3) 및 단일통로 복강경수술을 위해 고안된 제품을 사용하여 충돌을 줄일 수 있다. 복강외부의 충돌을 막기 위해 가능한 손잡이가 부피가 작고 간단하며 길이가 긴(주로 고도 비만 수술에 사용되는 기구) 기구를 사용하거나, 손잡이 부위가 휘어져있는 제품(curved instrument)을 사용하면 복강외부의 충돌을 많이 줄일 수 있다. 경우에 따라 기구들의 삽입을 교차하여 삽입하면(cross-

handed instrumentation) 충돌을 훨씬 줄일 수 있는 장점이 있다. 하지만 이 경우 좌우 손이 바뀌게 되어 혼동으로 되거나 양손을 둘 다 자유롭게 사용하지 못하는 대부분의 수술자에게는 힘든 수술이 될 수 있다. 필자는 이러한 단점을 보완하기 위해 기존의 복강경수술과는 달리 수술자의 위치가 반대편에 서서 수술을 하며, 왼손의 경우 유연성이 없으며 길이가 긴(45 cm long instrument) 기구를 사용하여 장기를 고정하거나 당기는 일(traction)을 주로 하고, 오른손의 경우 유연성이 있는 기구를 사용하여 주된 수술(dissection)을 하고 있다. 말단부가 유연한 제품을 사용하게 되면 복강내 충돌을 줄일 수 있으며 비교적 어려운 뒷부분도 훨씬 쉽게 수술을 할 수 있는 장점이 있다.

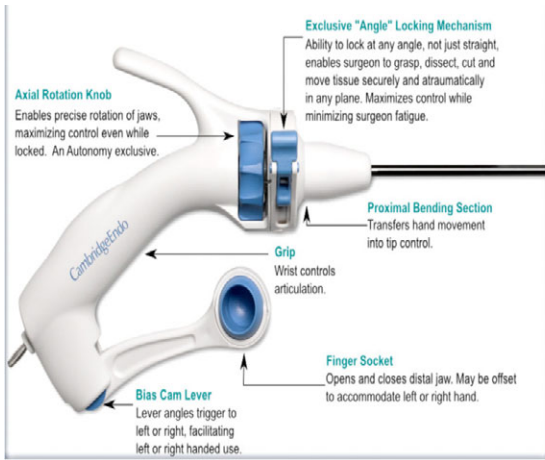
일반적인 복강경 수술기구와는 달리 생김 모양의 변형을 주거나 아니면 특별한 기능을 갖춘 제품들이 있는데, 이들을 함께 잘 사용하면 단일통로 복강경수술을 좀 더 쉽게 할 수 있는 편리함이 있다. 최근까지 알려진 몇 가지 제품을 소개하겠다.

1) Reticulator™ (Covidien, Norwalk, CT, USA: www.sils.com)

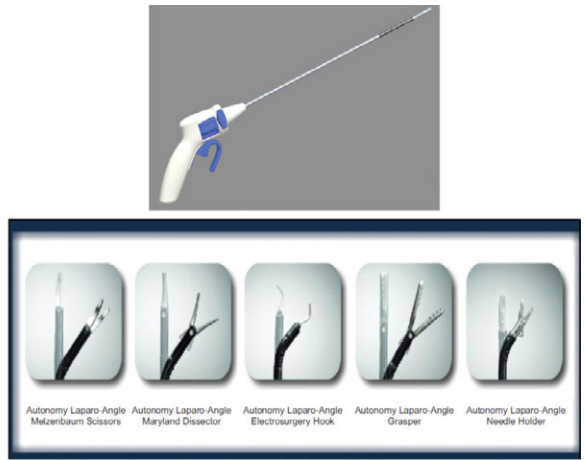
기본적으로 샤프트가 5 mm이며, 길이는 31 mm이다. 말단부가 회전 및 유연성이 있는 제품이다. 말단부가 360도 회전이 가능하며 첨단 유연부는 0도 부터 80도까지 굴곡(0-80-degree articulation)이 가능하도록 만들어 졌다. 전기소작이 가능한 Dissect, Shear와 전기소작은 되지 않으나 제동기(ratchet)가 있는 Grasper의 세 종류가 있다(Figure 10). 단점은 복강내의 말단부가 복강외부의 손잡이에 있는 Reticulator라는 부위를 회전시킴에 따라 말단부가 기구 밖으로 밀려나가면서 굴곡이 생기는 제품으로 다음에 설명할 Laparoangle™이나 RealHand™처럼 복강외부의 손잡이부위의 움직임에 따라 상하좌우로 자유롭게 움직이는 제품이 아니라는 점이다.

2) Autonomy Laparoangle (CambridgeEndo, MA, USA: www.cambridgeendo.com)

샤프트가 5 mm이며, 길이는 34 cm와 45 cm의 두 종류가 있다. 기구의 종류는 Dissector, Electrocautery Hook, Grasper, Scissor, Needle holder가 있다. 복강외부에 있는 손잡이부분을 좌우상하로 움직이면 복강내 말단부가 비록 상



A



B

Figure 11. (A) Picture of Handle of Autonomy Laparoangle and (B) Picture of Slim Handle Model for Single Port Laparoscopic Surgery (CambridgeEndo, MA, USA: www.cambridgeendo.com).

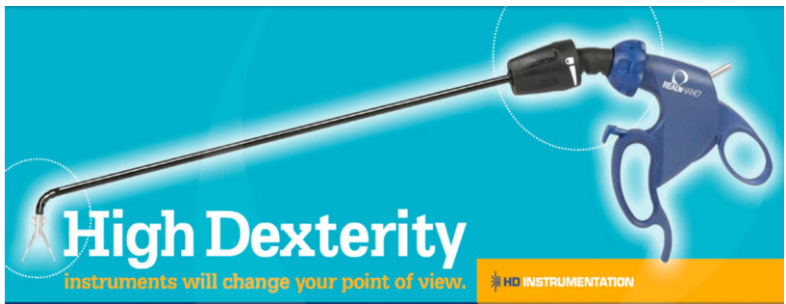


Figure 12. Picture of Realhand (Novare Surgical, CA, USA: www.novaresurgical.com) and CambridgeEndo, MA, USA: www.cambridgeendo.com).

하좌우가 180도 바뀌어서 움직이기는 하지만 첨단 유연부가 양쪽으로 90도(합계 180도)씩 휘어 질 수 있게 제작되었다. 어느 각도에서나 제동(ratchet)이 가능하게 되어있으며, 물론 말단부가 360도 회전(axial rotation)이 가능하다. 조금 숙달되면 한 손으로 조작이 가능하며 기본적으로 최근 각광 받는 로봇수술장비인 인튜이티브사의 da Vinci와 같은 7자유도(7 degree of freedom)를 구사할 수 있다(Figure 11). 단점으로는 손잡이 부위가 크고, 숙달이 되기 전엔 한 손으로 조작이 조금 어려우며, 말단부에 외부 힘이 가해지면 말단부가 조금씩 밀리는 문제가 있다. 최근에 손잡이 부위를 작게 만드는 등 많은 개선이 이루어진 제품이 개발되었으며, 곧 시판 될 예정이라고 한다.

3) Realhand (Novare Surgical, CA, USA: www.novaresurgical.com)

Autonomy Laparoangle과는 약간 다른 EndoLinK^R 기술을 적용하여 제작된 기구로 기본적으로 5 mm 샤프트이며 복강내부와 복강외부의 움직임은 Autonomy Laparoangle과 마찬가지로 7자유도와 말단부가 360도 회전이 가능한 제품이다. 길이는 34 cm, 45 cm, 65 cm가 있으며 Dissector, Scissors, L Hook, Spatula, Grasper (standard, DeBakey, Horgan), Needle holder가 있으며 ThermaSealTM이라는 일종의 Bipolar 전기소작기의 기능을 가진 기구를 추가로 제작하고 있어 비교적 다양한 제품을 공급하고 있다 (Figure 12). Laparoangle과 다른 점은 수술자의 손의 움직임(상하좌우)에 따라 기구의 말단부가 같은 방향으로 움직이게 제작(EndoLink^R mechanism)되어 있다는 점이다.

단점은 말단부의 회전(axial rotation)이 수술 중 한 손으로 동시에 실현하기가 용이하지 않으며, 아직까지는 기구의 말단부에 제동(ratchet)기능이 없으며, 손잡이가 Pistol grip이어서 단일통로 복강경수술에서는 수술자의 손에 무리가 많이 가는 편(poor ergonomic position)이다.



Figure 13. HiQ LS curved 5 mm Hand Instruments (Olympus, Japan; www.olympus-global.com/en/news/2009b/nr091013lesse.html).

4) HiQ LS™ Curved Instrument (Olympus, Japan: www.olympus-global.com/en/news/2009b/nr091013lesse.html)

올림푸사에서 제작한 제품으로 말단부가 유연성이 있는 제품은 아니지만 샤프트가 휘어져 있어 복강외부에서 카메라나 수술기구와의 충돌이 적고 말단부가 구부러져 있어 복강내에서도 충돌을 줄일 수 있게 고안된 기구이다. 손잡이 부위에 있는 돌림마디(rotation knob)를 돌리면 수술기구의 복강내 말단부위가 회전이 가능하므로 수술기구 전체를 회전시킬 필요가 없어 복강내부나 복강외부에서의 카메라와 수술기구와의 충돌이 적다. 양손에 이러한 구부러진 기구를 동시에 삽입하여 수술을 하더라도 손을 엇갈려 잡을 필요가 없어 수술자의 위치를 바꾸어야 하는 불편이 없다. 그리고 이 제품은 기본적으로 샤프트가 5 mm이고 길이는 35 cm와 47 cm의 두 종류가 있으며, Dissector, Scissors, L Hook, Grasper 등이 있으며 손잡이의 선택에 따라 제동(ratchet)이 다 가능하다. 다른 점은 각 제품마다 왼손과 오른손용으로 각각 따로 굴곡이 되어 있으며, 위에 언급한 제품과는 달리 소독하여 재사용이 가능(reusable product)하다는 점이다(Figure 13).

단점은 Laparoangle이나 RealHand와는 달리 말단부 유연성관절이 없고, 고정된 굴곡만을 이용하여야 하기 때문에 수술기구의 복강내 말단부의 다양한 동작에 제한이 있어 고

난이도의 수술에 사용하기에 적합하지 않으며, 자체의 굴곡이 있어 기존의 일자형 투관을 통해 삽입하기가 어려운 경우가 있다(Figure 10).

한편 단일통로 복강경수술에서 수술자가 양손을 모두 자유롭게 사용하기가 어려우므로 한 손은 굴곡된 기구를 사용하고 한 손은 말단부 유연성관절이 있는 수술기구를 사용하면 고 난이도의 수술에서 비교적 쉽게 단일통로 복강경수술 하기에 이상적인 조합이라고 생각된다.

4. 미래의 방향

단일통로 복강경수술은 이제 겨우 걸음마 단계라고 할 수 있다. 복강경카메라 장비, 포트, 수술기구 등의 발전이 당분간은 지속적으로 이루어 질 것으로 본다. 한편 이러한 수술기구가 사람의 손으로 직접 조작되는 것이 아니라 기계와 연동이 되어 훨씬 수월하게 또는 자동으로 조정이 되는 장비(flexible multichannel robotic system, mini-robot) 또는 복강속에서 따로 조종이 되는 더욱 축소된 로봇수술장비(stand alone deployable miniature robots or micro-robot system)로 발전되어 갈 것이다.

필자의 병원에서도 최근부터 실제로 다빈치 로봇을 이용하여 단일통로 복강경수술을 이미 활용하고 있다. Da Vinci Si는 기능이 없어졌지만, da Vinci 와 da Vinci S에는 수술자의 조종석에서 좌우의 손을 바꾸어 설정이 가능하기 때문에 실제로는 수술기구가 단일통로를 통과할 때는 좌우의 기구를 엇갈려 집어넣고도 조종석에서 마치 엇갈리지 않은 것처럼 수술이 가능하며, 약간 단일통로의 절개부위를 확대하면 구태여 좌우의 기구를 엇갈리지 않고도 다빈치 로봇 단일통로 복강경수술이 가능하다. 물론 아직까지는 로봇 팔의 크기가 너무 커서 제한이 많다.

한편 다빈치 수술로봇시스템을 개발한 미국의 인튜이티브사에서 이미 개발중에 있는 원격조정이 가능한 미소절개 수술 시스템(Minimally invasive surgical system)이 있는데 이 제품은 약 2 cm의 단일통로 내에 복강경카메라와 수술기구들이 각각의 가이드 튜브를 통해 da Vinci와 같은 자유도로 움직이는 제품으로 스테레오스코픽 입체카메라와 말단부에 있는 수술기구들이 독립적으로 원격조종이 가능하

다. 조만간 임상에서 사용될 수 있다고 한다.

한국에서도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원(KOSEF grant founded by MEST:No. 2010-0000779)을 받아 한국과학기술원(KAIST)에서 단일통로 복강경수술을 위한 로봇을 연구 및 개발하고 있으며, 최근 들어 정부(지식경제부)의 지원으로 단일통로 복강경수술 로봇의 연구 및 상용화(과제명:최소침습 수술용 다완 수술로봇시스템 기술개발)를 시작하였다. 조만간 우리나라의 장비를 이용하여 최첨단 수술장비의 하나인 단일통로 복강경 수술로봇을 이용하여 수술할 날도 머지않았다고 생각된다.

결 론

단일통로 복강경수술은 이제 걸음마 단계라고 생각된다. 우리 의사들은 더욱 새로운 기술의 개발에 참여하여야 하고 이러한 새로운 수술장비나 수술 술식에 충분히 숙달된 후 환자에게 실제 수술을 안전하고 빠르게 적용하도록 노력해야 한다. 한편 환자의 안전(합병증 및 장기 추적결과)과 의료비용의 경제적인 측면(보험혜택 여부, 고가의 의료장비

사용)을 최우선으로 고려하여야 한다고 생각된다.

끝으로 장비나 기구들에 대해 특별한 이해관계가 없으며, 장비나 기구들이 관련된 회사에 개인적인 편견을 갖지 않고 설명하려고 노력하였음을 밝힌다.

핵심용어: 단일통로 복강경수술; 복강경수술; 최소침습수술

REFERENCES

1. Kalloo AN, Singh VK, Jagannath SB, Niiyama H, Hill SL, Vaughn CA, Magee CA, Kantsevov SV. Flexible transgastric peritoneoscopy: a novel approach to diagnostic and therapeutic interventions in the peritoneal cavity. *Gastrointest Endosc* 2004; 60: 114-117.
2. Kim HJ, Lee JI, Lee YS, Kang WK, Lee SK, You YK, Oh ST. A case of single port laparoscopic appendectomy and cholecystectomy in a fresh cadaver: A feasible procedure. *J Korean Soc Coloproctol* 2009; 25: 59-62.
3. Jung YW, Kim SW, Kim YT. Recent advances of robotic surgery and single port laparoscopy in gynecologic oncology. *J Gynecol Oncol* 2009; 20: 137-144.
4. Goel RK, Kaouk JH. Single port access renal cryoablation (SPARC): a new approach. *Eur Urol* 2008; 53: 1204-1209.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 최근 외과학분야에서 많은 관심의 대상이 되고 있는 단일통로 복강경수술에 관해 개념적인 면과 기술적인 측면 그리고 기구의 소개 등 다양한 적용법에 대해 기술하고 있다. 필자가 밝힌 바와 같이 단일통로 복강경수술은 이제 겨우 걸음마 단계라고 할 수 있다. 단일통로 복강경수술은 기구나 장비의 의존도가 높으므로 현재 적용되는 임상수술의 한계를 극복하기 위하여 장비개발 및 현재까지의 기술력으로 적용 가능한 적응증을 확장할 수 있을 것이다. 복강경카메라장비, 포트, 수술기구 등의 발전이 당분간은 지속적으로 이루어지고 자동으로 조절이 되는 장비(flexible multichannel robotic system, mini-robot) 또는 복강속에서 따로 조종이 되는 더욱 축소된 로봇수술장비로 발전되어 가는 것이 예측된다. 아울러 환자의 안전성과 의료비용의 경제적인 측면도 과학적으로 검증해야 할 필요가 있음도 고려 대상이다.

[정리: 편집위원회]